

Kratzempfindlichkeit und frühzeitige Einwirkung von Wasser

■ Dr. Karl-Uwe Voß, MPVA Neuwied, Deutschland

Im ersten Teil der Artikelserie wurde über den Einfluss der Verwendung von Oberflächenvergütungen auf das optische Erscheinungsbild von Betonwaren diskutiert. Es wurde darauf hingewiesen, dass hierbei zwischen den jeweiligen Vergütungssystemen (organisch oder anorganisch), der Applikationstechnik, des Applikationsortes sowie der Applikationsmenge und -dicke zu differenzieren ist. Es wurde weiterhin ausgeführt, dass der Auswahl geeigneter Reinigungsmittel bei oberflächenvergüteten Produkten eine größere Aufmerksamkeit zu widmen ist. So kann die Verwendung nicht geeigneter Reinigungsmittel zu Veränderungen am optischen Erscheinungsbild der Produkte führen. In einem weiteren Teil beschäftigte sich der erste Artikelteil mit der Frage, welche Reinigungsfähigkeit vergütete Produkte aufweisen müssen und wie sich der Zeitpunkt der Reinigung auf die Reinigungsfähigkeit der Produkte auswirkt. Im zweiten Teil der Artikelserie wird vorrangig über die sachverständige Bewertung der Kratzempfindlichkeit oberflächenvergüteter Produkte sowie über Farbveränderungen an diesen Produkten aufgrund der frühzeitigen Einwirkung von Wasser berichtet.

Optische Beeinträchtigungen an vergüteten Betonwaren

Kratzempfindlichkeit

Die Entstehung von Kratzern an vergüteten Betonplatten kann eine Vielzahl von möglichen Ursachen haben und die Optik der Produkte in erheblichem Umfang beeinflussen. Ursächlich kann die Entstehung der Kratzer u. a. darauf zurückzuführen sein, dass auf der Pflasterdecke liegende Gesteinskörner durch PKWs oder LKWs überfahren werden. Nicht selten wird aber vergessen, dass auch bereits bei der Begehung entsprechender Pflasterdecken bzw. Plattenbelägen Kratzer in der Produktoberfläche entstehen können, wenn Sand an den Schuhsohlen anhaftet. Auf diese Weise können optische Veränderungen an vergüteten Betonplatten in Form von Kratzern entstehen, die nicht selten Gegenstand von Rechtsstreitigkeiten sind.

Einflüsse auf die Kratzempfindlichkeit

Ergeben sich durch kratzende Beanspruchungen optische Veränderungen an vergüteten Betonplatten, wird seitens der Streitbeteiligten häufig die Frage gestellt, ob die vor Ort eingebrachten Betonplatten einen ausreichenden Kratzwiderstand aufweisen. Das Problem des Sachverständigen besteht in diesen Fällen darin, dass im einschlägigen Regelwerk nur Prüfverfahren und Grenzwerte für die Bestimmung und Bewertung des Verschleißwiderstandes der Produkte festgelegt wurden. Konkrete Prüfverfahren zur Bewertung der Kratzempfindlichkeit der Produkte sind im Gegensatz dazu nicht bekannt, so dass eine regelwerkskonforme Bewertung der Kratzempfindlichkeit der Produkte nicht möglich ist. Somit bleibt dem Sachverständigen nur die Möglichkeit, die Frage zu beantworten, ob die Kratzempfindlichkeit der vergüteten Produkte über das übliche Maß „vergleichbarer Produkte“ hinausgeht. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die optische Auffälligkeit von Kratzern auf vergüteten Produkten u. a. von den nachfolgend genannten Einflussgrößen abhängt:

- **Glanzgrad der Produktoberfläche:**
Je stärker die Produktoberfläche glänzt, desto deutlicher treten Kratzer optisch vor allem im Streiflicht in Erscheinung;
- **Farbe der Produkte:**
Je dunkler die Produkte sind, desto stärker treten Kratzer optisch in Erscheinung. Aus diesem Grunde fallen Kratzer bei anthrazitfarbenen oder roten Produkten sehr viel deutlicher auf, als bei grauen oder nuancierten Produkten. Dies gilt selbst dann, wenn die vorliegenden Kratzer die gleiche Intensität und Ausprägung aufweisen;
- **Rauheit der Produktoberfläche:**
Je rauer die Produktoberflächen sind, desto stärker wechselwirken z. B. Sande oder feine Splitte mit der Produktoberfläche und umso höher sind die auf die Produktoberfläche einwirkenden Kräfte, die zu Kratzern führen können.



■ Dr. Karl-Uwe Voß (1966), 1985 - 1992 Chemiestudium und Promotion an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster; 1992 - 1997 Sachbearbeiter und stellvertretender Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR, Beckum; 1998 - 2000 technischer Geschäftsführer der Duisburger Bundesüberwachungsverbände und des Baustoffüberwachungsvereins Nordrhein-Westfalen; 2000 - 2002 Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR; seit 2002 Geschäftsführer und Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied; seit 2005 von der IHK Koblenz als Sachverständiger für Analyse zementgebundener Baustoffe öffentlich bestellt und vereidigt; seit 2013 im Vorstand des QS-Pflaster; seit 2014 im Vorstand des LVS Rheinland-Pfalz; seit Dezember 2014 wurde der Bestellungstenor auf den Bereich der Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen und anderen Betonwaren ausgedehnt. voss@mpva.de

• Härte der Oberflächenvergütung:

Je härter die Oberflächenvergütung ist, umso größer müssen die einwirkenden Kräfte sein, um zur Bildung von Kratzern zu führen. Die Härte der Oberflächenvergütung ist dabei in erster Linie vom Vergütungssystem (Acrylat, Polycarbonat, Silian, Siloxan) abhängig. Bei einigen Systemen bewirkt die hohe Festigkeit allerdings auch eine kratzerbegünstigende Sprödigkeit der Oberflächenvergütung;

• Kratzerverursachende Materialien:

Neben den vergüteten Produkten hat auch das kratzer verursachende Material (z. B. Splitt, Stuhlfüße) einen erheblichen Einfluss auf die Entstehung von Kratzern. Je spitzer und härter das einwirkende Material ist, desto größer ist auch die Gefahr für die Entstehung von Kratzern in den Produktoberflächen;

• Umgebungsbedingungen:

Die Umgebungsbedingungen haben einen Einfluss auf die Entstehung der Kratzer. So ist davon auszugehen, dass die Oberflächenvergütungen (sofern es sich um organische Systeme handelt) bei höherer Temperatur weicher werden.

Über die konkrete Größenordnung der entsprechenden Einflüsse ist derzeit wenig bekannt, so dass die Beantwortung der o. g. Fragestellung im Regelfall auf Basis des Bauchgefühls und der Erfahrung des Sachverständigen erfolgen muss.

Verfahren zum Nachweis der Kratzempfindlichkeit

Da im einschlägigen Technischen Regelwerk in Deutschland keine Anforderungen an den Kratzwiderstand der Produkte definiert werden, ja noch nicht einmal allgemeine Prüfverfahren zur Bestimmung des Kratzwiderstandes festgelegt wurden, kamen im Rahmen orientierender Untersuchungen in der MPVA Neuwied GmbH einige Prüfverfahren zur Abschätzung der Kratzempfindlichkeit der Produktoberflächen zum Einsatz. Die besten Ergebnisse wurden mit einem Härteprüfstift in Kombination mit einer Kratzschablone erzielt. Diese



DER COLORIST ERGÄNZUNGSMODUL FÜR COLORMIX-OPTIKEN

- BIS ZU 6 VERSCHIEDENE FARBEN
- DIE KONSTRUKTION DES COLORISTEN ERLAUBT DIE ANPASSUNG AN PRAKTISCH ALLE VORSATZGERÄTE
- DIE MITGELIEFERT EIGENE STEUERUNG ERLAUBT DIE INTEGRATION DURCH EINFACHEN SIGNALAUSTAUSCH
- KEINE UMPROGRAMMIERUNG DER VORH. MASCHINENSTEUERUNG
- DIE BEWEGUNGEN DES COLORISTEN SIND FREQUENZGEREGELT UND ERLAUBEN FEIN ABGESTIMMTE NUANCIERUNGSMÖGLICHKEITEN UND VIELFACH UNTERSCHIEDLICHE COLORMIX-OPTIKEN
- HOHE REPRODUZIERBARKEIT DES DEFINIERTEN FARBSPIELS
- DIE EINSTELLUNGEN KÖNNEN ALS REZEPT GESPEICHERT WERDEN

Baustoffwerke
Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG
 >> **KBH Maschinenbau**
 Einöde 2, D-87760 Lachen
 Telefon +49 (0) 83 31-95 03-0
 Telefax +49 (0) 83 31-95 03-40
maschinen@k-b-h.de
www.k-b-h.de

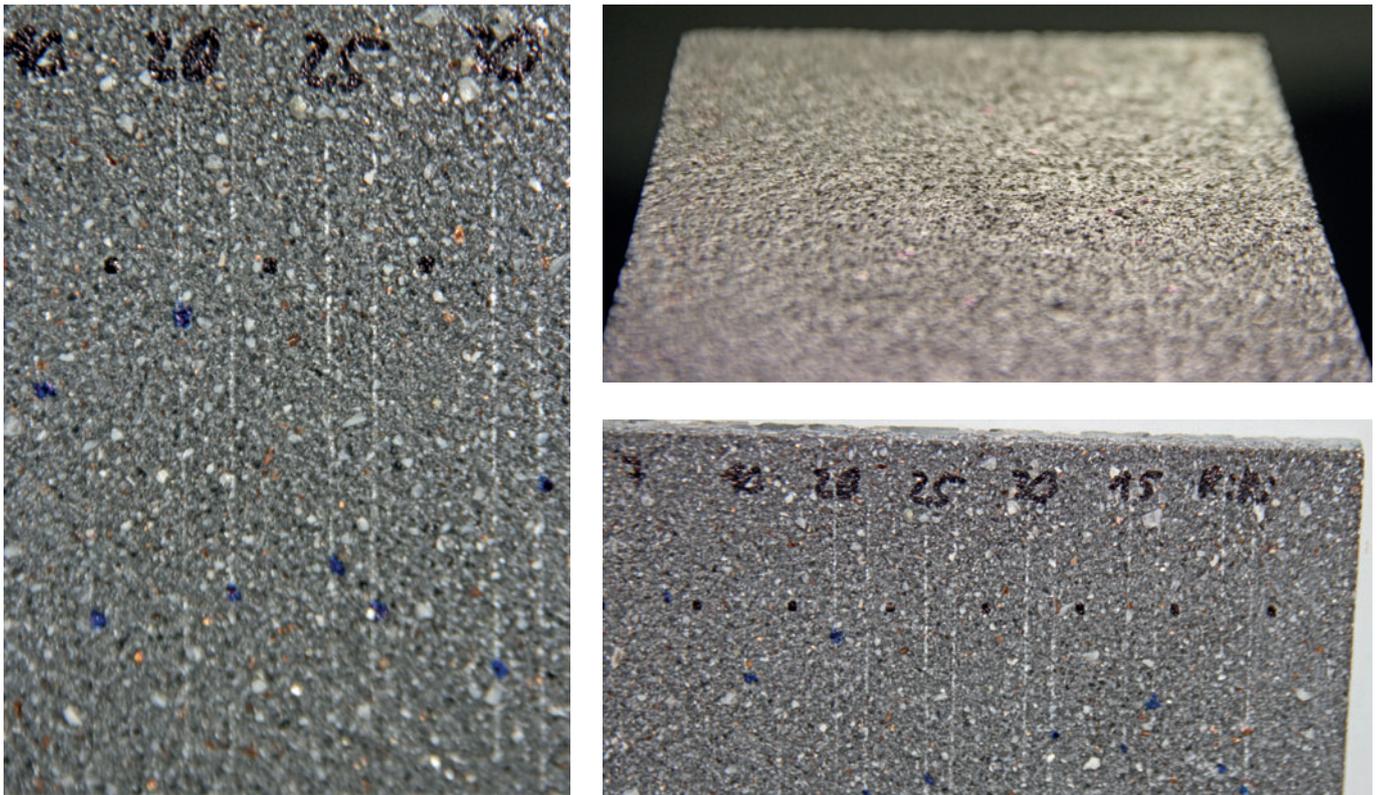


Abb. 1: Ergebnisse eines Ritztests an einer vergüteten Betonplatte

Härteprüfer bestehen aus einem Prüfstift mit einer definierten Ritzspitze (Material und Durchmesser), die mit einer bestimmten Kraft auf die Prüffläche gedrückt werden. Im Rahmen dieser Versuche wurden die Proben mit variierenden Anpressdrücken geritzt und die Probenoberflächen anschließend augenscheinlich beurteilt (siehe Abb. 1).

Bei der augenscheinlichen Ansprache erfolgten die nachfolgend aufgeführten Bewertungen:

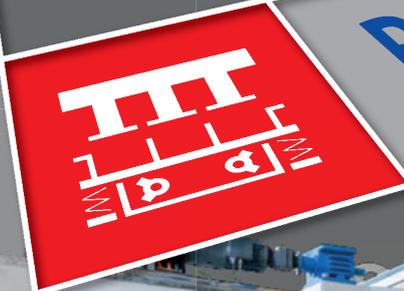
1. Das Ritzbild wurde aus geringer Entfernung angesprochen (siehe „Detailansprache“ aus Tab.1 und Abb. 1 links);
2. Die Schädigung der Vergütung wurde im Streiflicht untersucht (siehe „Schaden im Streiflicht“ aus Tab.1 und Abb. 1 rechts oben);

3. Das Kratzbild wurde aus einem Abstand von 2 m dahingehend geprüft, ab welchem Anpressdruck deutlich erkennbare Kratzer entstehen (siehe „Kratzer aus 2 m“ aus Tab.1 und Abb. 1 rechts unten).

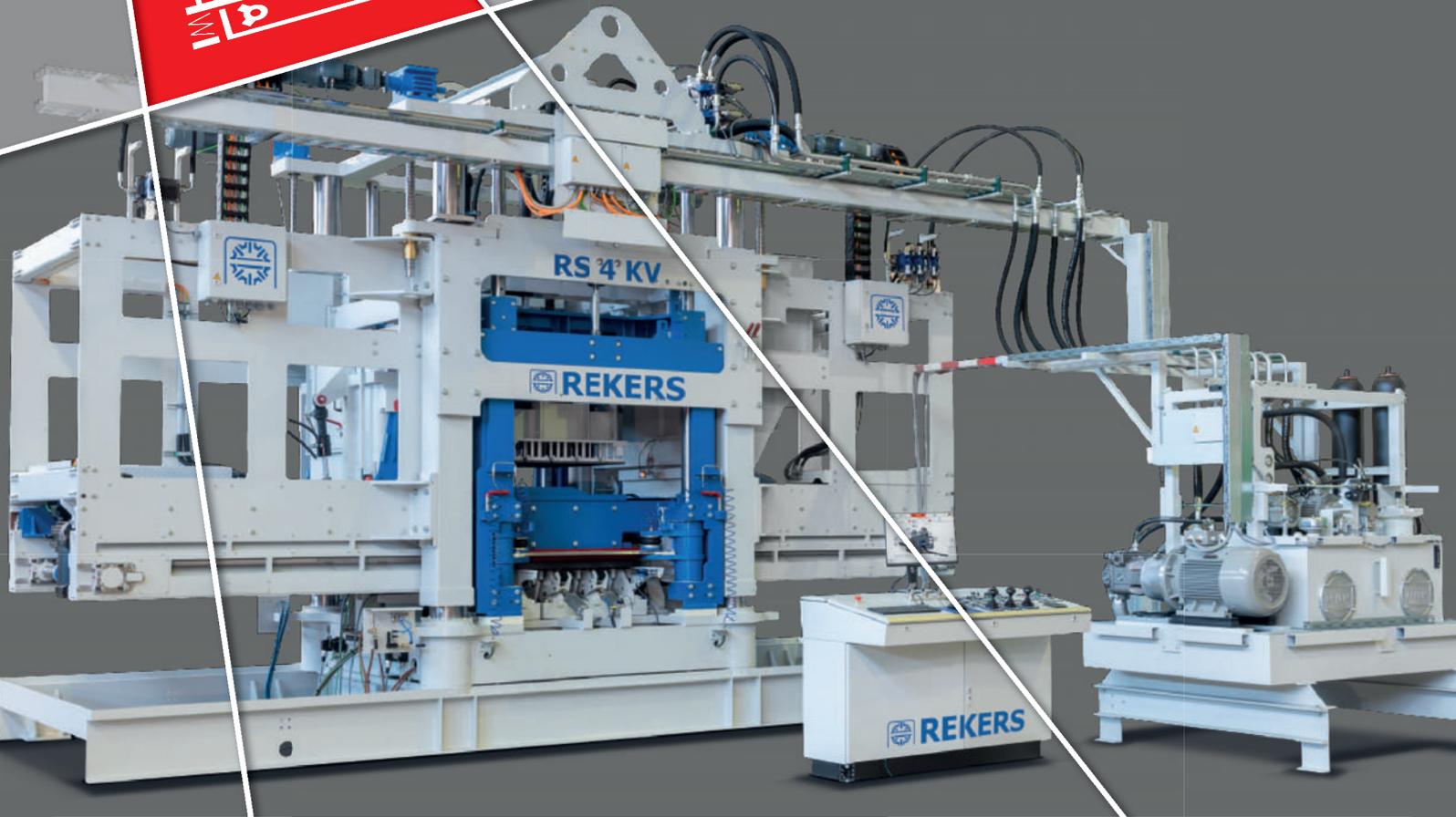
Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Kratzwiderstand vergüteter Produkte mittels dieses Verfahrens reproduzierbar zu ermitteln ist. Für die Bewertung der ermittelten Kratzwiderstände der Produkte liegen bislang allerdings nur erste Richtwerte vor. Zur Ermittlung sachgerechter Grundlagen zur Bewertung des Kratzwiderstandes von Produkten werden derzeit Reihenuntersuchungen an nicht vergüteten und vergüteten Betonplatten in der MPVA Neuwied durchgeführt. Auf Basis dieser Untersuchungen sollen möglichst Grenzwerte festgelegt werden, auf deren Basis der Kratzwiderstand der Produktoberflächen bewertet werden kann.

Tabelle 1: Ergebnisse von Ritztests an vergüteten Betonplatten

Auftrag	Ansprache	Kratzhärte									
		2 N	5 N	7 N	10 N	15 N	20 N	25 N	30 N	RiRi 1	
1	4-16/1601/17	Detailansprache	0	x	x	x	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
	Schaden im Streiflicht	keiner									
	Kratzer aus 2 m	Übergang 10 N auf 15 N									
2	6-16/1192/17	Detailansprache	0	0	0	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
	Schaden im Streiflicht	keiner									
	Kratzer aus 2 m	Übergang 15 N auf 20 N									



RS 4 KV Steinformmaschine



Kippformmaschine



Den Fortschritt im Griff...

- Steinformmaschinen
- Handling Steinformanlagen
- Veredelung
- Schwellenhandling
- Betonmisch- und Transportanlagen
- Rohr- und Schachthandling
- Sonderlösungen
- Steuerung

■ 100%
■ made in
■ Germany

www.rekers.de



Abb. 2: Zu bewertende Betonplatten mit Kratzern (rote Pfeile)

Sachverständige Bewertung von Kratzern an vergüteten Produkten

Da Abnehmer besonders hohe Anforderungen an das optische Erscheinungsbild der hochpreisigen, vergüteten Produkte stellen, wird die Bildung von Kratzern gerade bei diesen Produkten häufig reklamiert. Gleichzeitig steht dem Sachverständigen aber kein Rüstzeug zur Verfügung, mit dem er den Kratzwiderstand dieser Produkte sachgerecht bewerten kann. Demnach muss er den Kratzwiderstand der Produkte allein auf Basis seiner Erfahrung bewerten.

Anhand der nachfolgenden Schadensbeispiele soll den Sachverständigen ein Weg aufgezeigt werden, wie derartige Reklamationen nach dem derzeitigen Erkenntnisstand bearbeitet werden können.

Bei dem ersten Schadensbeispiel wurden u. a. die nachfolgenden Fragen an den Sachverständigen gestellt:

1. Weisen die imprägnierten und versiegelten Betonplatten Schadstellen in der Plattenoberfläche auf?
2. Weisen die imprägnierten und versiegelten Betonplatten einen ausreichende Kratzwiderstand auf?

Abb. 2 zeigt die zu beurteilenden, mit einer Acrylatvergütung versehenen Betonplatten.

Auf Basis der im Rahmen der Gutachtenerstellung durchgeführten Untersuchungen handelte es sich bei den zu bewertenden Produkten um hochwertige Betonplatten mit deutlich wasserabweisenden Eigenschaften. Weiterhin war festzustel-

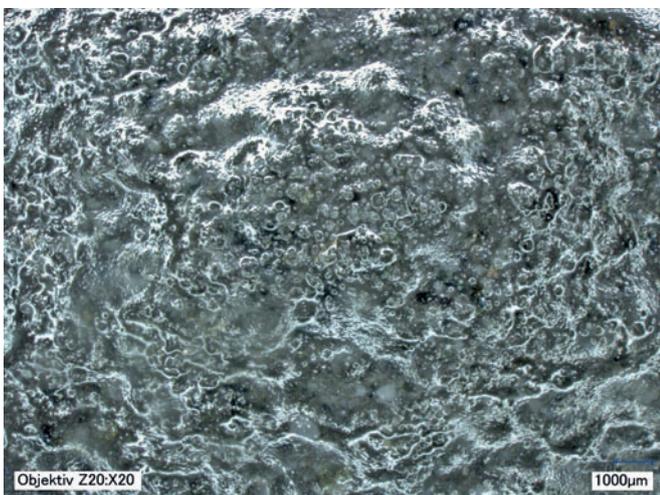


Abb. 3: Annähernd geschlossene Oberflächenvergütung der untersuchten Proben

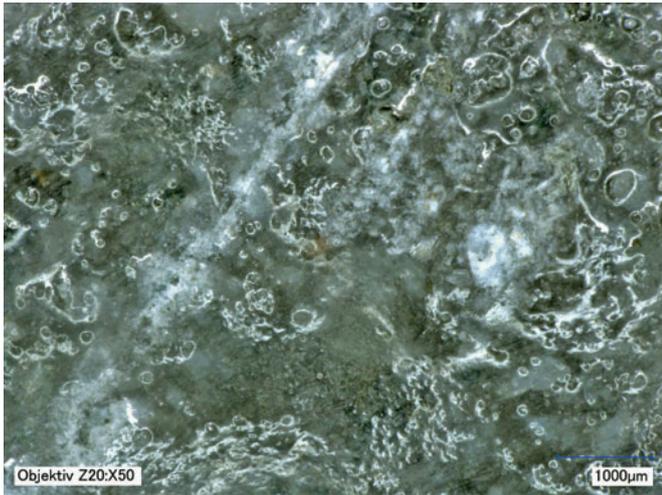


Abb. 4: Kratzer in der Probenoberfläche

len, dass die vorliegenden Kratzer nicht zu einer Schädigung der Funktion der Oberflächenvergütung der Platten geführt hatten.

Auf Basis der digitalmikroskopischen Untersuchung der Oberflächen der Proben zeigte sich, dass auf den Betonplatten eine annähernd geschlossene Oberflächenvergütung aufsaß, die nur sehr vereinzelt von Bläschen unterbrochen wurde (Abb. 3).

Digitalmikroskopisch war erkennbar, dass die Oberflächenvergütung im Bereich der Kratzer zwar leicht beschädigt war, aber an keiner Untersuchungsstelle durch die Kratzer durchdrungen wurde (siehe Abb. 4).

Die sehr geringe Tiefe der Kratzer ließ sich durch die dünn-schliffmikroskopischen Aufnahmen bestätigen (siehe Abb. 5). So war festzustellen, dass an der Untersuchungsprobe kein signifikanter Materialabtrag der Oberflächenvergütung im Bereich des Kratzers (roter Pfeil) nachweisbar war. Eine tiefgreifende „Zerstörung“ der Oberflächenvergütung lag demnach nicht vor.

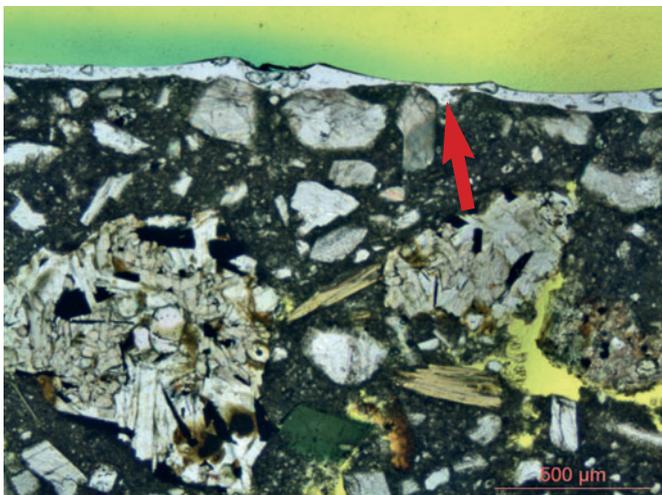
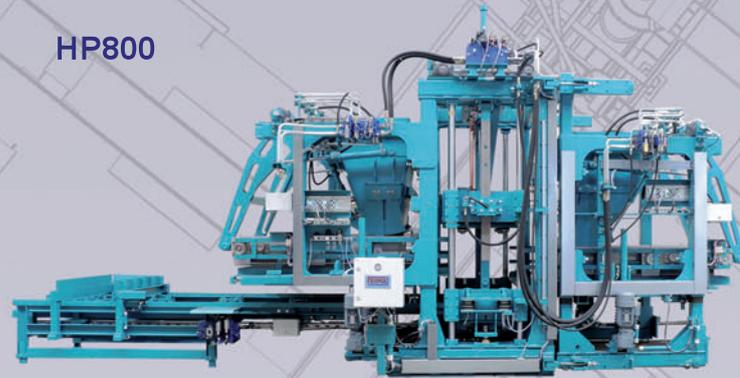
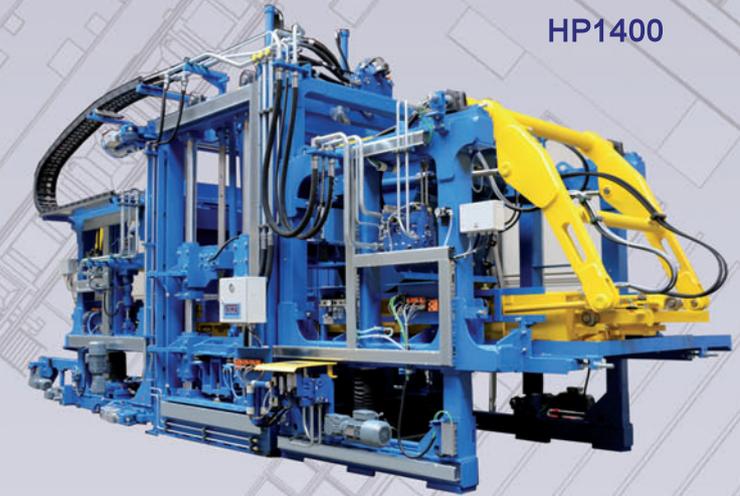


Abb. 5: Polarisationsmikroskopische Aufnahme im Bereich eines Kratzers



HP800



HP1400



P650

Die Spezialisten für:

- Betonsteinanlagen
- Misch- und Dosiertechnik
- robotergesteuerte Sonderanlagen
- Betonstein Veredelungsanlagen





Abb. 6: Pflasterdecke mit zum Teil verkratzten Betonplatten

Zur Bewertung der Kratzempfindlichkeit erfolgte darüber hinaus ein Ritztest an der Plattenoberfläche, bei dem festgestellt wurde, dass die Entstehung von Kratzern nur bei hohen Anpressdrücken nachzustellen war. Eine erhöhte Kratzempfindlichkeit (Bildung von Kratzern bei geringen Anpressdrücken) dieser Produkte war demnach nicht nachweisbar. Auf Basis dieser Untersuchungsergebnisse erfolgte die nachfolgende Bewertung:

- In der Oberfläche der Betonplatten waren keine signifikanten Schadstellen erkennbar, an denen die Oberflächenvergütung deutliche Schäden aufwies;
- Der Kratzwiderstand der vergüteten Betonplatten war als erwartungsgemäß zu beurteilen;
- Die Art und Ausprägung der Kratzer lässt vermuten, dass die Kratzer durch lokale mechanische Einwirkungen auf

die Produktoberflächen (z. B. durch Steine, Gartenmöbel, o. ä.) hervorgerufen wurden.

Bei einer anderen Reklamation kamen ebenfalls mit einer Acrylatvergütung behandelte Betonplatten zum Einsatz. Auch bei dieser Reklamation wurde seitens des Bauherrn reklamiert, dass die vergüteten Betonplatten eine deutlich erhöhte Kratzempfindlichkeit aufwiesen (siehe Abb. 6).

Im Rahmen der digital- und dünnschliffmikroskopischen Untersuchungen zeigte sich, dass es sich bei den Kratzern zum Teil um leichte Schleifspuren, zum Teil aber auch um intensivere Kratzer handelt. In der Nachbarschaft zu den augenscheinlich erkennbaren Kratzern fanden sich im Regelfall keine weiteren Hinweise auf mechanische Einwirkungen, so dass festzustellen war, dass es sich um lokal begrenzt auftretende „Schadstellen“ handelte (siehe Abb. 7).

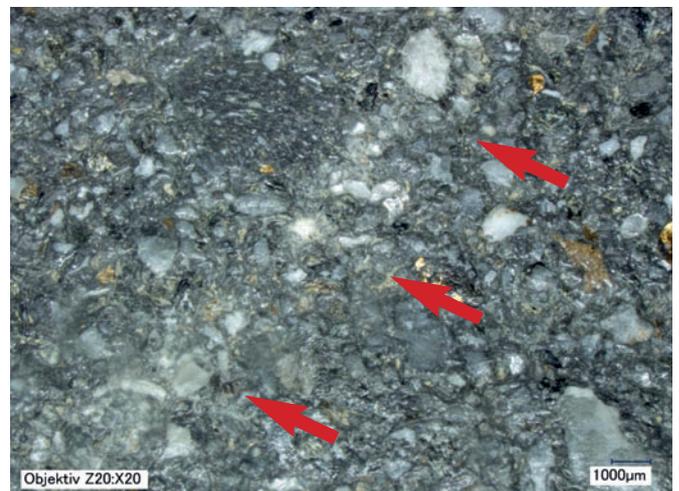
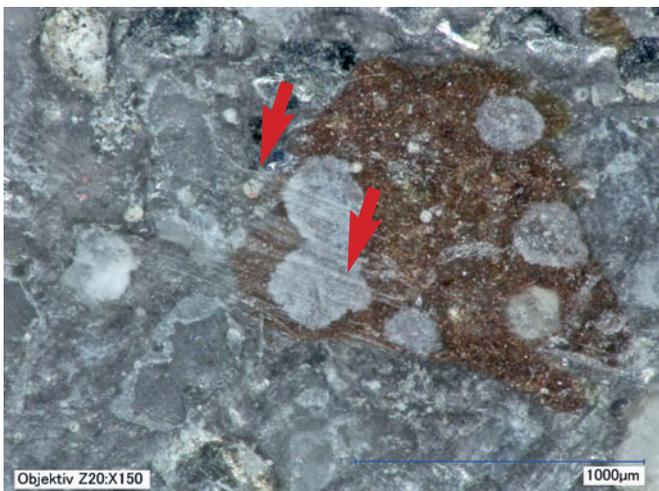
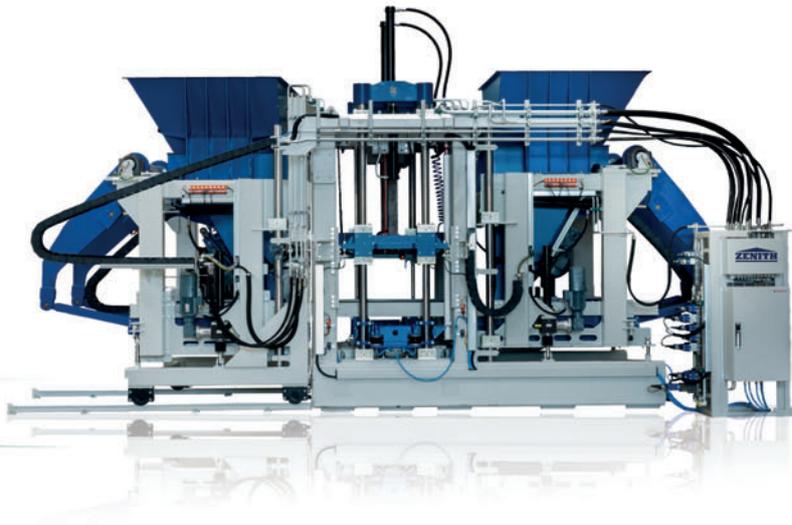


Abb. 7: Kratzspuren in der Plattenoberfläche



MODEL 1500

MADE IN GERMANY

- State of the art design
- Bolt on structure with extremely low cost maintenance
- Super-efficient servo vibration control
- Fully electrical controlled handling system

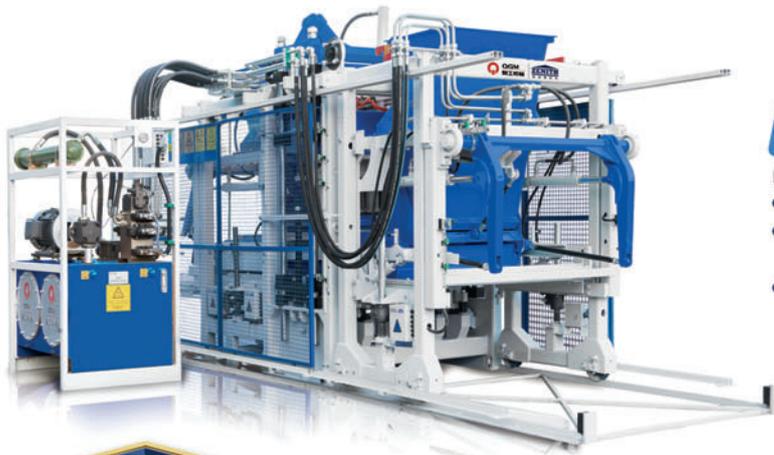


MODEL 940

MADE IN GERMANY

Unique in the world for Lego block production

- Universal machine, product height: 50 to 1000mm
- Multilayer & Board-free block making technology
- Easy setup and maintenance



MODEL ZN900C

MADE IN CHINA

- German design Machine
- Extremely cost efficient to get into concrete business
- Able to produce almost all kinds of concrete blocks and paving stones



CHAMPIONS MADE IN GERMANY

We Provide Integrated Solutions For Block Making



Tabelle 2: Bestimmung der Ritzhärte der vergüteten Betonplatte

Auftrag	Ansprache	Kratzhärte									
		2 N	5 N	7 N	10 N	15 N	20 N	25 N	30 N	RiRi 1	
1	4-16/1601/17	Detailansprache	0	x	x	x	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
		Schaden im Streiflicht	keiner								
		Kratzer aus 2 m	Übergang 10 N auf 15 N								

Zur Bewertung der Kratzempfindlichkeit der Produktoberflächen kam auch hier der Kratztest mit einem Härteprüfer (Wolframcarbidspitze mit einem Durchmesser von 0,75 mm) zur Anwendung. Der Anpressdruck wurde zwischen von 2 N und 30 N variiert. Anschließend wurden die in den Plattenoberflächen resultierenden Kratzer augenscheinlich beurteilt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tab. 2 dokumentiert. Wie diese Ergebnisse zeigen, waren erste sehr schwache Kratzer ab einem Anpressdruck von 5 N erkennbar. Optisch auffällige Kratzer traten aus betrachtungsüblichem Abstand aber erst ab einem Anpressdruck von 15 N auf, was für acrylatvergütete Produkte auf Basis der bisherigen Erkenntnisse als erwartungsgemäß und damit baustofftypisch zu bewerten ist.

Eintrübung oberflächenvergüteter Produkte durch die frühzeitige Einwirkung von Wasser

Bei der Begutachtung von Eintrübungen an oberflächenvergüteten Produkten wurde des Häufigeren festgestellt, dass diese auf eine frühzeitige Einwirkung von Wasser zurückzuführen sein können. Das nachfolgende Beispiel zeigt einen derartigen Fall, bei dem eine frühzeitige Einwirkung von Wasser auf noch reaktive Anteile der Bestandteile der Oberflächenvergütung zu einer deutlichen Aufhellung der Produktoberflächen geführt hat (siehe Abb. 8).

Im Rahmen der digitalmikroskopischen Untersuchung zeigte sich, dass in der Oberfläche der aufgehellten Platten zum

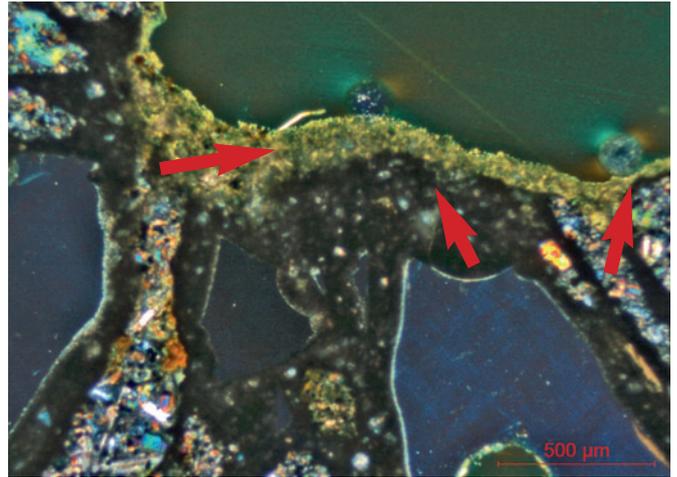


Abb. 9: Material, welches die Tiefpunkte der Produktoberfläche auskleidet

Teil trübe erscheinende Ablagerungen vorhanden waren (Abb. 8 rechts). Abb. 9 zeigt, dass die Aufhellungen aus einem Material bestehen, welches in erster Linie die Tiefpunkte der Produktoberfläche auskleidet (rote Pfeile).

Die in Abb. 9 erkennbaren bunten Interferenzfarben der Ablagerungen belegen, dass es sich bei den Ablagerungen um mineralische Bestandteile handelt.



Abb. 8: Aufhellung vergüteter Betonplatten



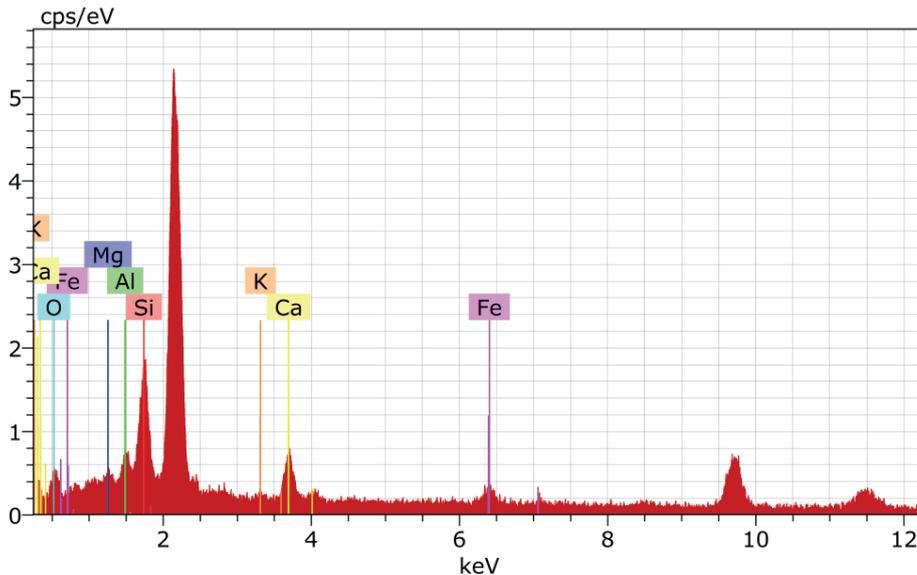


Abb. 10: Chemische Zusammensetzung der Ablagerungen

Auf Basis rasterelektronenmikroskopischer Untersuchungen (REM-EDX) wurde festgestellt, dass es sich bei den Ablagerungen in erster Linie um Calciumaluminiumsilikate handelt, die an Silizium angereichert waren (siehe Abb. 10).

Auf Basis dieser Ergebnisse handelt es sich bei den verfärbenden Ablagerungen um Bestandteile der mineralischen Oberflächenvergütung, deren noch nicht erhärtete Komponenten mit dem frühzeitig einwirkenden Wasser reagiert haben.

Zusammenfassung und Ausblick

Im zweiten Teil der Artikelserie wurde der Schwerpunkt auf die sachverständige Bewertung der Kratzempfindlichkeit

oberflächenvergüteter Produkte gelegt und über Farbveränderungen an diesen Produkten berichtet, die auf eine frühzeitige Einwirkung von Wasser auf noch nicht vollständig ausgehärtete Bestandteile der Oberflächenvergütung zurückzuführen waren.

Im abschließenden dritten Teil der Artikelserie werden Schäden vorgestellt, bei denen optische Veränderungen an vergüteten Betonprodukten aufgetreten sind. Hierbei wird über Blasenbildungen, Schäden durch die Einwirkung von UV-Licht und lösende Angriffe durch Reinigungsmittel berichtet. ■

Dutch Moulds since 1994



Tebumo

www.tebumo.nl



**Building block
concrete moulds**