



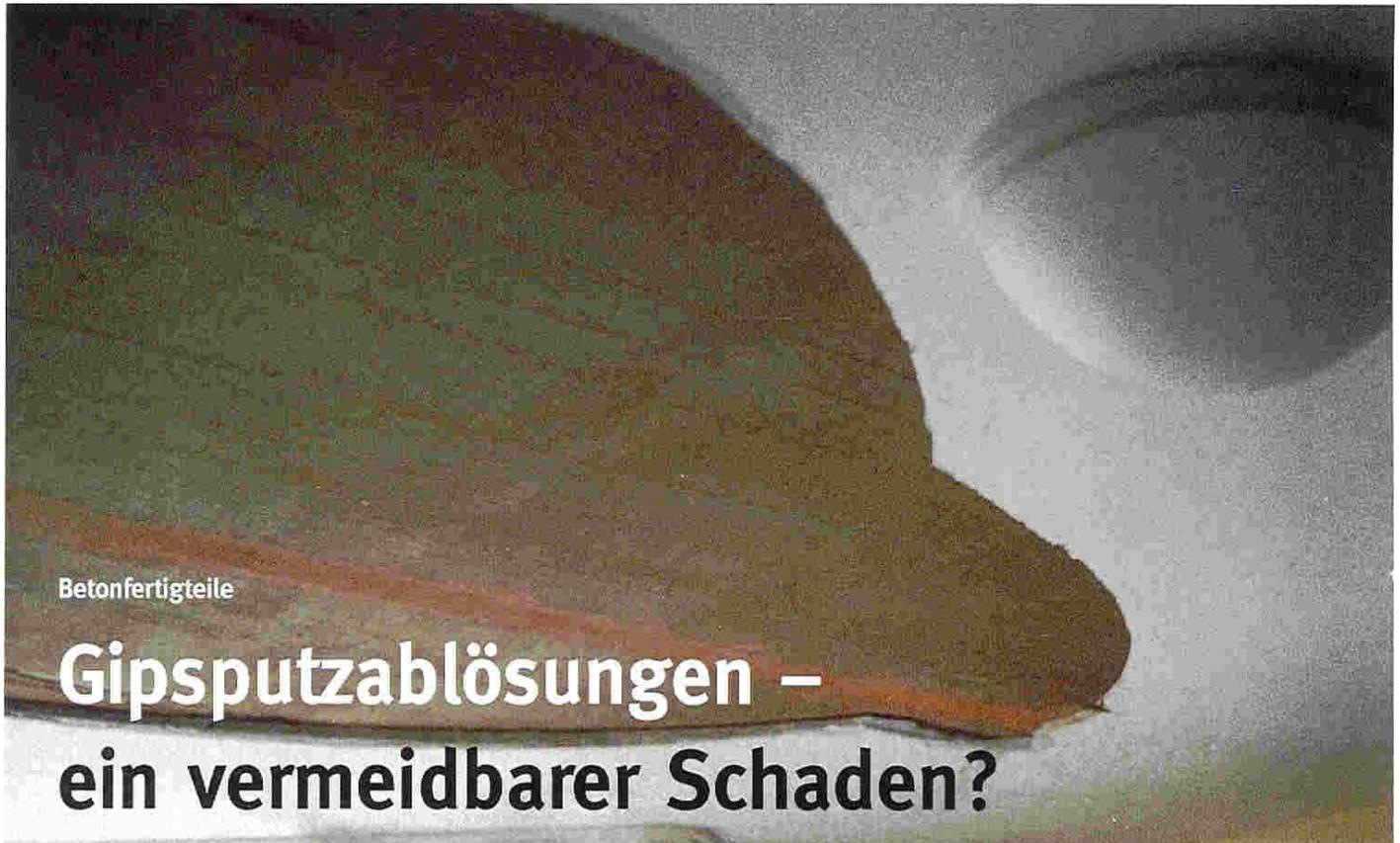
**Betonfertigteile
Gipsputzablösungen –
ein vermeidbarer Schaden ?**

**Precast concrete components
Detachment of gypsum plaster -
damages that can be avoided?**

Bernhard Sagmeister, Johannes Schrenk



Sonderdruck aus BFT 8/2001
Bauverlag GmbH, Am Klingenweg 4a, 65396 Walluf



Betonfertigteile

Gipsputzablösungen – ein vermeidbarer Schaden?

Bild 1. Ablösung Deckenputz von Elementdecke
Objekt in N
Fig. 1. Detachment of ceiling plaster on a precast floor in a project in N

Kundennutzen bedeutet nicht nur beste Qualität, sondern aus der Perspektive des Kunden denken. Bautechnisch einwandfreie Qualitäten reichen nicht aus, wenn nachfolgende Arbeiten lediglich mit großem Aufwand durchzuführen sind. Dies kommt Kunden weitaus teurer als der anscheinend etwas günstigere Einkaufspreis der Fertigteile. Bautechnik ist nicht nur „Verkaufssache“, sondern setzt hohe Beratungskompetenz voraus. Ein Beispiel sind spätere Gipsputzablösungen von Decke und Wand. Ein Schaden, der später dem Fertigteil angelastet wird - zumindest seinem Image. Dies lässt sich vermeiden – der beste Weg ist: Gemeinsam mit den nachfolgenden Gewerken diese Aufgaben möglichst federführend im eigenen Werk lösen. Für nachfolgende Gewerke ist es immer einfacher, ein Werk als viele unterschiedliche Baustellen anzusteuern ...

Precast concrete components

Detachment of gypsum plaster - damages that can be avoided?

Customer benefit not only means better quality. It also means thinking from the perspective of the customer. High-quality construction engineering is not enough, when the subsequent trades can only be performed at great time and expense. For this, the customer will in the end have to pay much more than for the seemingly somewhat more favorable cost of the precast parts. Construction engineering is not only matter of “selling”. It requires high-quality consultancy competence. A good example of this are the damages that occur when gypsum plaster becomes detached from ceilings and walls some time after application. A damage that will later on be blamed on the precast part – at the least hurting its image. This can be avoided – the best way is: Solving these tasks jointly with the subsequent trades in the precast plant, if possible with the pre-caster assuming lead management. For the subsequent trades it will always be so much easier to simply contact a *single* plant than numerous different construction sites.



Dr.-Ing. Bernhard Sagmeister ist Leiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied, einer bauaufsichtlich anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Mörtel, Mauerwerk- und Betonbauteile

5 Jahre Tätigkeit in der Werk trockenmörtelindustrie: Forschung, Entwicklung, Anwendungstechnik.
Seit 1999 bei Liapor im Bereich F + E speziell zuständig für Mörtel, Putze und Beschichtungssysteme.



Dr. Johannes Schrenk (1965), Studium der Chemie, Fachrichtung Festkörperchemie,

Das Beispiel der Gipsputzablösungen

Trotz des Einsatzes von Haftbrücken löst sich gipsgebundener Putz (Putzmörtelgruppe P IV nach DIN 18550) von Decken und Wänden aus Betonfertigteilen. Betroffen sind sowohl Fertigteile aus Normalbeton nach DIN 1045 als auch Elemente aus Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge nach DIN 4219 („gefügedichter Leichtbeton“). Auch wenn die Anzahl der Schadensfälle gering ist, ist der Schaden wegen der hohen Verletzungsgefahr von Unbeteiligten sehr ernst und verursacht speziell bei Hotels oder Altenheimen hohe Sanierungskosten. Der Artikel beschreibt das typische Schadensbild, erläutert den wahrscheinlichen Versagensmechanismus und gibt Hinweise sowohl zur Sanierung als auch zur Schadensvermeidung. Der Hersteller der Fertigteile steht hier in besonderer Verantwortung, da niemand die Eigenschaften dieser Bauteile besser kennt als er. Um Schäden zu vermeiden, die mit den Putzarbeiten in Zusammenhang stehen, kann er wichtige Aufklärungsarbeiten leisten. Eine sachgerechte Information des Kunden trägt dazu bei, dass auch die Folgearbeiten mit geeigneten Materialien ausgeführt werden.

Schadensbild – eine Frage der „Haftung“

Die Angelegenheit darf man nicht auf die leichte Schulter nehmen. Mehrere Quadratmeter große Stücke des Putzes lösen sich und fallen oft noch Jahre nach der Fertigstellung des Bauwerks ohne Vorankündigung ab. Den Verfassern ist ein Fall bekannt, wo in einem Altenheim nach 10 Jahren ein großes Deckenstück auf ein belegtes Bett gefallen ist. In einem weiteren Fall wurde ein Jahr nach Fertigstellung ein Mann während des Fernsehens zuhause von einem ca. 25 kg schweren Deckenstück verletzt. Die Höhe des Schadens ist oft beträchtlich, da ganze Altersheime oder Hotelanlagen bei laufendem Betrieb saniert werden müssen. Die Fälle werden meist nicht an die große Glocke gehängt und unbürokratisch unter den Beteiligten gelöst.

Die Schadensfälle zeigen ein einheitliches Schema. Die Bauwerke werden oft seit Jahren genutzt. Soweit es nachträglich noch festzustellen ist, war der Zeitpunkt der Putzarbeiten stets in der nassen und kalten Jahreszeit. Typischerweise wurde der Rohbau im November oder Dezember gestellt und im Februar oder März innen verputzt, so dass der Bau nur wenig Gelegenheit hatte auszutrocknen. Der Putz löst sich auf einer Fläche von 2 bis 7 m² und fällt herunter (Bild 1, 2 und 3). In den hier diskutierten Fällen war auf dem Betonfertigteile und auf den Putzstücken mehr oder weniger intensiv die rote Einfärbung mit Quarzsandkörnern durch eine organisch gebundene Haftbrücke (Grundierung, „Betonkontakt“) zu erkennen (Bild 4 und 5). Der Erstschaden befindet sich häufig in Räumen mit großen Putzflächen. Bei weiterem Suchen durch Abklopfen findet man auch in anderen Bereichen Hohlstellen



Bild 2. Ablösungen Deckenputz von Elementdecke Objekt in E
Fig. 2. Detachment of ceiling plaster on a precast floor in a project in E

The example of gypsum plaster detachment

Gypsum-bound plaster (plaster mix group P IV to DIN 18550) will detach itself from the soffits of precast floors and walls, despite the application of a bond coat. Affected are both precast parts made of normal-weight concrete to DIN 1045 and components made of dense light-weight aggregate concrete to DIN 4219 (“dense lightweight concrete”). Although the number of damages that actually occur is small, the damages are very serious, due to the high danger of injuries to others, and entail considerable renovation costs, in particular when they have to be carried out in hotels and senior citizen homes. The author describes the typical damage pattern, explains the probable mechanism leading to failure and gives tips both for repair and damage avoidance.

The manufacturer of precast components has here a special responsibility, as no one knows the properties of these structural components better than he. He can provide valuable information on how to avoid damages that arise in connection with plasterwork. The professional advice the pre-caster gives to his customers will help assure that the subsequent trades will also be executed in the proper manner with the suitable materials.

Damage pattern – a question of “liability”

Damages of this nature should not be taken lightly. Several square meters of the plaster can become detached and fall down without previous warning, even years following completion of a structure. The author knows of a case where in a home for the aged a large piece of plaster fell onto an occupied bed 10 years after the building had been taken into service. In another case a man, peacefully watching TV in his home, was injured by a piece of plaster weighing some 25 kg that fell from the ceiling. The extent of the damage is frequently considerable, as entire senior citizen homes or hotel complexes must be repaired without interrupting operations. Such cases are mostly not advertised and settled among the parties concerned without a lot of red tape.

All of the damages show a uniform scheme. The buildings have often been in service for years. The plasterwork had in all cases been carried out in a wet and cold season, as far as could be determined in retrospect. The unfinished structure was typically completed in November or December and the interior plasterwork done in February or March, leaving the building little time to dry out. The plaster typically gets detached on an area measuring 2 to 7 m² and falls down (Figs. 1, 2 and 3). In the case discussed here, a more or less distinct red coloring with quartz sand grains was visible through an organically bound bonding course (priming, “concrete contact”) on the precast component or on the plaster pieces (Figs. 4 and 5). The initial damage is often found in rooms with large expanses of plaster. When continuing the search, by knocking on the



Bild 3. Ablösung Wandputz von Leichtbetonwand Objekt in K
Fig. 3. Detachment of wall plaster on a light-weight concrete wall in a project in K



Bild 4. Gipsgebundener Putz Objekt in N
Fig. 4. Gypsum-bound plaster in a project in N

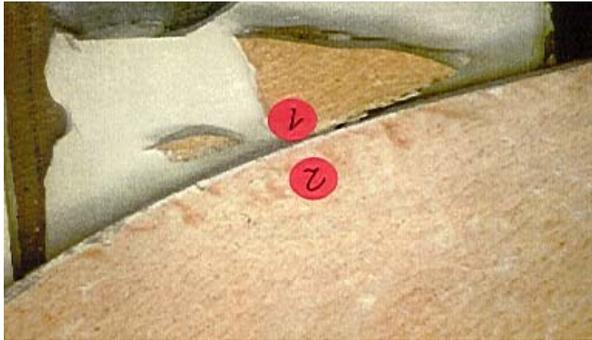


Bild 5. Gipsgebundener Putz Objekt in E
Fig. 5. Gypsum-bound plaster in a project in E



des Putzes. In manchen Fällen sind fast die gesamten Innenputzflächen betroffen.

Die Schäden sind nicht direkt abhängig von der Putzstärke, sie treten sowohl an Objekten mit nach Norm [1] zu geringen als auch zu dicken Putzstärken auf. Dies gilt auch für weitere Ausführungsdetails. Die korrekte Vermeidung von wechselnder Putzschichtdicke, z.B. durch Vorspachteln von Plattenstößen der Elementdecken und Entgraten der Oberflächen garantiert keine Schadensfreiheit (Bild 6). Die Beschaffenheit der Putzstruktur gibt ebenfalls keine Hinweise zur Schadensursache. Die herabgefallenen Putzstücke können sehr dicht sein oder deutliche und große Poren aufweisen (Bild 4 und 5). Betroffen sind allerdings nur gipsgebundene Putze der Putzmörtelgruppe P IV nach DIN 18550. Kalk- oder kalk-zementgebundene Putze zeigen kein solches Schadensbild.

Feuchteschäden durch eindringendes Wasser können in den vorliegenden Fällen ausgeschlossen werden. Weitere Schadensmechanismen, die zu einem Trennen in der Verbundzone zwischen Putz und Beton führen, wie sprengende oder ablösende Bildung von Ettringit oder Syngenit, Salzausblühungen oder Kalksinterschichten konnten nicht beobachtet werden.

Schadensmechanismus – Technologien beherrschen

Der Schadensmechanismus ist in seinen Grundzügen seit den 80er Jahren bekannt [2]. Betonbauteile und der darauf haftende Gipsputz verformen sich unterschiedlich. Während des Abbindevorgangs wird ein Teil des Anmachwassers vom Bindemittel Zement chemisch gebunden. Das restliche Wasser muß physikalisch im Lauf der Zeit verdunsten. Diese Vorgänge führen zu einem chemischen und zum sog. Trocknungsschwinden, dem alle zementgebundenen Baustoffe unterliegen. Gips schwindet hingegen nur unbedeutend oder quillt im Gegenteil leicht. Damit die Verformungen verträglich sind, möchte sich die Gipschale vom Beton wie ein Flitzbogen wegbeulen (Bild 7 und 8). Dies wird durch Scher- und Haftzugspannungen an der Grenzfläche Beton zu Gipsputz verhindert. In der Regel wird eine Haftzugfestigkeit von 0,2 N/mm² für gipsgebundene Putze als ausreichend erachtet.

Gips verbindet sich mit dem abgeordneten Beton nicht chemisch, sondern vielmehr rein mechanisch. Die mehr oder

Finish coat of the wall ceiling affected, other voids will be found also in other areas of the plaster. In some cases, nearly the entire interior plaster surfaces will be affected.

The damages do not directly relate to the thickness of the plaster. They occur both in structures with plaster thicknesses, which, according to the standard [1], are of either inadequate or excessive thickness. The same applies also to other details of execution. Avoiding finishes of various thickness, for example by pointing the joints between precast floor slabs and deburring the surfaces is no guarantee for freedom from damages (Fig. 6). The nature of the plaster structure also provided no indication of the cause of the damage. The plaster pieces that fall down can be very dense, or pronouncedly porous (Fig. 4 and 5). Affected are only gypsum-bound plaster or plaster mix groups P IV made to DIN 18550. With lime- or lime-cement-bound plaster mixes damage patterns of the described kind do not occur.

Damages caused by moisture caused by penetrating water can be excluded in the cases mentioned above. Other damage mechanisms that lead to a separation at the interface of plaster and concrete, for example due to being blasted off or loosened by ettringite formation or syngenite, salt efflorescence or lime sinter layers, were not observed.

Damage mechanism – mastering technologies

The basics of the damage mechanism have been known since the 80s [2]. Concrete components and the gypsum plaster which bonds with it undergo different deformation processes. During setting, part of the mixing water is chemically bound with the binder cement. The remaining water is left to evaporate physically in the course of time. These processes lead to chemical and so-called dry-shrinkage, to which all cement-bound building materials are subjected. Gypsum, however, will undergo only slight shrinkage or may even expand a little. To accommodate the deformations, the gypsum shell tends to bulge away from the concrete like an archery bow under tension (Figs.7 and 8). This tendency is counteracted by the shear and bond stresses acting on the interface area between concrete and gypsum plaster. A bond strength of 0.2 N/mm² under tension for gypsum-bound plaster is in general deemed sufficient.

Gypsum does not bond chemically with the set concrete, but only purely mechanically. The more or less rough gypsum crystals merely mat with the concrete surface. This was no problem with in-situ concrete components formed with rough sawn boards. With precast floor slabs manufactured on steel forms, a mechanical bond is almost impossible to achieve. For this reason, it has become common practice to coat smooth concrete surfaces with an organically bound bonding course (priming "concrete contact"). Bonding courses of this kind are essentially composed of quartz sands bound with a synthetic dispersion. This coating gives the concrete surface a sufficiently rough texture so that the gypsum crystals can sink into them.

The stresses that arise can in this way as a rule be absorbed. If now these bonding courses have been serving their purpose faithfully and reliably for years, why are then damages once again on the rise? First of all there the economic framework conditions. Buildings must be erected quickly. With just-in time production, many precast parts are only a few days old before they are installed at the site. Often, only few weeks, or even days, go by before plasterwork commences. In that short time, part of the shrinkage deformation cannot subside by the time the plaster is applied, as used to be the case, so that a large portion of the shrinkage deformation must be absorbed by the plaster. To that extent, the specifications made in DIN 18550, providing that the substrate be "clean, free from dust and dry", are not fulfilled. The concrete surfaces of high-quality precast parts manufactured under factory-controlled conditions have moreover become much denser and smoother. This not only slows down drying and the accompanying shrinkage.

weniger groben Gipskristalle verfilzen sich lediglich mit der Betonoberfläche. Bei mit sägerauen Brettern geschalteten Ortbetonbauteilen war dies kein Problem. Bei auf Stahlschalungen gefertigten Elementdecken ist die mechanische Verbindung fast unmöglich. Es hat sich daher eingebürgert, glatte Betonflächen mit organisch gebundenen Haftbrücken (Grundierung, „Betonkontakt“) zu beschichten. Solche Haftbrücken bestehen im wesentlichen aus Quarzsanden, die von einer Kunststoff-Dispersion gebunden werden. Die Betonfläche wird durch diese Beschichtung ausreichend rau und griffig, dass sich die Gipskristalle mit ihr mechanisch verkrallen können. In aller Regel können die auftretenden Spannungen so aufgenommen werden. Wenn nun diese Haftbrücken seit Jahren sinnvoll und zuverlässig ihren Dienst verrichten, woran liegt es dann, dass Schäden wieder zunehmen?

In erster Linie an den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Bauwerke müssen schnell gebaut werden. Durch die Just-in-time Produktion sind viele Fertigteile nur wenige Tage alt bevor sie montiert werden. Bis zum Beginn der Putzarbeiten vergehen oft nur einige Wochen oder sogar nur Tage. Damit kann ein Teil der Schwindverformungen aber nicht wie früher vor Aufbringen des Putzes abklingen, sondern der Putz muss den Grossteil der Schwindverformung aufnehmen. Insofern sind die Anforderungen der DIN 18550, daß der Putzgrund „sauber, staubfrei und trocken“ sein muß, nicht erfüllt. Durch die industrielle Herstellung von Fertigteilen höchster Qualität ist darüber hinaus die Betonoberfläche wesentlich dichter und glatter geworden. Dies verzögert nicht nur das Trocknen und das damit einhergehende Schwinden auf einen längeren Zeitraum, sondern erschwert zugleich die Haftung des Gipsputzes. Die Beanspruchung an die Haftbrücke steigen also, während sich gleichzeitig die Bedingungen für die Ausführung verschlechtern.

Wird eine Kunststoff-Dispersion über einen längeren Zeitraum einem alkalischen Angriff ausgesetzt (Feuchtigkeit, die langsam aus dem Beton entweicht), kann sich das Bindemittel zersetzen, man spricht von Verseifung. Damit wird der Haftverbund empfindlich gestört, aus der Haftbrücke wird eine Trennschicht. Auch sehr „verseifungsbeständige“ Dispersionen versagen hier mit der Zeit. Geputzt wird heute das ganze Jahr hindurch, bei jeder Witterung. Gestoppt wird nur wenn der Mischer am Putzsilos einfriert. Dem widerspricht, dass Haftbrücken nur bei Temperaturen über 5°C aufgebracht werden sollen und vor Aufbringen des Putzes durchgetrocknet sein müssen. Gemäß [3] ist es wahrscheinlich, dass bei Schadensfällen Grundierung und Putz während der Verarbeitungsphase zumindest teilweise Temperaturen unterhalb 5°C ausgesetzt waren. „Aufgefrorene“ Grundierungen und Putze können auch durch nachträglich höhere Temperaturen nicht mehr gerettet werden.

Verschwiegen werden darf nicht, dass auch im Putzgewerbe keine besseren wirtschaftlichen Bedingungen als wie bei anderen im Baugewerbe herrschen. Für einzelne Unternehmer ist die Versuchung zu groß nicht ausreichend qualifiziertes Personal einzusetzen, Haftbrücken mit Wasser zu verdünnen, das Abtrocknen der Haftbrücke nicht abzuwarten oder Putzmaterial einzusparen, also zu dünn zu putzen.

Größtes Problem bleibt aber die Beschleunigung des Bauens und die damit verbundenen Feuchteprobleme. Für das ordnungsgemäße Aufbringen der Haftbrücke und des Gipsputzes muss der Beton trocken sein. Schon 1980 beschreibt eine Veröffentlichung [4], dass 90% aller Schäden auf zu hoher Feuch-



Bild 6. Gespachtelte Fuge der Elementdecke
Objekt in N
Fig. 6. Pointed joint in a precast floor in a project in N

It also makes it more difficult for the gypsum plaster to bond. The bond course is thus subjected to more stress, while the conditions for the plasterwork application worsen.

When the plastic dispersion is exposed to alkaline attack (moisture that slowly leaves the concrete), the binder can undergo decomposition, referred to as saponification. This greatly interferes with the bond causing the bonding course to turn into a separation layer. Even dispersions highly resistant to saponification are here bound to fail in the course of time. Today, plasterwork is being executed all year round, in any weather. Work ceases only when the mixer on the plaster silo freezes. This is in contradiction with the requirement that bound courses must be applied only at temperatures above 5°C and thoroughly dry out before the plaster is applied. In accordance with [3] there is every likelihood that in cases where damages occurred primer and plaster were applied at temperatures below 5°C, at least at some time during application. “Frozen on” primers and plaster coats can also not be saved when exposed to higher temperatures some time later.

It is no secret economic conditions in the plaster trade are no better than in other trades. Some companies give in to the temptation and hire not sufficiently qualified personnel, to dilute bond courses with water, not to wait for the bonding course to completely dry out, or save on plaster, i.e. apply coats of insufficient thickness.

But the greatest problem remains the ever-increasing speed of construction work progress and the problems with moisture that occur as a result. To ensure proper application of the bonding course and the gypsum plaster, the concrete must be dry. Already literature published in 1980 [4] makes mention of the fact that 90% of the damages are caused by excessive

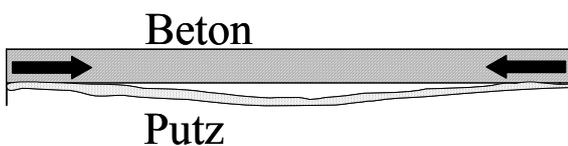


Bild 7. Unterschiedliche Verformung Beton-Gips
Fig. 7. Different deformations of concrete-gypsum

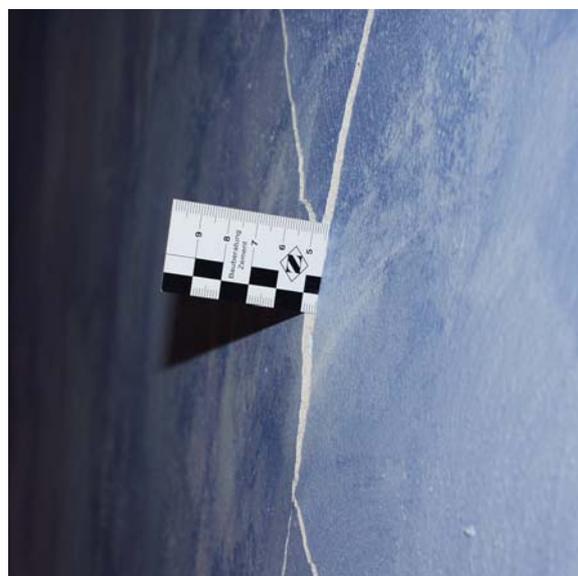


Bild 8. Hohlstelle unter Putz
von 4,5 cm
Objekt in K
Fig. 8. 4.5 cm void underneath the plaster in a project in K



LITERATUR

- [1] DIN 18330-2:1983-01 „Putz, Putze aus Mörteln mit anorganischen Bindemitteln, Ausführung“. Beuth Verlag, Berlin.
- [2] Lego Grün „Gipsputz auf Betondecken, warum fällt der Putz von der Decke?“, Bau 3/83.
- [3] Rauter Sach „Wasser von oben kommt, Zur Haftung von Gipsgebundenen Putzen auf Betondecken“, B+B 7/2000.
- [4] E. B. Grissau „Vermeidung des Abblätters von Deckenputzen“, Leitfaden für Baufachleute, Brünner, 1980.
- [5] Putze auf Beton – Hinweise für Planer und Verarbeiter, Herausgegeben vom Bundesverband der Gips- und Gipsbauplasterindustrie, Deutscher Bauverlag, Bonn, 2000.

- [6] Technisches Handbuch Putz, Strich, Trockenbau. Herausgegeben durch den Landesbauverband für das Saarland Saarwerk, Bad Dürkheim, Stuttgart, 2. Auflage 1998.
- [7] DIN V 4108-4:1998-10. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4. Wärme- und feuchtechnische Kennwerte. Beuth Verlag, Berlin.
- [8] Bundesanweisung Farbe und Sachverstand. Merkblatt Nr. 20.1 Beurteilung des Untergrundes für Putzarbeiten, Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden. Stand Juni 1991. Frankfurt am Main.
- [9] Ruth S. Walser. Rissbildung durch starkes Schwindverhalten. DAB 3/01, Deutsches Architektenblatt, Forum-Verlag, Stuttgart.

tigkeit des Betons beruhen. Was ist nun aber trocken? Beton mit abtropfenden Kondenswasser oder durch Regenfälle geflutete Bauteile sind es sicher nicht. Einen Hinweis gibt das Merkblatt [5]. „Bei Beginn der Putzarbeiten müssen die Feuchtigkeitsabgabe des Betons in die Oberflächenzone abgeschlossen und der Putzgrund saugfähig sein. Dieser Zustand kann unter günstigen Bedingungen (z.B. anhaltendes Sommerwetter) 3 bis 4 Wochen und bei ungünstigen Verhältnissen (z.B. hohe Luftfeuchtigkeit, Frost) frühestens 8 Wochen (frostfreie Tage) nach dem Ausschalen erreicht sein.“

Betontechnologisch lassen sich auch nach dieser Wartezeit noch deutliche Schwindverformungen messen. Denn die Spannbetonnorm geht davon aus, dass Beton zumindest 2 bis 3 Jahre schwindet. Dann erst ist eine feuchtebedingte Formänderung des Betons nahezu abgeschlossen.

Aber auch hier scheint es eine Lösung für beschleunigtes Bauen zu geben. Das Merkblatt [5] führt weiter aus „Die bei ungünstigen Verhältnissen einzuhaltende Wartezeit kann bei Verwendung einer geeigneten Haftbrücke bzw. Haftgrundierung unter der Voraussetzung, dass die Betonoberfläche abgetrocknet ist, verkürzt werden.“ Das Putzlexikon [6] präzisiert: „Der Feuchtigkeit von Untergründen ist größtmögliche Beachtung zu schenken. Je nach Art der Haftbrücke ist es möglich, diese auf Untergründen (z.B. Betondecken), mit einer etwas höheren Kernfeuchte als 2,5 Gew.-% aufzutragen. Auf feuchte Untergründe dürfen, mit Ausnahme von Spritzbewurf, keine anderen Haftbrücken aufgetragen werden“.

Die Haftbrücke ist also kein Zaubermittel. Wie streng die Anforderungen an den Untergrund mit ca. 2,5 Gew.-% Feuchte sind, kann man an den sich nach langer Zeit einstellenden praktischen Feuchtegehalten erkennen, die in DIN V 4108 Teil 4 [7] gelistet sind. Für Beton mit geschlossenem Gefüge mit dichten Zuschlägen, wie er z.B. bei Elementdecken verwendet wird, wird ein Wert von 2 Gew.-% angegeben. Die geforderten 2,5 M.-% Restfeuchte sind deshalb für trockenen Normalbeton ein realistischer Wert, der nicht wesentlich überschritten werden sollte. Eine direkte Übertragung dieses Wertes auf Leichtbeton ist aber nicht möglich, da Leichtzuschläge zum einen die Trockenröhrichte des Betons deutlich senken, zum anderen aber selbst Wasser aufnehmen und so zu anderen Verhältnissen beitragen. Für Beton mit geschlossenem Gefüge mit porigen Zuschlägen, also Leichtbetonwände nach DIN 4219, ist in der obigen Norm [7] ein praktischer Feuchtegehalt von 13 Gew.-% angegeben.

Leichtbetonwände mit geschlossenem Gefüge müssen deshalb mit besonderer Sorgfalt vorbehandelt werden. Sie weisen nicht nur eine besonders hohe Feuchte auf, sondern das Schwinden dauert prinzipiell auch etwas länger an als bei Schwerbetonwänden, da die porigen Leichtzuschläge das Wasser, das sie aufgenommen haben, über einen relativ langen Zeitraum langsam wieder abgeben.

Verantwortung – mehr als Schadenshaftung

Im Falle eines Schadens wird natürlich ein Verantwortlicher gesucht, der auch für die Kosten aufkommt. Dies ist in den vor-

moisture in the concrete. But what exactly is dry? Concrete from which condensation water drips or members flooded by rainfalls are surely not. The code [5] provides a hint: “When commencing the plasterwork, moisture release on the surface zones of the concrete must have been completed and the plaster substrate must be absorbent. Under favorable conditions (e.g. enduring summer weather) this state can be reached in 3 to 4 weeks, and under unfavorable conditions (e.g. high air humidity, freezing weather) at the earliest in 8 weeks (days with temperatures above the freezing point) following striking.” Evident deformations due to shrinkage can be measured even after these waiting times using concrete technological means. For the prestressed concrete standard assumes that concrete shrinks for at least 2 to 3 years. Deformation of the concrete due to moisture will be nearly completed by that time.

But a solution seems to be available for accelerated building even here. The code of practice [5] goes on: “The waiting period that must be observed in unfavorable conditions may however be abbreviated, when a suitable bonding course and/or bond primer is applied, provided the concrete surface is dry.” The plaster manual [6] defines further: “The dampness of substrates must be given the greatest attention. Depending on the type of bonding course applied, bonding course on substrates (e.g. concrete floors) with a somewhat higher core moisture than 2.5% by weight may be used. With the exception of dashed finishes, no other bonding courses may be applied to damp substrates.

The bonding course is thus not a magical cure. How strict the requirements are on a substrate with a moisture content of approximately 2.5% by weight can be seen by the practical moisture contents that establish themselves after a longer period of time listed in DIN V 4108 Part 4 [7]. For dense concrete with dense aggregates, as is for example used for floor slabs, a value of 2% by weight is given. The specified residual moisture of 2.5 M.-% is therefore a realistic value for dry normal-weight concrete, which should not be much exceeded. This value, however, cannot be directly applied to lightweight concrete, as lightweight aggregate will noticeably lower the dry density of the concrete, while on the other hand absorbing water themselves, thus contributing to other conditions. For dense concrete with porous aggregates, i.e. lightweight concrete walls to DIN 4219, the standard referred to above [7] specifies a practical moisture content of 13% by weight.

Dense lightweight concrete walls must therefore be primed with particular care. They not only have an especially high moisture content, but the shrinkage process also lasts a little longer than for heavy-weight concrete walls, as the porous lightweight aggregates give off the water that they have previously absorbed over a relatively long period of time.

Responsibility – more than liability for Damages

Whenever damages occur, the search for the responsible party will begin, one who will also assume the costs for making

liegenden Fällen in aller Regel der Verputzer oder Stuckateur. Sowohl nach den Merkblättern der Hersteller als auch nach der VOB Teil C hat er den Untergrund zu prüfen. Er kann die Vorleistung als ausreichend akzeptieren und mit den Arbeiten beginnen oder er kann Bedenken anmelden. Die Prüfungen sind problemlos, in [5] und [8] sind hierfür Tipps aufgeführt. Auch wenn die Witterungsverhältnisse ein schadensfreies Arbeiten nicht erwarten lassen, muss er die Arbeiten einstellen. Beton und Leichtbeton sind seit über 150 Jahren bekannte und bewährte Baustoffe. Und seit ebenso langer Zeit ist bekannt, dass und in welchem Umfang sie schwinden. Der Verputzer kann sich deshalb nicht mit Hinweisen auf angeblich neue Baustoffe, zu feuchten Beton, glatte Oberflächen oder dem Wetter im Schadensfall nachträglich aus der Verantwortung begeben. Selbst Bauteile aus Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge sind in der DIN 4219 seit mehr als 20 Jahren genormt.

Allerdings hat die Prüfungspflicht des Verputzers seine Grenzen. Eine Verpflichtung Kernbohrungen auszuführen und den Wassergehalt sowie das Schwindverhalten zu bestimmen, geht über die Prüfpflicht nach VOB deutlich hinaus. Dies wird an einem vor Gericht verhandelten Schadensfall [9] deutlich. Hier hatten sich in mehreren Bädern Fliesen von Leichtbeton-Wandelementen gelöst. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass die starre Keramik das Schwind- und Quellverhalten des Untergrunds nicht mitmachen konnte, und es so zur Abscherung kam. Das Gericht urteilte, dass der Fliesenverleger keine Veranlassung hatte, die Eignung der Betonbauteile als Untergrund für die aufzubringenden Fliesen in Zweifel zu ziehen. Er dürfe sich vielmehr auf die Herstellerangaben verlassen. Auch der bauleitende Architekt muss nicht haften. Nach Auffassung des Gerichts zählt es nicht zu seinen Pflichten, angelieferte Wände auf ihren Austrocknungsgrad zu überprüfen.

Dieses Beispiel zeigt auch deutlich, dass im Schadensfälle die Frage wer was beweisen kann, entscheidend ist. Alleine drei Sachverständigengutachten wurden erstellt. In einem wurde die Schadensursache ausschließlich dem Fliesenleger, in einem zweiten zu 20 % dem Fliesenleger und zu 80 % dem Elementhersteller und im relevanten dritten ausschließlich dem Elementhersteller zugeordnet.

Hier zeigt sich, dass die Gerichte der Hersteller der Fertigteile durchaus in der Verantwortung sehen. Doch diese Verantwortung sollte nicht erst dann eintreten, wenn es zum Schaden gekommen ist. Es sollte vielmehr die Chance ergriffen werden, durch Aufklärung und gezielte Hinweise an Stuckateur und Bauherrschaft solche Schäden erst gar nicht entstehen zu lassen.

Schadensvermeidung – als Chancen nutzen

Wie können nun derartige Schäden vermieden werden? Optimal ist es, wenn Betonbauteile im Werk 4 Wochen lagern können und nach Montage die aufgeführten Wartezeiten vor dem Verputzen eingehalten werden. bzw. die Arbeiten im Rahmen ganzheitlicher Produktion sogar noch im Werk ausgeführt werden könnten.

Vorsicht ist immer bei äußerst kurzen Bauzeiten und bei Putzarbeiten in der nasskalten Jahreszeit geboten. In diesen Fällen sollte man sich auf eine Besonderheit der Betonfertigteile erinnern. Sie sind oberflächenfertig. Qualitativ hochwertige Elementdecken und Fertigteilwände mit geschlossenem Gefüge benötigen keinen Putz. Es reicht aus die Fugen zu verspachteln. Denn wo kein Putz drauf ist, kann auch keiner herunterfallen. Wo dies aufgrund der Oberflächenqualität der Fertigteile nicht möglich ist, sollte man feuchtigkeitsunempfindlichere Produkte auf der Basis der Bindemittel Zement oder Kalk verwenden. Neben dem klassischen Zement-Spritzbewurf eignen sich kunststoffvergütete Dünnbettkleber (Baukleber, VWS-Klebe- und Armierungsmörtel etc.) sehr gut als Untergrundvorbehandlung. Kalk- bzw. Kalk-Zement-Innenputze, Dünnlagenputze und Spachtelmassen bieten breite Möglichkeiten, wenn gipsgebundene Materialien nicht eingesetzt werden können. Mittlerweile haben verschiedene Werk trockenmörtelhersteller

good the damages. In the cases discussed above, this will be as a general rule the plasterer.

He is required, both in accordance with the manufacturer's code of practice and Part C of the (German) contract rules for constructions services (VOB), to check the substrate. He can either accept the preliminary work as being sufficient and commence with the work, or raise objections. The checks are easy to carry out; [5] and [8] contain advice for it. And when the weather conditions are such that proper execution cannot be expected, he must also stop the work. Concrete and lightweight aggregate concrete are building materials that have been tried and tested for over 150 years. And over what period of time and to what extent they shrink is also known. The plaster can therefore not escape responsibility for the damages that occur later by blaming the damages on allegedly new building materials, excessively damp concrete, smooth surfaces, or the weather. Even dense lightweight aggregate concrete has been standardized in DIN 4219 for over 20 years.

However, the plaster's due diligence has its limitations. An obligation to perform borings and to determine the water content and the shrinkage behavior clearly exceeds his obligation to check in accordance with VOB. This made very evident in a case tried in court [9]. Here, tiles had fallen from lightweight concrete wall panels. This was blamed on the fact that the rigid ceramic was unable to accommodate the shrinkage and swelling behavior of the substrate, resulting in the described damage. The court decided that the tile-layer had no reason to take into doubt the suitability of the concrete parts as substrate for the tiles. He could rely on the specifications provided by the manufacturer. The site architect was not held liable either. The court was of the opinion that checking the degree of drying was not within the scope of his duties.

This example also shows clearly that in case of damages the question as to who has to prove what is decisive. Three expert opinions were retained. In one, the damages were blamed entirely on the tile-layer; in the second, 20% were blamed on the tile-layer and 80% on the precaster; and in the relevant third opinion the precaster alone was found to be the responsible party. This shows that the court may well see the responsibility with the precaster. But this responsibility should not only be assumed once the damages have occurred. The court's decision should be taken as an opportunity to eliminate the causes leading to such damages from the very start by providing information and giving practical tips to the plaster trade and the clients.

Avoiding damages – seeing them as an Opportunity

How can damages of this kind be avoided? The optimal solution would be to keep the precast parts in the yard of the precaster for four weeks and, after installation, to observe the waiting times before commencing with the plasterwork and/or, still better, to perform this work in the plant within the scope of holistic manufacture.

Special care must always be taken when the construction times are very short, and when plasterwork has to be carried out in the cold and wet seasons. In these cases, the particularities of precast concrete components should be called to mind. They come with a ready-to-use surface. Precast floors and walls of dense concrete require no plaster. Pointing the joints is all that is needed. For where there is no plaster, no plaster can fall down.

Where the surface quality of a precast part prevents this, products not sensitive to moisture, based on cement or lime as a binder, should be used. Apart from the classic cement dashed finish, thin-bed glues (construction glues, VWS glue and reinforcing mortar etc.) are excellent substrate primers. Thin-layer plaster mixes and fillers offer a wide range of options on sites where gypsum-bound materials cannot be used. In the meantime, a number of manufacturers of ready-mix mortar have



Spezialprodukte entwickelt, die sich hervorragend zum werks- oder baustellenseitigen Verputzen von Betonfertigteilen eignen. Diese zementgebundenen Produkte verbinden sich nicht nur besser mit dem Beton, sie zeigen auch ein ähnliches Schwindverhalten. Falls dennoch ein Gipsputz aufgebracht werden soll, ist darauf zu achten, dass die zementgebundene Haftbrücke völlig abgebunden und ausgetrocknet sein muss.

Sanierungsempfehlungen – aus Schaden wird man klug ...

In Fällen, in denen sich der Putz gelöst hat, ist zuerst der Schadensumfang festzustellen. Risse im Putz sowie hohl klingende Stellen bei einer Klopfprobe müssen saniert werden. Am einfachsten, schnellsten und saubersten ist dabei das Aufbringen einer Unterkonstruktion auf geschädigte Wand oder Decke und das Aufschrauben von Gipskartonplatten. Dabei ist zu beachten, dass die Grundfläche der Räume oder bei Decken die lichte Raumhöhe eingeschränkt werden.

Alternativ muss der Putz auf der ganzen Decke oder Wand entfernt werden und komplett neu aufgebaut werden. Da die Räume regelmäßig seit längerer Zeit beheizt sind, ist das Schwinden der Stahlbetonbauteile zu einem Großteil abgeklungen. Die Verputzarbeiten können in den fertiggestellten Gebäuden unter optimalen Bedingungen erfolgen. Deshalb können auch Gipsputze erneut verwendet werden.

Bernhard Sagmeister, Neuwied; Johannes Schrenk, Pautzfeld

developed special-purpose products which are excellently suited for applying plaster to precast parts, both at the site and in the plant. These cement-bound products not only bond better with the concrete. They also exhibit a similar shrinkage behavior. In cases where gypsum plaster must be applied, care should be taken that the cement-bound bonding course has fully set and dried out before commencing with the work.

Recommendations for repair work – learning from mistakes ...

The first thing that needs to be done when plaster has fallen down is to determine the scope of the damages. Cracks in the plaster as well as hollow-sounding spots found by knocking on the surfaces concerned must be repaired. The simplest, fastest and cleanest procedure is the application of a substructure on the damaged wall or ceiling and screwing on of gypsum board. Here, attention must be paid to the fact that the floor space of a room or, where ceilings are involved, the clear height of a room, will be reduced.

The alternative is to remove the entire plaster coat from a ceiling or wall and to apply it again from the ground up. As the rooms will have been regularly heated over a long period of time, shrinkage of reinforced-concrete parts will to the most part have been completed. The plasterwork can be performed in the finished buildings under optimal conditions. For this reason, gypsum plaster can also be used again.