Bauhaus-Universität Weimar
F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde

D - 99421 Weimar

Haftung von Gipsputz an glatten Betonoberflächen

Kurzbericht

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.
Aktenzeichen: Z 6 – 5.4-02.10 / II 13 – 80 01 02-10
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Auftraggeber:	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Herr Raulfs Deichmanns Aue 31 – 37 D – 53179 Bonn
Auftragserteilung:	15. April 2002
Bearbeitung:	Dr. H.-B. Fischer (verantwortlich) F.A. Finger – Institut für Baustoffkunde Bauhaus – Universität Weimar

Prof. Dr.-Ing. habil. J. Stark

2004 –01-16

Einleitung und Ziel

Gipsputze auf Betonflächen sind ein System, welches sich langjährig bewährt hat. Bestandteile dieses Systems sind:

- einwandfreie Betonflächen als Putzuntergrund;
- fachgerechter Auftrag einer funktionsfähigen Haftbrücke und
- sorgfältiger Aufbringen eines geeigneten Gipsputzes.

Findet dies bei der Verarbeitung keine ausreichende Beachtung, so entsteht ein Gefährdungspotential bezüglich möglicher Putzschäden. Verschiedene Faktoren mit durchaus unterschiedlicher Wichtung sind dann in ihrer gemeinsamen Wirkung ursächlich für die Verminderung bzw. den Verlust des Haftverbundes.

Verschiedene kleinere Veränderungen in der Betontechnologie und das ständige Streben nach schnellerem Baufortschritt führten im letzten Jahrzehnt verstärkt zur Herstellung dichterer Betone mit größeren Bauteilfeuchten vor dem Putzauftrag. Dies hatte eine Zunahme von Schadensfällen zur Folge und führte in den letzten 3 Jahren dazu, dass Grenzwerte für die Restfeuchte im Betonuntergrund explizit empfohlen werden.

Die Vielfalt möglicher Ursachen für den Verlust des Haftverbundes im System ’GIPSPUTZ auf BETON’ wird in der Literatur ausführlich beschrieben. In eigenen Arbeiten /1 – 4/ wird hierzu eine Übersicht gegeben. Allerdings gilt es anzumerken, dass die Auswirkungen auf Grund ihres summarischen Effektes und ihrer Wechselwirkung nur schwer für jeden Wirkfaktor einzeln quantitativ zu beschreiben bzw. einzuordnen sind. Aus Sicht der Verfasser sind hierfür in /5 – 7/ erste gute und hoffentlich ausreichende Ansätze zu finden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Haftverbund im System ’BETON – HAFTBRÜCKE – PUTZGIPS’ auf der Basis von Bruchbildern bei Zugbeanspruchung beurteilt. Dabei wurden neben dem Putzgrund (Zementart, Wasser/Zement-Wert, Oberflächenrauigkeit) auch teilweise die Haftbrücke und der Putzgips variiert. Die äußeren Bedingungen waren dabei so festgelegt, dass sie sich an einer extremen Belastung orientierten:

- Verarbeitung von Putz und Haftbrücke bei 5 °C und
- Feuchtesättigung der Putzgrundoberfläche.

Der Haftverbund zwischen Gipsputz und Beton wird entsprechend der Euronorm prEN 1327912: 2001 /8/ charakterisiert: bei vollständigem oder teilweisem Adhäsionsbruch bei Zugbeanspruchung des Systems sind Haftzugfestigkeiten von mehr als 0,1 N/mm² erforderlich. Demzufolge sind von jeder Untersuchungsvariante die Haftzugfestigkeit und das Bruchbild zu bestimmen.

Zur Beurteilung des Haftverbundes hat sich die Herstellung von Probekörpern entsprechend folgender Methodik (FIB-Methodik) als gut erwiesen:

1. Definierte Feuchtesättigung der Betonplatten (300 mm x 300 mm x 40 mm) im Oberflächenbereich: mindestens 48 h vollständig im Wasser bzw. wässriger Lösung
2. Vorlagerung der Platten in Folie verpackt bei der erforderlichen Temperatur von 5°C : mindestens 24 h
3. Auftrag der Haftbrücken (teilweise zur Hälfte) auf jede Betonplatte bei Untersuchungstemperatur (Haftbrücke ebenfalls temperiert)
4. 24 h Belassen bei erforderlichen Bedingungen
5. Putzauftrag entsprechend den ausgewählten Bedingungen, Putz und Wasser temperiert
6. 3 Tage Lagerung der Verbundelemente unter den ausgewählten Bedingungen
7. Normaler Test: Lagerung der Verbundelemente bei 20°C / 65% rel. F. mit teilweiser Austrocknung über den Putz (Folie auf der dem Putz abgewandten Seite) entsprechend der Untersuchungsdauer (weitere 25, 87 bzw. 267 d).
   Beschleunigter Test: Trocknen der Verbundelemente bei 40°C über einen Zeitraum von 3 d

Für alle Untersuchungen werden zu jedem Messzeitpunkt jeweils 6 Stellen charakterisiert. Dazu werden die Haftzugfestigkeiten mit dem Haftprüfsystem HP 850 der Firma Herion ermittelt und die jeweiligen Kohäsionsbruch-Anteile per Augenschein in Schritten von 5% abgeschätzt. Obgleich die ermittelten Haftzugfestigkeiten zum Teil deutlich über dem in der Norm geforderten Wert von 0,1 N/mm² liegen, weist das Bruchbild bereits in vielen Fällen auf eine Schwächung des Verbundes im Grenzflächenbereich hin. Eine Beurteilung des Haftverbund erfolgt daher nachfiolgend auf Basis des Bruchbildcharakters:

Ungenügend	Note 6	Kohäsionsbruch zu	0...	10 %	=	Adhäsionsbruch zu	90...100 %
Mangelhaft	Note 5	Kohäsionsbruch zu	11...	25 %	=	Adhäsionsbruch zu	75... 89 %
Ausreichend	Note 4	Kohäsionsbruch zu	26...	50 %	=	Adhäsionsbruch zu	50... 74 %
Befriedigend	Note 3	Kohäsionsbruch zu	51...	75 %	=	Adhäsionsbruch zu	25... 49 %
Gut	Note 2	Kohäsionsbruch zu	76...	90 %	=	Adhäsionsbruch zu	10... 24 %
Sehr Gut	Note 1	Kohäsionsbruch zu	91...	100 %	=	Adhäsionsbruch zu	0... 9 %.

Durchführung der Forschungsaufgabe

Verwendete Materialien

Als Putzgrund dienten überwiegend Betonplatten aus Normalbeton (Abmessung: 300 mm x 300 mm x 40 mm), die entsprechend EN 1323 in Eigenproduktion bzw. durch eine Fremdfirma gefertigt wurden. Ergänzend wurden Leichtbetonplatten mit den gleichen Abmessungen genutzt. Bei der Plattenfertigung wurden Zementart, Wasser/Zement-Wert und Oberflächenrauigkeit variiert.

Bei den Untersuchungen kamen zwei verschiedene Gipsputzmörtel zur Anwendung, die nachfolgend durch die Buchstaben G (Fertigputzgips mit hoher Eigenfestigkeit) und R (Haftputzgips mit verbessertem Haftvermögen bei geringerer Eigenfestigkeit) unterschieden werden.

Ferner wurden zwei qualitativ unterschiedliche Haftbrücken angewandt:

Haftbrücke	K+	(qualitativ ‘anspruchsvoll‘)
Haftbrücke	H?	(qualitativ problematisch).

Untersuchungsmethoden

Die Beurteilung der Unterschiede des Putzgrundes erfolgte durch:

- Erfassung der Oberflächenfeuchte der Betonplatten im Lieferzustand
- Erfassung des Austrocknungsverhaltens des Betons
- Ermittlung der Wasseraufnahme des Betons nach KARSTEN
- Bestimmung der Mikrorauigkeiten der Betonoberfläche
- Bestimmung der wasserlöslichen Alkalien

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Putzgründe, der Putzmörtel und der Haftbrücken wurde durch die Charakterisierung des Haftverbundes erfasst. Zur Ermittlung möglicher Ursachen für die zu erwartenden Unterschiede erfolgten Untersuchungen zur Alkalienverteilung einschließlich Elektronenmikroskopie.

Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse des ersten Untersuchungskomplexes zur Beurteilung der Auswirkungen unterschiedlicher Haftbrücken, unterschiedlicher Mikrorauigkeiten, unterschiedlicher Zemente zur Betonplattenherstellung auf den Haftverbund sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst.

Tabelle 1
Haftbrücken im Vergleich - Versuchsserie ohne Folie -

Charakterisierung des Bruchbildes als Kohäsionsbruch im Gipsputz (in %)

		Zement Burglengenfeld Alkalien: 0,29 / 0,05 %		Zement Weisenau Alkalien: 0,71 / 0,15 %		Zement Leimen Alkalien: 0,99 / 0,10 %	
		Haftbrücke H?	Haftbrücke K+	Haftbrücke H?	Haftbrücke K+	Haftbrücke H?	Haftbrücke K+
w/z = 0,4	6 d (Tr.)	28	30	5	73	24	95
	28 d	69	-	0	-	33	-
	90 d	92	100	0	33	49	91
	270 d	92	-	25	-	13	-
w/z = 0,5	6 d (Tr.)	68	100	51	92	75	97
	28 d	73	-	0	-	51	-
	90 d	88	98	0	5	57	53
	270 d	100	-	0	-	53	-
w/z = 0,6	6 d (Tr.)	82	100	74	92	16	40
	28 d	36	-	3	-	0	-
	90 d	100	63	45	68	65	20
	270 d	63	-	8	-	73	-

Tabelle 2
Haftbrücken im Vergleich - Versuchsserie mit Folie -

Charakterisierung des Bruchbildes als Kohäsionsbruch im Gipsputz (in %)

		Zement Burglengenfeld Alkalien: 0,29 / 0,05 %		Zement Weisenau Alkalien: 0,71 / 0,15 %		Zement Leimen Alkalien: 0,99 / 0,10 %	
		Haftbrücke H?	Haftbrücke K+	Haftbrücke H?	Haftbrücke K+	Haftbrücke H?	Haftbrücke K+
w/z = 0,4	6 d (Tr.)	21	55	65	98	0	32
	28 d	16	-	0	-	4	-
	90 d	54	69	0	94	0	26
	270 d	63	-	15	-	0	-
w/z = 0,5	6 d (Tr.)	83	100	70	73	34	57
	28 d	70	-	9	-	17	-
	90 d	28	63	0	97	0	50
	270 d	48	-	8	-	1	-
w/z = 0,6	6 d (Tr.)	43	72	4	84	100	21
	28 d	80	-	0	-	4	-
	90 d	25	63	1	28	3	99
	270 d	52	-	6	-	32	-

Folgende Tendenzen lassen sich bei der Auswertung ableiten:

- Vergleicht man die Ergebnisse der beiden angewandten Haftbrücken (Tabellen 1 und 2) miteinander, so wird deutlich, dass die Qualität der Haftbrücke das Bruchbild maßgeblich beeinflusst. Der Haftverbund unter den verschiedensten hier betrachteten Bedingungen ist in nahezu 90 % der Fälle besser, wenn ***K+*** anstelle von ***H?*** zur Anwendung kommt. Diese Aussage trifft sowohl für die betrachteten Wasserbindemittelwerte, als auch für die verschiedenen Zementarten des Putzgrundes zu.
- Auswirkungen von unterschiedlichen **Mikrorauigkeiten des Putzgrundes** auf den Haftverbund konnten im Rahmen dieser Untersuchungen nicht aufgezeigt werden. Ursächlich hierfür waren Probleme bei der Betonplattenherstellung sowie unvermeidbare Inhomogenitäten im Oberflächenbereich der Betonplatten, die den Haftverbund stärker beeinflussten. Eine Zunahme der Rauigkeit bis in den Makrobereich war nicht Gegenstand der hier durchgeführten Untersuchungen. Unstrittig ist allerdings, dass auf schalungsrauen Oberflächen (z.B. Brettschalung) sich ein deutlich besserer Haftverbund des Gipsputzes erzielen lässt.
- Aus dem Vergleich der Ergebnisse bei Anwendung unterschiedlicher Wasserbindemittelwerte bei der Betonplattenherstellung zeigt sich eine gering ausgeprägte Abhängigkeit. Ein mittlerer Wasserbindemittelwert von 0,5 hat zumeist das günstigste Bruchbild. Tendenziell gilt aber, dass sich das Bruchbild mit Abnahme des Wasserbindemittelwertes geringfügig verschlechtert. Diese Aussage ist weitgehend unabhängig von der Art der verwendeten Haftbrücke.
- Deutlich ausgeprägter ist der Einfluss der zur Plattenherstellung verwendeten Zementart auf den Haftverbund. Es kann davon ausgegangen werden, dass alkalireiche Zemente zu einer Verschlechterung des Haftverbundes führen. Der Zement mit dem niedrigeren Gehalt an Alkalien (Burglengenfeld) weist fast immer ein vergleichsweise günstigeres Bruchbild auf. Eine konkrete Aussage über einen zulässigen Alkaligehalt im Zement ist auf Basis der vergleichsweise geringen Versuchsanzahl nicht möglich, da weitere Faktoren wie Zementgehalt im Beton, Dichtigkeit und Feuchtegehalt des Betons hierbei von maßgeblicher Bedeutung sind.
- Die Untersuchungen unter Anwendung der Haftbrücke ***H?*** und des Zementes mit dem niedrigeren Gehalt an Alkalien zur Betonplattenherstellung zeigen, dass sich der Haftverbund mit zunehmender Lagerungsdauer nur unwesentlich ändert, ohne dass es möglich ist, hier eine eindeutige Tendenz auszuweisen.
- Die Ergebnisse des Schnelltestes sind vergleichbar mit denen der üblichen Lagerung unter Laborbedingungen (20 °C / 65 % r.F.). Daraus lässt sich ableiten, dass der Schnelltest zur Beurteilung des Haftverbundes unter verschiedenen äußeren Einflüssen gut geeignet ist.
- Vergleicht man beide Haftbrücken, so ergibt sich, dass beide bei Nutzung des Zementes mit dem niedrigeren Gehalt an Alkalien im Beton relativ problemlos einen ausreichenden Haftverbund gewährleisten. Bei erhöhten Gehalten an löslichen Alkalien im Zement zeigt sich bei Anwendung der Haftbrücke ***H?*** ein deutlicher Verlust des Haftverbundes im Gegensatz zur Haftbrücke ***K+***. Folglich sind Qualitätsunterschiede bei den Haftbrücken auch besonders im Zusammenhang mit dem Gehalt an löslichen Alkalien in dem zur Betonplattenherstellung verwendeten Zement zu sehen.

Bei der Untersuchung von Leichtbetonplatten konnte bestätigt werden, dass

- ***K+*** im Vergleich zu ***H?*** die wesentlich bessere Haftbrücke ist und
- sich mit zunehmenden Feuchtepotential des Putzgrundes (Charge II enthält mehr Liapor als Charge I) der Haftverbund zumindest bei Haftbrücken mit verminderter Qualität verschlechtert.

Die Lagerung der Leichtbetonplatten vor Putzauftrag in verschiedenen Medien ergab, dass sich der Haftverbund dann verschlechtert, wenn zur Feuchtigkeitssättigung der Betonplatten Alkalisalzlösungen verwendet werden.

In einem zweiten Untersuchungskomplex wurde zum einen der Wasser/Zement-Wert variiert und eine Leichtbetonplatte zum Vergleich eingesetzt. Zur Feuchtesättigung der Betonplatten vor Putzauftrag diente neben Wasser verdünnte Kalilauge. Außerdem wurden zwei verschiedene Putzgipse eingesetzt. Die erhaltenen Ergebnisse zur Charakterisierung des Haftverbundes sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengefasst.

Tabelle 3
Auswirkung der Haftbrücke, Anwendung von Gipsputz R

Charakterisierung des Bruchbildes als Kohäsionsbruch im Gipsputz (in %)

		Lagerung in H_2O		Lagerung in KOH - 0,01n		Lagerung in KOH - 0,1n	
		ohne Haftbrücke	Haftbrücke K+	ohne Haftbrücke	Haftbrücke K+	ohne Haftbrücke	Haftbrücke K+
w/z = 0,5	6 d (Tr.)	36	92	75	95	26	20
	28 d	30	40	84	9	13	13
	90 d	37	52	53	46	1	0
w/z = 0,6	6 d (Tr.)	51	82	70	58	3	69
	28 d	8	8	97	43	1	0
	90 d	17	38	58	97	17	10
Leicht-beton	6 d (Tr.)	13	5	63	38	0	68
	28 d	1	58	97	3	20	48
	90 d	2	0	57	0	2	33

Tabelle 4
Auswirkung der Haftbrücke, Anwendung von Gipsputz G

Charakterisierung des Bruchbildes als Kohäsionsbruch im Gipsputz (in %)

		Lagerung in H_2O		Lagerung in KOH - 0,01n		Lagerung in KOH - 0,1n	
		ohne Haftbrücke	Haftbrücke K+	ohne Haftbrücke	Haftbrücke K+	ohne Haftbrücke	Haftbrücke K+
w/z = 0,5	6 d (Tr.)	0	76	40	77	20	2
	28 d	6	48	87	5	5	22
	90 d	15	77	3	32	-	5
w/z = 0,6	6 d (Tr.)	33	83	62	61	0	92
	28 d	0	8	98	79	2	4
	90 d	3	6	2	73	0	53
Leicht-beton	6 d (Tr.)	0	0	28	19	0	39
	28 d	0	47	83	3	8	63
	90 d	0	20	50	0	7	27

Folgende Tendenzen lassen sich bei der Auswertung ableiten:

- Unter den hier gewählten Randbedingungen lassen sich folgende tendenzielle Aussagen bezüglich der Haftbrücke treffen:
  - Bei Anwendung des Fertigputzgipses (***'G'***) ohne Haftbrücke bildet sich zumeist ein unzureichender Verbund des Putzgipses mit dem Untergrund heraus. Durch die Haftbrücke kommt es zu einer ausreichenden Verbesserung des Haftverbundes.

- Kommt der Haftputzgips (***'R'***) mit seiner speziellen haftverbessernden Rezeptur zum Einsatz, so wird bei einem Normalbeton als Putzgrund und Feuchtesättigung durch Wasser bereits ohne Haftbrückenauftrag ein ausreichender Verbund erzielt, der sich durch den Einsatz einer Haftbrücke allerdings nicht weiter verbessert.
- Bei der Vorlagerung der Betonplatten in Wasser ist die Wirksamkeit der Haftbrücke besonders gut nachweisbar (78 % bessere Ergebnisse mit Haftbrücke als ohne). Durch die Vorlagerung in den KOH-Lösungen lassen sich keine Auswirkungen der Haftbrücke aufzeigen. Diese Aussage ist unabhängig von der Art der hier verwendeten Gipsputze.

- Die hier erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass ein Einfluss des Wasserbindemittelwertes der hergestellten Betonplatten (0,5 im Vergleich zu 0,6) auf den Haftverbund mit dem Gipsputz nicht festgestellt werden kann. Diese Aussage ist unabhängig von der Art des verwendeten Gipsputzes.
- Bei Anwendung von Leichtbetonplatten verschlechtert sich das Bruchbild gegenüber Normalbeton als Putzgrund tendenziell (eine Ausnahme bildet hier lediglich die Lagerung in 0,01 n Kalilauge ohne Anwendung der Haftbrücke). Dies wird besonders bei Anwendung der Haftbrücke deutlich. Leichtbeton, mit seinem großen Feuchtepotential, ist somit stärker in Bezug auf den Verlust des Haftverbundes zum Gipsputz gefährdet als Normalbeton.
- Die Ergebnisse des Schnelltestes entsprechen denen der üblichen Lagerung unter Laborbedingungen (20 °C / 65 % r.F.). Daraus lässt sich ableiten, dass der Schnelltest zur Beurteilung des Haftverbundes unter verschiedenen äußeren Einflüssen geeignet ist.
- Ferner zeigen die Untersuchungen, dass sich der Haftverbund mit zunehmender Lagerungsdauer der Prüfkörper nur unwesentlich ändert.

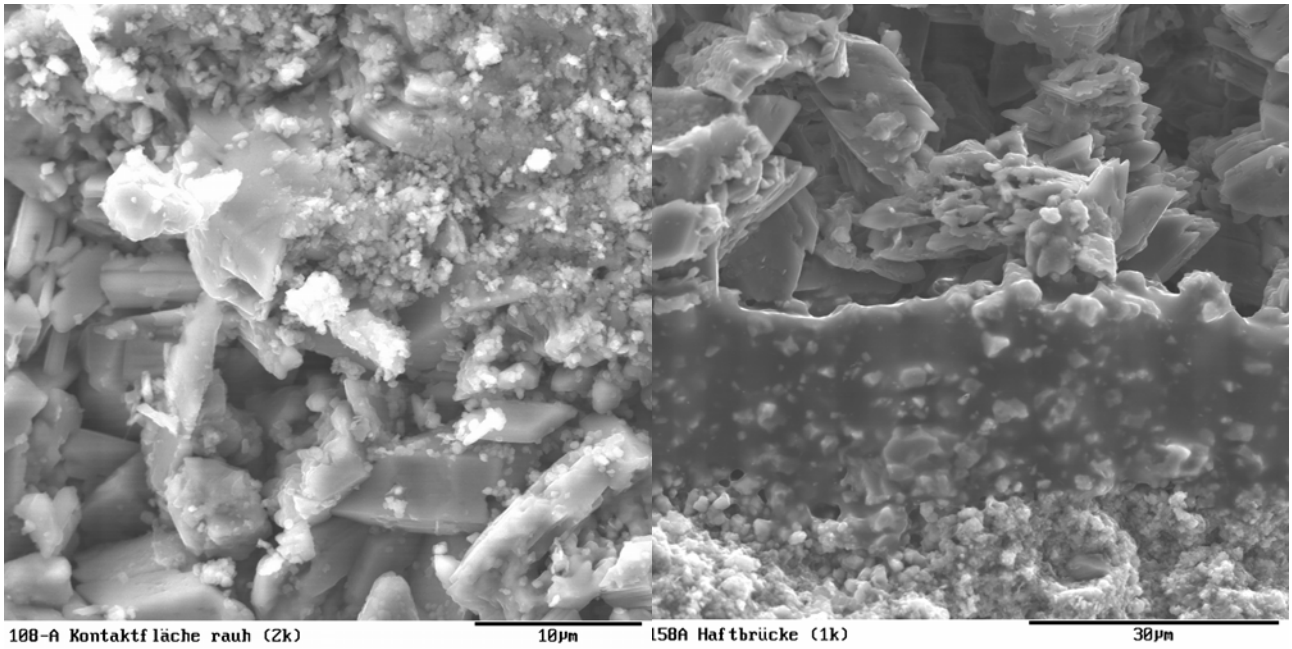

Abb. 1 a (links)
Veränderte Kristallformen des erhärteten Putzgipses im Kontaktflächenbereich zur Haftbrücke:
rechts oben – Kleine Gipskristalle im unmittelbaren Kontaktflächenbereich
links unten – größere Gipskristalle mit klaren Konturen in geringer Entfernung von der Grenzfläche

Abb. 1 (rechts) - Schnitt durch den Probekörper
Auswirkung der Vorlagerung in verdünnter Kalilauge (Darstellung im Schnitt):
Verstärkte Auslaugungserscheinungen im Grenzflächenbereich oberhalb der Haftbrücke

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen ferner, dass es zu einem Transport von Alkalien während der Nutzungsphase infolge Austrocknung des gesamten Verbundkörpers, aber insbesondere des Betons kommt. Nasschemische Untersuchungen von Putzgipsproben bezüglich ihres Gehal-

tes an löslichen Alkalien ergeben auf Grund der Probendicke von jeweils ca. 1 mm nur bedingt aussagekräftige Resultate. Durch punktuelle Messungen mittels Elektronenstrahlmikroanalyse konnte allerdings aufgezeigt werden, dass es im Grenzflächenbereiches des Beton zu enormen Alkalianreicherungen kommt. Ebenso sind der unmittelbaren Grenzflächenbereich des Putzgipses zur Haftbrücke aber auch die grenzflächenferneren Bereiche des Putzgipses durch hohe Alkaligehalte gekennzeichnet. Die elektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigen punktuell die Auswirkungen der Alkalien (Abb. 1). Ursache für stark differierende Alkaligehalte in verschiedenen Mikrobereichen einer Untersuchungsposition dürften lokale mehr oder minder stark geprägte Anreicherungen (infolge Verdunstung der Probekörperfeuchte kristallisieren Alkalisalze aus) sein. Deshalb wurde je Untersuchungsposition der Alkaligehalt an mehreren Messpunkten bestimmt.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Verbund von Gipsputz auf Beton neben schon so bekannten Auffassungen wie
- korrektes Arbeiten nach den Verarbeitungsvorschriften der Haftbrücken- und Gipsputzhersteller
- Vermeidung von unzulässig hohen Putzgrundfeuchten

auch vom Alkaligehalt der Zementart im Beton und der Qualität der Haftbrücke abhängt.

Durch geringere Alkaligehalte in den Betonen und eine sachgerechte Verarbeitung qualitativ hochwertiger Haftbrücken ist ein besserer und dauerhafterer Verbund im System ’BETON – HAFTBRÜCKE – PUTZGIPS’ zu erzielen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Nachweis erbracht, dass sich auch unter ungünstigen Randbedingungen (hohe Putzgrundfeuchte, niedrige Temperatur) im System ’BETON – HAFTBRÜCKE – PUTZGIPS’ ein ausreichender Verbund ausbilden kann. Bei ungünstigen Konstellationen weiterer Einflussfaktoren nimmt aber das Risiko von späteren Ablösungen des Gipsputzes vom Beton teilweise extrem zu.

Sind derartige ungünstige Konstellationen abzusehen, z.B. die Forderung nach extrem schneller Fertigstellung eines Gebäudes, welche mit hoher Putzgrundfeuchte und hohem Restschwindmaß des Betons verbunden ist, dann kann die Gefahr späterer Putzschäden durch Anwendung von Zementen mit möglichst geringem Alkaligehalt zur Betonherstellung vermindert werden. In jedem Fall ist die Anwendung einer nach FIB-Methodik erprobten Haftbrücke zu empfehlen.

Literatur

/1/ Fischer, H.-B.; Vtorov, B.; Stark, J.: Haftbrücken im System ‘Gipsputz auf Beton‘
ZKG - INTERNATIONAL. - 55 (2002) 12. – S. 79 – 86

/2/ Fischer, H.-B.; Möser, B.; Stark, J. : Darstellung des Haftverbundes im System ’BETON / HAFTBRÜCKE / GIPSPUTZ’ mittels Elektronenmikroskopie
ZKG - INTERNATIONAL. - 56 (2003) 08/09. – S. 66 – 77

/3/ Fischer, H.-B.: Gipsputzhaftung auf Beton
Weimar, 2003. - 15. ibausil, Tagungsband 1. - S. 1007 – 1028

/4/ Fischer, H.-B.: Bestimmung des Haftverbundes und der Feuchtebewegung im System ’GIPSPUTZ / (HAFTBRÜCKE) / ZEMENTGEBUNDENE PLATTE’
Weimar, 2003. - 15. ibausil, Tagungsband 2. – S. 1183 – 1204

/5/ Protokoll: Putzgrundprüfung für gipshaltige Putze auf Betonwänden und Decken
In: ÖAP - Verarbeitungsrichtlinien für Werkputzmörtel III. – 2001. – S. 25

/6/ Haftbrücken für Gipsputze und gipshaltige Putze
Merkblatt des Deutschen Stuckgewerbebundes sowie der Industriegruppe Baugipse. – 2002. – 4 S.

/7/ Gipsputze und gipshaltige Putze auf Beton
Merkblatt des Deutschen Stuckgewerbebundes sowie der Industriegruppe Baugipse. – 2002. – 6 S.

/8/ European Standard: Gypsum binders and gypsum plasters. Part 1: Definitions and requirments
prEN 13279-1. – 12 March 2001. – 15 S.