

To date, the sand-area method has been applied most frequently for determining the mean roughness of the rough-grained bond surface of precast wall panels and floor slabs designed as waterproof concrete structures. This conventional approach is increasingly being complemented by laser profile measurements.

Die Überprüfung des mittleren Rautiefewertes auf der vollflächig kornrau herzustellenden Verbundfläche von Elementwänden und -decken als wasserundurchlässige Konstruktionen erfolgte bislang meist mithilfe des Sandflächenverfahrens. Doch zunehmend kommen auch Laserprofilmessungen zum Einsatz.

Determining the roughness of precast concrete slabs correctly: first real-life tests analyzed Rauheit von Betonfertigteileplatten richtig ermitteln – erste Praxistests ausgewertet

Text: Dipl.-Ing. (Arch.) Alexandra Busch

The German Guideline on Waterproof Concrete Structures provides the option of also using precast wall panels or floor slabs as waterproof structures. For this purpose, a cavity-free bond must be created between the precast slabs and the cast-in-place concrete infill. To achieve this goal, the guideline specifies that the insides of precast slabs be designed as having a rough-grained surface and a mean surface roughness of at least 1.5 mm. To date, the sand-area method has been applied most frequently for verifying this value. However, this conventional approach is increasingly being complemented by laser profile measurements because laser-based methods bring about major benefits compared to the sand-area method.

Building with precast floor slabs and wall panels has been a tried-and-tested method for a long time. Precast floor slabs comprise a precast concrete slab and the lattice girder reinforcement required for their transport and installation. On the construction site, a cast-in-

Die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) sieht vor, dass auch Elementwände und -decken als wasserundurchlässige Konstruktionen eingesetzt werden können. Hierfür müssen die Fertigteileplatten und der Kern aus Ortbeton hohlraumfrei verbunden sein. Um dies zu erreichen, sind die Fertigteileplatten laut WU-Richtlinie auf der Innenseite als vollflächige kornraue Verbundflächen herzustellen, mit einer mittleren Rautiefe von mindestens 1,5 mm. Die Überprüfung des Wertes erfolgte bislang meist mithilfe des Sandflächenverfahrens. Doch zunehmend kommen auch Laserprofilmessungen zum Einsatz, denn lasergebundene Verfahren bieten im Vergleich zum Sandflächenverfahren einige entscheidende Vorteile.

Das Bauen mit Elementdecken und -wänden hat sich seit langem in der Praxis bewährt. Elementdecken bestehen aus einer Betonfertigteileplatte sowie der für den Transport und die Montage erforderlichen Bewehrung in Form des Gitterträgers. Auf der Baustelle wird eine Ortbetonschicht auf die Fertigteileplatte aufgebracht, sodass nach dem Erhärten des Ortbetons das gesamte Bauteil statisch wirksam ist. Die Elementdecke weist damit hinsichtlich der Tragfähigkeit im Endzustand keine Unterschiede zu einer monolithisch hergestellten Decke auf. Genauso verhält es sich mit den Elementwänden als Weiterentwicklung der Elementdeckenbauweise. Die Wände bestehen aus zwei Betonfertigteileplatten, die durch Gitterträger auf Abstand miteinander verbunden sind. Der freie Raum zwischen den Schalen wird nach dem Einbau auf der Baustelle mit Ortbeton verfüllt. Ist dieser schließlich erhärtet, ist die Elementwand einer monolithischen, in Ortbetonbauweise hergestellten Stahlbetonwand statisch ebenbürtig.

Seit Mitte der 1990er Jahre werden Elementdecken und -wände bei Bauwerken aller Art eingesetzt – mit steigender Tendenz, da die Bauweise große wirtschaftliche Vorteile bietet. Vor allem die verkürzten Bauzeiten und die hohe Ausführungsqualität durch die Vorfertigung im Fertigteile-

Precast floor slab with a mechanically roughened surface

Elementdecke mit mechanisch aufgerauter Oberfläche



Figure: Syspro-Gruppe



Mechanical roughening of floor slabs using “knives” attached to the concrete spreader that penetrate into the fresh concrete during spreader travel and imprint the ribbed texture

Maschinelles Aufräuen von Deckenplatten mit am Betonverteiler befestigten „Messern“, die beim Überfahren in den frischen Beton eindringen und die Rillenstruktur einprägen

place concrete infill is applied to the precast slab so as to ensure the structural performance of the entire component after hardening of the cast-in-place portion. In its finished state, the precast slab’s structural capacity will not differ from that of a monolithic floor slab. The same applies to precast wall panels that were originally derived from precast floor slabs. Such walls consist of two precast concrete slabs between which a connecting lattice girder structure is inserted to ensure an appropriate spacing. The free space between these two concrete shells is filled with in-situ concrete after installation on the construction site. Once this concrete has hardened, the precast wall unit’s structural performance will be equivalent to that of a reinforced concrete wall installed using the cast-in-place method. Precast floor slabs and walls have been used in a wide range of buildings and structures since the mid-1990s, and their share is still on the increase because this method is associated with significant economic benefits. Both clients and specifiers are particularly convinced of the shorter time to completion and high standard of workmanship that this method ensures based on the prefabrication at the precast plant. Among other fields, precast walls are also used for constructing waterproof concrete structures.

Building with waterproof concrete structures

In 2003, the German Committee for Structural Concrete published the first edition of the Guideline on Waterproof Concrete Structures. Since its adoption, precast wall panels have consistently been included as an option in this generally accepted specification because they have stood the test of time for over 20 years in terms of constructing safe waterproof concrete structures. However, using waterproof concrete alone will not suffice for ensuring the water tightness of the structure.

The Guideline on Waterproof Concrete Structures specifies additional requirements to be met for ensuring

werk überzeugen Bauherren und Planer gleichermaßen. Zu den verschiedenen Einsatzgebieten der Elementwände gehören auch wasserundurchlässige (WU-)Bauwerke. Allerdings sind hierbei bestimmte Vorgaben zu beachten.

Bauen mit WU-Konstruktionen

Im Jahr 2003 erschien die erste Ausgabe der Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Elementwände sind seit ihrer Einführung ein fester Bestandteil dieser anerkannten Regel der Technik, denn schon seit über 20 Jahren sorgen sie für eine sichere Ausführung von WU-Bauwerken. Die Verwendung eines wasserundurchlässigen Betons reicht jedoch alleine nicht aus, um ein dichtes Bauwerk herzustellen.

Damit das Bauen mit Elementwänden auch bei drückendem Wasser funktioniert, sind gemäß WU-Richtlinie weitere Bedingungen zu erfüllen: Der Kernbeton muss wasserundurchlässig sein. Die Innenseiten der Elementwand-

Prior to turning the first hardened concrete shell into the fresh concrete of the second shell, the surface of the latter can be roughened mechanically

Vor dem Einwenden der ersten ausgehärteten Betonschale in den Frischbeton der zweiten Schale kann deren Oberfläche mechanisch aufgeraut werden



Figure: Syspro-Gruppe



Figure: Syspro-Gruppe

The concrete shells of double-wall units require custom work steps for surface roughening

Bei Doppelwänden erfordern die Betonschalen besondere Maßnahmen für das Aufrauen der Oberfläche

proper functioning of the structural precast walls even in the presence of pressing water. For instance, the core mix must be impervious to water, and the insides of the precast wall panels making contact with the cast-in-place infill concrete must have a consistently rough-grained surface in order to ensure a perfect bond between the core mix and the precast slabs. This bond is designed to prevent water from penetrating into the joint between the cast-in-place infill and the precast elements. In addition, all butt joints and openings included in the system must be sealed by appropriate means.

Focusing on the joint between the precast shell and the cast-in-place infill

The water impermeability of precast walls essentially depends on creating an appropriate bond and cavity-free connection between the precast shell and the subsequently poured cast-in-place infill. Besides ensuring the optimal interaction of physical phenomena such as adhesion and friction, the steel proportion in the lattice girders is another influential factor. The key criterion, however, is the roughness of the surfaces. A distinction is made between four different roughness categories, namely very smooth, smooth, rough, and interlocked. The Guideline on Waterproof Concrete Structures requires precast wall panels to have “rough-grained” surfaces, which can be created either by designing a custom concrete mix with a specific consistency or by roughening the precast panel’s fresh concrete surface using a steel rake prior to compaction. However, rakes are difficult to use in the area of the lattice girders, thus creating the risk of remaining smooth surface portions.

The Guideline focuses on the surface roughness of precast elements with cast-in-place infills. Its revised edition published in late 2017 specifies more demanding requirements for the roughness of surfaces because the mean surface roughness R_f must now be at least 1.5 mm, as opposed to the previous 0.9 mm. Appropriate test methods must always be applied in order to prove compliance with the specified surface roughness of the precast element, including consideration of the lattice girder areas. To date, the sand-area method has been applied most frequently, but it is unsuitable for the lattice girder zone.



Figure: Syspro-Gruppe

One of the most widespread areas of application: a waterproof basement consisting of double-wall units

Typisches Einsatzgebiet: WU-Untergeschoss mit Doppelwänden

platten, die dem Ortbeton zugewandt sind, müssen eine vollflächige kornraue Verbundfläche aufweisen, sodass ein einwandfreier Verbund zwischen dem Kernbeton und den Elementwandplatten entsteht. Dies soll einen Wasserdurchtritt in der Fuge zwischen dem Ortbeton und den Fertigteilen ausschließen. Außerdem sind alle systembedingten Stoßfugen und Durchdringungen planmäßig abzudichten.

Fuge zwischen Fertigteilshale und Ortbeton im Fokus

Vor allem der Verbund sowie die hohlraumfreie Verbindung zwischen der Fertigteilshale und der nachträglichen Ortbetonergänzung spielen bei der Wasserundurchlässigkeit von Elementwänden eine wichtige Rolle. Nicht nur physikalische Phänomene wie Haftung und Reibung müssen hierfür optimal zusammenwirken, sondern auch der Stahlanteil der Gitterträger hat einen Einfluss darauf. Das Hauptaugenmerk liegt allerdings auf der Rauheit der Oberflächen. Unterschieden werden vier Kategorien der Rauheit: sehr glatt, glatt, rau und verzahnt. Die WU-Richtlinie fordert bei Elementwänden „kornraue“ Oberflächen. Diese lassen sich über eine spezielle Betonzusammensetzung und -konsistenz herstellen oder indem die Oberfläche der frisch betonierten Fertigteilplatte zusätzlich mit einem Stahlrechen vor dem Verdichten aufgeraut wird. Im Bereich der Gitterträger ist der Einsatz von Rechen jedoch schwierig. Die Gefahr besteht, dass dort glatte Flächen verbleiben.

Laut WU-Richtlinie liegt die Rautiefe von Betonfertigteilen mit Ortbetonergänzung im Fokus. Ende 2017 erschien eine Neufassung der WU-Richtlinie, die verschärfte Anforderungen an die Rautiefe stellt: Die mittlere Rautiefe R_f muss nun mindestens 1,5 mm betragen statt wie bislang 0,9 mm. Ob die geforderte mittlere Rautiefe der Fertigteilplatte eingehalten wird, also zum Beispiel auch unter Berücksichtigung der Gitterträgerbereiche, ist mithilfe von geeigneten Prüfmethode stets nachzuweisen. Üblich ist bisher das Sandflächenverfahren, das aber im Bereich der Gitterträger nicht anwendbar ist.

Das Sandflächenverfahren nach Kaufmann

Das Sandflächenverfahren (alternative Bezeichnungen sind „Sandfleckverfahren“, „Sand Patch Test“ oder „Kauf-

Sand-area method according to Kaufmann

The sand-area method also referred to as sand patch test or Kaufmann method (according to N. Kaufmann, who introduced this method in Germany modeled on a UK test standard) is applied for determining the roughness or texture of a surface volumetrically. This approach is thus suitable for capturing the condition of surfaces in road construction or the roughness of the base surface prior to coating for the purpose of concrete repair. The sand-area method determines the mean roughness of the tested surface. For this purpose, the person carrying out the test pours a known volume of sand onto the clean and dry surface and spreads it using a wooden or metal disc so that it forms a circular patch until all sand has settled in the surface cavities. In the next step, the diameter of the circle is measured, and the mean surface roughness R_t is calculated by dividing the volume of the spread sand by the sand patch diameter.

For several decades, the sand-area method has been the most widespread approach to assessing the roughness of a base surface prior to coating because it is easy to apply and requires a relatively small amount of material. However, though this test method is easy to use, it is also associated with some major weaknesses. For instance, the conventional sand-area method is suitable only for horizontal or slightly inclined surfaces. Only by deriving the gel-sand method from the conventional sand patch test did it become possible to also test vertical or overhead surfaces. None of these methods, however, is suitable for testing at greater depths inside precast wall panels without destroying one of the shells of the double wall. Yet the test method is associated with additional issues because its outcome will also strongly depend on the person performing the test. As part of a research, scientists requested different test engineers to perform the sand patch test on one and the same test slab. In some cases, the values determined for the mean surface roughness differed from each other by over 25%, for a wide range of reasons. One of the variables, for example, was the pressure applied when spreading the sand used in the test over the concrete slab. In other cases, the sand patch strongly deviated from the circular shape and its edges were so irregular that no accurate diameter measurement was possible. In addition, the test result may also be influenced by non-compliance with the specified sand particle size ranges.

The Guideline on Waterproof Concrete Structures also provides the option of performing laser-based measurements for the purpose of determining the mean surface roughness. Laser-based tests provide a useful alternative to the sand-area method with its strongly subjective influences. Besides overcoming these shortcomings, state-of-the-art laser profile measuring instruments can also deliver additional information on the characteristics of the concrete surface.

Laser profile measurement

DIN EN ISO 13473-1 ("Characterization of pavement texture by use of surface profiles – Part 1: Determination of mean profile depth") includes the option of applying contactless electro-optical measurement meth-

mann-Verfahren" nach N. Kaufmann, der diese Methode in Anlehnung an eine englische Prüfvorschrift hierzulande eingeführt hat) wird zur volumetrischen Bestimmung der Rauheit bzw. Textur einer Oberfläche eingesetzt. So lassen sich damit zum Beispiel der Zustand von Verkehrsflächen im Straßenbau erfassen oder die Rauheit des Beschichtungsuntergrunds bei Betoninstandsetzungen ermitteln. Mithilfe des Sandflächenverfahrens wird die mittlere Rautiefe der zu prüfenden Oberfläche bestimmt. Hierfür schüttet der Prüfer eine bestimmte Menge feinen Sandes auf die saubere und trockene Oberfläche und verteilt diese mit einer Holz- oder Metallscheibe zu einem kreisförmigen Fleck, bis die Vertiefungen in der Oberfläche gefüllt sind. Anschließend bestimmt er den Durchmesser des Sandflecks. Die mittlere Rautiefe R_t ist der Quotient aus dem Volumen des verteilten Sandes und dem Durchmesser des Sandflecks.

Seit Jahrzehnten ist das Sandflächenverfahren die gängige Methode zur Beurteilung der Rauheit eines Beschichtungsuntergrunds, weil es unkompliziert in der Handhabung und mit wenig Materialaufwand verbunden ist. Doch auch wenn diese Prüfmethode einfach in der Anwendung ist, hat sie einige deutliche Schwachstellen. So eignet sich das klassische Sandflächenverfahren zum Beispiel nur für horizontale oder schwach geneigte Flächen. Erst durch das Gel-Sand-Verfahren, eine neue Variante des Sandflächenverfahrens, sind auch Prüfungen an vertikalen Flächen oder über Kopf möglich. Mit keinem dieser Verfahren können jedoch Prüfungen tiefer im Inneren von Elementwänden durchgeführt werden, ohne eine Schale der Doppelwand zu zerstören. Das Prüfverfahren weist aber noch weitere Probleme auf. Das Ergebnis hängt nämlich auch stark von der prüfenden Person ab: Wissenschaftler haben das Sandfleckverfahren von verschiedenen Prüfern an derselben Testplatte durchführen lassen. Dabei differierten die festgestellten Werte der mittleren Rautiefe zum Teil um mehr als 25 %. Die Gründe hierfür sind vielfältig.

Schematic representation of the sand-area method

Prinzipdarstellung des Sandflächenverfahrens

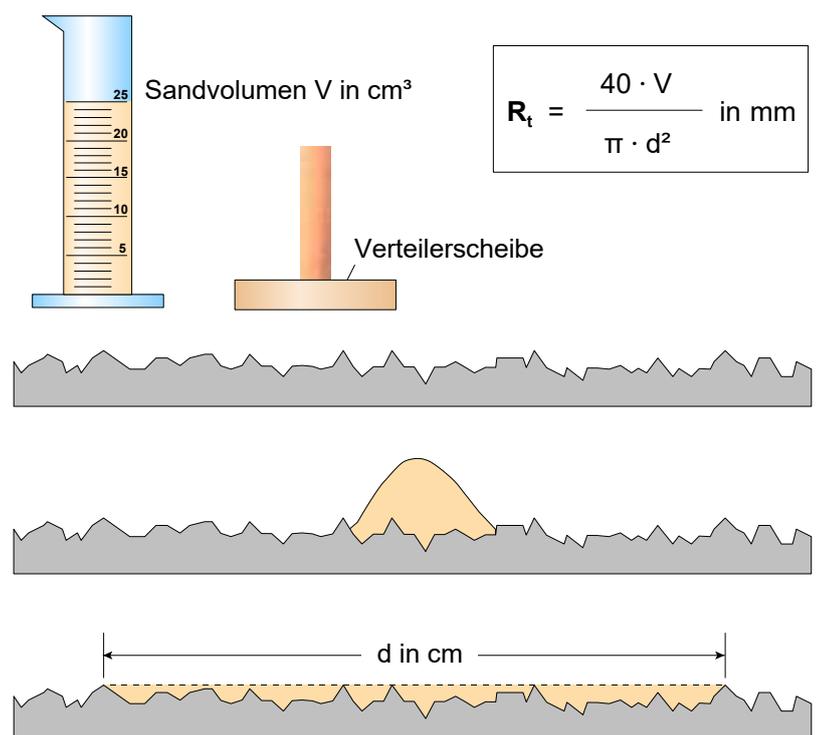
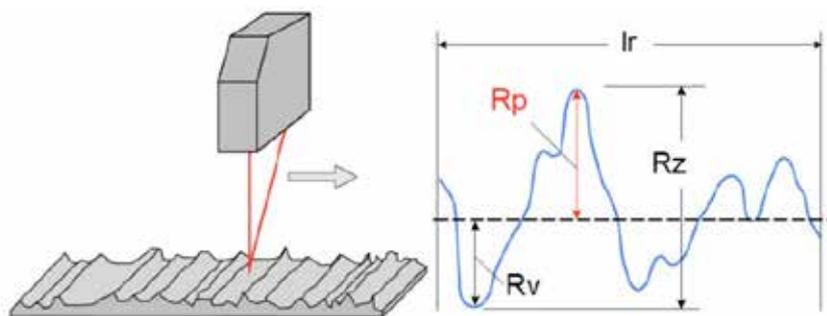


Figure: Prof. Dr.-Ing. R.-R. Schulz



- R_p = Höhe der größten Profilspitze (Mittel aus R_{p1}, R_{p2}, \dots)
 R_v = Tiefe des größten Profilitales (Mittel aus R_{v1}, R_{v2}, \dots)
 R_z = größte Höhe (Höhendifferenz) des Profils (Mittel aus R_{z1}, R_{z2}, \dots)
 l_r = Einzelmessstrecke (je nach Norm Mittel aus 2 l_r oder 5 l_r)

Definition of the R_z , R_p and R_v parameters in accordance with DIN EN ISO 4287

Definition der Parameter R_z , R_p und R_v nach DIN EN ISO 4287

ods, primarily laser profile measurements, to replace volumetric methods. Laser-based methods provide a number of advantages compared to the sand patch test. They are not only accurate and easily reproducible, but they also deliver detailed results describing the texture of the surface. Moreover, the mobile, hand-held measuring instruments currently available on the market can also be used on vertical or overhead surfaces. Last but not least, laser profile measurements function almost independently of the person performing the test, which is why they are hardly affected by subjective influences.

Yet laser-based methods are currently still associated with a few shortcomings, including the relatively high equipment cost and the risk of potential measurement errors on very steep profiles and edges that may occur due to shadow effects, although such inaccuracies can be rectified by using a suitable software.

Such adverse effects can be mitigated by positioning the laser perpendicular to the direction of travel. Other distorting factors include strong external light effects and strongly reflecting (e.g. mica) or translucent particles present on the surface. As far as possible, measurements should be carried out on dry surfaces because moisture can also have an impact on the result.

The R_p values measured using the laser-based method must be converted to the R_z values of the volumetric method because the mean surface roughness specifications continue to refer to the sand-area method. Comparative analyses demonstrated that the surface roughness values R_z determined in the sand patch test were about 10% higher than the values measured applying the laser-based method. In addition, it is important for the laser profile measurement method to become widely accepted that it should ensure comparability of results by standardizing the analysis and interpretation of measured values because although the Guideline on Waterproof Concrete Structures mentions the option of applying laser-based methods, it fails to provide any guidance on how to perform such measurements.

Development of a new laser profile measuring system

Laser-based measuring instruments have been continuously improved and optimized on the basis of com-

Beispielsweise war der Druck unterschiedlich, mit dem der Prüfand auf der Betonplatte verteilt wurde. Oder der Sandfleck wich stark von der Kreisform ab und seine Ränder waren so undeutlich, dass sich der Durchmesser nicht klar ermitteln ließ. Außerdem werden nicht immer die vorgegebenen Korngrößen des Prüfandes eingehalten, was sich auf das Prüfergebnis auswirken kann.

Eine sinnvolle Alternative zum Sandflächenverfahren mit seinen zum Teil erheblichen subjektiven Einflüssen bietet das lasergebundene Messen, das die WU-Richtlinie zur Bestimmung der mittleren Rautiefe ebenfalls zulässt. Mit modernen Laserprofilmessgeräten können diese Nachteile nicht nur vermieden, sondern sogar weitere Informationen über die Betonoberfläche gewonnen werden.

Figure: Prof. Dr.-Ing. R.-R. Schulz

Das Laserprofilmessverfahren

Gemäß der DIN EN ISO 13473-1 („Charakterisierung der Textur von Fahrbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen – Teil 1: Bestimmung der mittleren Profiltiefe“) können berührungslos arbeitende elektrooptische Messverfahren, vor allem Laserprofilmessverfahren, volumetrische Verfahren ersetzen. Im Vergleich zum Sandflächenverfahren bietet das Messen mittels Laser einige Vorteile. So sind Laserprofilmessungen nicht nur sehr genau sowie leicht zu reproduzieren, sondern sie liefern auch detaillierte Ergebnisse, die auch die Oberflächentextur beschreiben. Zudem sind die inzwischen in mobilen, handlichen Ausführungen erhältlichen Geräte ebenso an senkrechten Flächen oder über Kopf einsetzbar. Und nicht zu vergessen: Da Laserprofilmessungen nahezu gänzlich vom Prüfer unabhängig sind, unterliegen sie kaum subjektiven Einflüssen.

Allerdings sollten auch einige Nachteile des Laserprofilmessverfahrens nicht unerwähnt bleiben. Unter anderem sind die Gerätekosten momentan noch verhältnismäßig hoch, oder Messfehler sind möglich an sehr steilen Profilen und Kanten, da diese zu Abschattungen führen können. Allerdings kann eine geeignete Software solche Ungenauigkeiten beseitigen.

Wird der Laser quer zur Bewegungsrichtung angeordnet, lassen sich solche negativen Einflüsse minimieren. Weitere Störfaktoren sind starke Fremdlichteinwirkungen sowie stark reflektierende (z. B. Glimmer) oder durchscheinende Partikel an der Oberfläche. Die Messungen sollten an möglichst trockenen Oberflächen erfolgen, da Feuchte das Ergebnis ebenfalls beeinflussen kann.

Da sich die Anforderungen an die mittlere Rautiefe bislang auf das Sandflächenverfahren beziehen, müssen die mittels Laserprofilmessverfahren ermittelten Werte R_p in die Werte R_z des volumetrischen Verfahrens übertragen werden. Vergleichende Untersuchungen zeigten, dass die Rautiefen R_z des Sandflächenverfahrens rund 10 % über den aus dem Laserprofilmessverfahren berechneten Werten liegen. Wichtig für eine breite Akzeptanz des Laserprofilmessverfahrens ist außerdem, dass für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse Standardisierungen für die Auswertung und Interpretation der Messdaten geschaffen werden. Denn die WU-Richtlinie weist zwar auf die Möglichkeit hin, lasergebundene Verfahren einzusetzen, gibt aber keinerlei Hinweise, wie diese durchzuführen sind.

prehensive studies of the laser profile measurement method. The laser profile measuring device recently presented by Syspro Group in collaboration with Prof. Dr.-Ing. Rolf-Rainer Schulz, of Frankfurt University of Applied Sciences, allows for roughness measurements even on the insides of precast wall panels and in the lattice girder area. In contrast, previously available devices were unsuitable for performing such measurements on the insides of precast walls because of their size or owing to the required measuring distance, for instance when using line lasers. This is why Syspro Group and Prof. Dr.-Ing. Schulz jointly decided to design an innovative, compact and slender instrument that can also be used on-site in confined spaces.

This endeavor gave rise to the SL Laser Profilometer. The linear drive of the laser is located in the front section of a 2 m long aluminum profile, enabling measurements within cavities down to depths of several meters. This arrangement requires a minimum clearance of 10 cm between the precast concrete shells and a width of at least 15 cm between the rows of lattice girders. The integrated microcomputer makes it possible to analyze the measured values in accordance with DIN EN ISO 13473-1 on-site either after each measurement or after a series of measurements, including statistical analyses. This measurement method determines not only the surface roughness but also other key parameters, thus improving

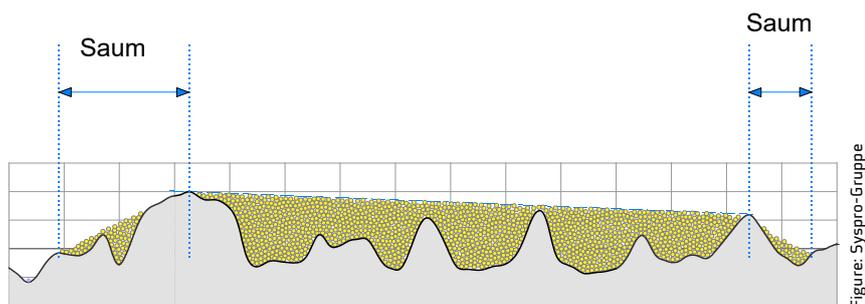


Figure: Syspro-Gruppe

Entwicklung eines neuen Laserprofilmessgeräts

Auf der Basis umfangreicher Studien zum Laserprofilmessverfahren wurden die Geräte stetig weiterentwickelt und optimiert. Ein nun von der Syspro-Gruppe in Kooperation mit Prof. Dr.-Ing. Rolf-Rainer Schulz von der Frankfurt University of Applied Sciences vorgestelltes Laserprofilmessgerät macht Rauheitsmessungen sogar an den Innenseiten von Elementwänden und im Bereich der Gitterträger möglich. Für eine Rauheitsmessung im Inneren von Elementwänden waren die bisher verfügbaren Geräte nämlich wegen der Baugröße oder wegen des erforderlichen Messabstands (zum Beispiel bei Linienlasern) ungeeignet. Deshalb entschieden sich die Syspro-Gruppe und Prof. Dr.-Ing. Schulz dafür, ein neues kompaktes und schlankes Gerät zu konzipieren, das auch auf der Baustelle unter räumlich beengten Verhältnissen einsetzbar ist.

Irregular edges of a sand patch make diameter measurements difficult with increasing roughness and lead to more pronounced measurement uncertainties

Auslaufende Ränder eines Sandflecks, die die Durchmesserbestimmung bei zunehmender Rauheit erschweren und zu erhöhten Messunsicherheiten führen

innovationsPREIS
der Zulieferindustrie Betonbauteile

GESUCHT: INNOVATION 2021

Bewerben Sie sich bis zum 30. November 2020:
www.innovationspreis-betonbauteile.de

1. Preisträger 2020

BPB® ECO SPACER® von
BPB Beton- und Prüftechnik
Blomberg und BIOFIBRE

2. Preisträger 2020

MOTUS Herstellverfahren
für vorgespannte Hohldecke
von Vollert Anlagenbau

the reliability of the results and options for interpretation. DIN EN ISO 13473-1 prescribes that at least ten individual measurements at a length of at least 100 mm per test section are necessary in any given test area, which is equivalent to at least five individual measurements to be performed at a given measuring length of 200 mm. However, it appears to be useful to double the number of measurements particularly on heterogeneous surfaces.

As a matter of course, the specification of a consistently rough-grained surface in the Guideline on Waterproof Concrete Structures also applies to the area underneath the lattice girders in order to prevent remaining untreated, smooth surface portions. However, the concrete surfaces underneath lattice girders are difficult to reach for the purpose of manual roughening, which is why implementing this requirement has previously been a time-consuming, labor-intensive process. Testing these difficult-to-access areas has been equally difficult, which is why the efforts at precast plants and on construction sites were usually limited to visual inspections and comparisons with reference surfaces. In contrast, the new SL Laser Profilometer also enables scanning of the surface profile underneath lattice girders with the aid of an oblique laser beam routed near the bars of the lattice girders.

Successful real-life tests

Syspro Group is currently testing several new laser-based measuring instruments under real-life conditions, with the following preliminary conclusions: The profile measurement method using the SL Laser Profilometer meets all requirements for practical use. Not only can it completely replace the sand-area method – it also allows for measurements in locations that were previously inaccessible for inspection. These include, for example, deeper zones of precast wall panels as well as the areas underneath and in-between lattice girders. In addition, this new system makes it possible to carry out measurements on installed walls prior to pouring the cast-in-place infill.

Das Ergebnis ist der „SL-Laser-Profilometer“. Der Linearantrieb des Lasers befindet sich im vorderen Teil eines 2 m langen Aluprofils. Damit können Messungen innerhalb von Hohlräumen bis in mehrere Meter Tiefe durchgeführt werden. Zu den Messvoraussetzungen gehört, dass der lichte Abstand zwischen den Fertigteilshalen mindestens 10 cm beträgt und die Freifläche zwischen den Gitterträgern mindestens 15 cm breit ist. Über den integrierten Mikrocomputer kann die Auswertung gemäß DIN EN ISO 13473-1 vor Ort entweder nach jeder Einzelmessung oder nach einer Messreihe einschließlich der statistischen Auswertungen erfolgen. Neben der Rautiefe werden weitere Kenngrößen bestimmt, die die Aussage-sicherheit und Interpretationsmöglichkeiten verbessern. Nach der DIN EN ISO 13473-1 sind für einen Prüf-bereich wenigstens 10 Einzelmessungen von mindestens 100 mm Länge je Prüfabschnitt erforderlich, was bei einer vorhandenen Messlänge von 200 mm mindestens fünf Einzelmessungen entspricht. Insbesondere bei heteroge-nen Oberflächen empfiehlt sich jedoch, die Anzahl der Messungen mindestens zu verdoppeln.

Die Forderung der WU-Richtlinie nach einer vollflächig kornrauen Oberfläche gilt auch für den Bereich unter den Gitterträgern. Damit soll vermieden werden, dass dort unbehandelte glatte Flächen verbleiben. Allerdings sind die Flächen unter den Gitterträgern für das manuelle Auf-rauen nur schwer erreichbar, sodass die Umsetzung dieser Forderung bisher aufwendig war. Auch die Prüfung dieser schwer zugänglichen Bereiche war bislang schwierig. Des-halb beschränkte man sich in den Fertigteilwerken oder auf der Baustelle meist auf visuelle Kontrollen und den Vergleich mit Referenzflächen. Mit dem neuen SL-Laser-Profilometer jedoch kann mithilfe eines schräg gestellten, dicht neben den Gitterstäben geführten Lasers das Oberflä-chenprofil auch unter den Gitterträgern abgetastet werden.

Erfolgreiche Praxistests

Zurzeit erprobt die Syspro-Gruppe mehrere Exempla-re des neuen Lasermessgeräts unter Praxisbedingungen

Laser profile measurements performed perpendicular to the ribbed texture on the first concrete shell inside a precast wall panel

Laserprofilmessungen quer zur Rillentextur an der ersten Schale im Inneren einer Elementwand



Figure: Prof. Dr.-Ing. R.-R. Schulz



Figure: Syspro-Gruppe



Figure: Syspro-Gruppe

Laser profile measurements using a long aluminum profile inside a precast wall panel

Laserprofilmessungen mit langem Aluprofil im Inneren der Elementwand

Moreover, additional roughness parameters can be determined to permit a more reliable and plausible assessment of the surface texture. Measuring speeds are basically equal to those reached by the sand-area method, and the software that comes with the instrument is easy to use.

mit folgenden Ergebnissen: Das Profilmessverfahren mit dem SL-Laser-Profilometer erfüllt alle Voraussetzungen für den Einsatz in der Praxis. Es kann nicht nur das Sandflächenverfahren vollständig ersetzen, sondern ist auch in der Lage, an bisher nicht prüfbaren Stellen zu messen. Dazu gehören tiefer im Inneren gelegene Bereiche der Elementwände sowie die Flächen innerhalb der Gitterträger. Außerdem sind bis zum Einbringen des Ortbetons sogar Messungen an bereits aufgestellten Wänden möglich.

Darüber hinaus werden zusätzliche Rauheitsparameter ermittelt, die eine sicherere und schlüssigere Bewertung der Oberflächentextur erlauben. Die Messgeschwindigkeit steht dem Sandflächenverfahren ebenfalls in nichts nach, und die eingesetzte Software sorgt für eine angemessene Bedienungsfreundlichkeit.

The SL Laser Profilometer, a new mobile measuring system featuring a compact housing for travel between and underneath lattice girders

SL-Laser-Profilometer: neues mobiles Messsystem mit kompaktem Gehäuse zum Durchfahren in die Gitterträger

CONTACT

Syspro-Gruppe Betonbauteile e. V.
Postfach 90 11 53
63420 Hanau/Germany
info@syspro.org
www.syspro.de

3rd Edition



**DIE ITALIENISCHEN BETON TAGE
ITALIAN CONCRETE DAYS**

29-31 October 2020 - Piacenza, Italy

Fiera certificata
An exhibition audited by



**SAVE
THE DATE!**
29-31 October '20
www.gic-expo.it

THEMATIC AREAS



For info and stand booking - info@gic-expo.it - Ph. +39 010 5704948