Erstmalige Sanierung einer geschädigten Reifenrutsche in Europa mit modernster Technik

Unter Anwendung des Vakuuminfusionsverfahrens konnte im Jahr 2013 eine Reifenrutsche gerettet werden – vier Jahre danach …

Dipl.-Ing. Alexander Hirt, Prokurist, Göttinger Sport und Freizeit GmbH & Co. KG, Göttingen, und Michael Lehnen, Geschäftsführer, Firma Faserverbund Lehnen, Roßhaupten

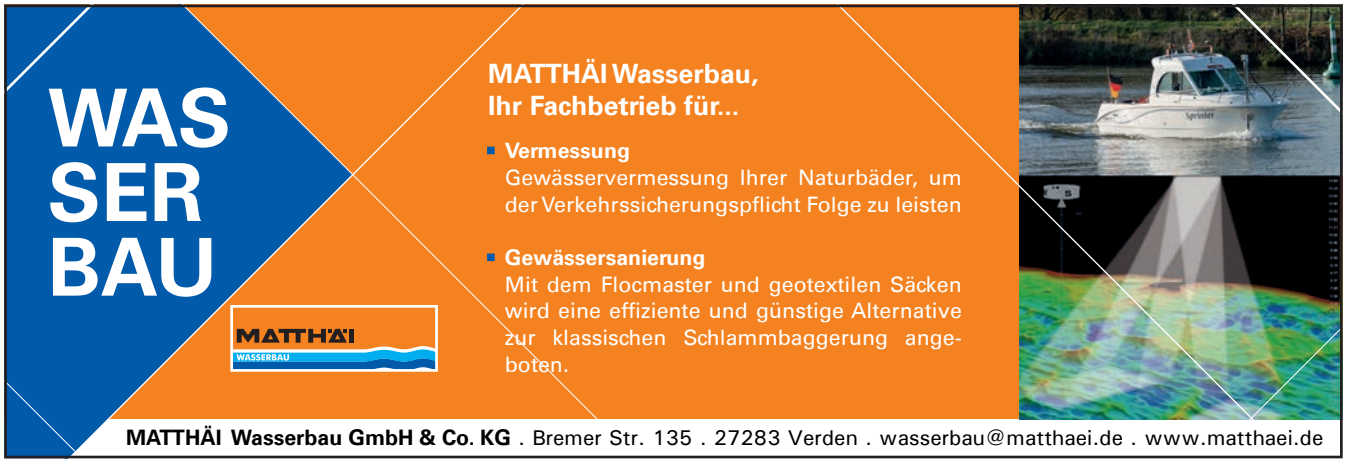
Informationen zum Bad

Das Freizeitbad „Badeparadies Eiswiese“ in Göttingen lockt aus der Stadt und dem Landkreis Göttingen ca. 650 000 Besucher im Jahr an. Das Bad hat seit seiner Eröffnung im Jahr 1998 zwei weitere Bauabschnitte erlebt, welche die Bruttogeschoßfläche auf ca. 9300 m² anwachsen ließen. Zwei 25-m-Becken, verschiedene Freizeitbecken und die überregional bekannte Saunalandschaft bieten einem breiten Spektrum an Badegästen die gesuchte Erholung oder sportliche Betätigung.

Abbildung 1: Badeparadies Eiswiese, Rutschenanlage mit Reifen- und Turborutsche aus dem Jahr 2008; Foto: Alexander Hirt, Göttinger Sport und Freizeit, Göttingen

Ein weiterer Grund für die Attraktivität des Bades sind die ebenfalls im Jahr 1998 verbauten Großrutschen in folgender Ausführung (siehe Abbildung 1):

- Reifenrutsche mit ca. 75 m Länge und einem Durchmesser von 130 cm (auf diese Rutsche bezieht sich die in diesem Artikel beschriebene Sanierungsmaßnahme),



- Turborutsche mit ca. 52 m Länge und einem Durchmesser von 80 cm (diese Rutsche konnte aufgrund des zu geringen Durchmessers und des zu starken Gefälles nicht von innen saniert werden und wurde somit gegen neue Bauteile ausgetauscht).

Beide aufgelisteten Rutschen bestehen aus Bauteilen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK).

Die vorgenannten Besucherzahlen lassen eine hohe Frequenz der Rutschenvorgänge vermuten. Ca. 500 000 Badegäste im Jahr, die zu einem Drittel aus Kindern und Jugendlichen bestehen, halten sich im Badbereich der Rutschen auf. Dieses Drittel nutzt die Reifenrutsche mit ca. vier und die Turborutsche mit ca. zwei Rutschvorgängen pro Badbesuch, sodass mit insg. ca. 1 Mio. Nutzern pro Jahr für beide Rutschen zu rechnen ist. Die größere Reifenrutsche unterliegt dabei mit ca. 670 000 Rutschvorgängen pro Jahr einer deutlich stärkeren Belastung.

GFK-Rutschen sind dabei verschiedenen negativen Faktoren ausgesetzt, die zu einem Festigkeitsverlust führen können. Hierbei spielen die Wasserbelastung in der Rutsche und der mechanische Abrieb durch die Nutzung eine bedeutende Rolle. Das Wasser bewirkt als Feuchtigkeit im Kunststoff eine Zersetzung der mechanischen Eigenschaften. Ist dazu noch die schützende oberste Schicht („Top Coat“ genannt) beschädigt, so wird das Eindringen der Feuchtigkeit weiter unterstützt. Im weiteren Verlauf kann es zu Abplatzungen der Top-Coat-Schicht kommen. Dieser Effekt konnte auch an der vorgenannten Rutschenanlage beobachtet werden.

Fachmännische Begutachtung ist unerlässlich

Im Jahr 2006 nahm die Göttinger Sport und Freizeit GmbH & Co. KG (GoeSF) aufgrund verschiedener Problematiken in den von der GoeSF u. a. auch

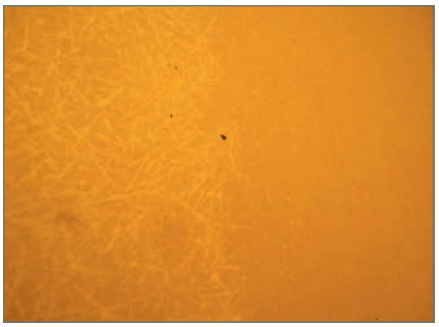


Abbildung 2: Linke Hälfte: interlaminare Risse; rechte Hälfte: nicht wasserbelastet ohne Schädigung (nur sichtbar bei einer transluzent beschichteten Oberfläche); Quellen/Fotos: Michael Lehnen, Firma Faserverbund Lehnen, Roßhaupten

betriebenen Freibädern Kontakt mit Michael Lehnen (Mitverfasser des Artikels), Kunststoffspezialist und freier Sachverständiger für GFK-Bauteile im wasserbelasteten Bereich, auf.

Er wies die GoeSF im Jahr 2008 auf leichte Schädigungen (interlaminare Risse), bedingt durch das Diffundieren von Feuchtigkeit in die GFK-Bauteile, hin. Die eingedrungene Feuchtigkeit stammt von der täglich zehnstündigen Beaufschlagung der Rutschfläche mit 30 °C warmem Wasser. Ein Festigkeitsverlust (siehe unten) konnte zu diesem Zeitpunkt noch nicht festgestellt werden.

Im Jahr 2009 wurden bei einer Thermografie-Messung des Gebäudes auch die beiden Rutschen von der Kamera erfasst und eine signifikante Wärmeabgabe an die Umwelt festgestellt, da sich die beiden Rutschen zu 95 % ih-

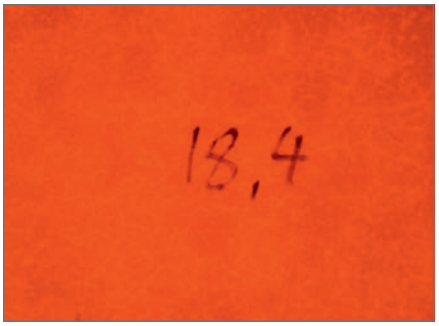
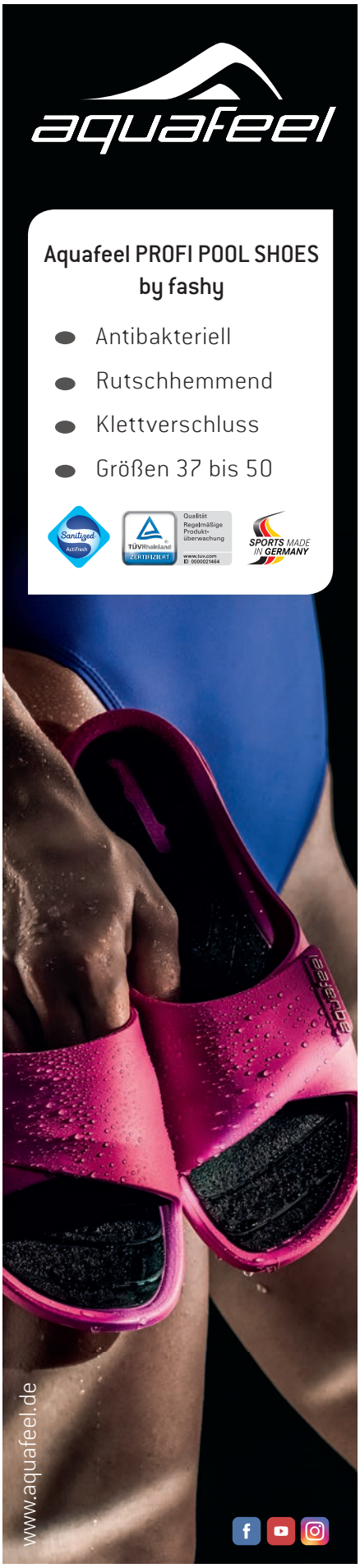


Abbildung 3: Feuchtemesswert induktiv gemessen 18,4 (keine Prozentangabe)



rer Fläche im Außenbereich befinden. Nicht zuletzt verrieten die groß dimensionierten Wärmetauscher im Badewasserkreislauf der Rutschen mit insg. 320 kW thermischer Leistung, um welche Größenordnung es sich dabei handelt.

Nach elfjähriger Bewitterung hatten die beiden Rutschen auch optisch gelitten, und durch den Kontakt zu einer anderen Firma entstand die Idee, die untere Schale mit einem in der Luftkanalisolierung bekannten Material diffusionsdicht zu beschichten, um die Wärmeverluste einzugrenzen. Infolgedessen bekam die obere Schale einen neuen Farbanstrich. Diese Vorgehensweise konnte die GoeSF zum damaligen Zeitpunkt (2009) als Erfolg bezeichnen. Lehnen war bei diesem Projekt nicht integriert.

Innerhalb von zwei Jahren (2009/2011) nach dieser Isolierungsmaßnahme kam es zu einer dramatischen Zunahme interlaminarer Risse im Rutschenbauteil. Dies war aufgrund einer transluzenten Oberflächenbeschichtung seitens des Herstellers von innen sichtbar (siehe Abbildung 2).

Eine von Lehnen durchgeführte Feuchtigkeitsmessung (induktiv) ergab folgende Kennzahlen (keine Prozentangabe) (siehe Abbildung 3):

- 4 - 6 an nicht wasserbelasteten Bauteilen,
- 8 - 12 wasserbelastet (Normalwert, in den Jahren zuvor) und
- 17 - 23 wasserbelastet (stark erhöht, jetziger Zeitpunkt).

Ergebnis der Begutachtung

Ein probeweises Entfernen der Isolierung durch Lehnen im Außenbereich brachte eine Vorstufe eines osmotischen Schadens ans Tageslicht (Geruchsprobe mit starkem essighaltigen Geruch). Die Feuchtigkeit drang von der wasserbelasteten Innenseite durch das Bauteil auf die Außenseite der Rutsche. Hier versperrte allerdings die aufgebrachte diffusionsdichte Isolierung ein weiteres Verflüchtigen. Dadurch kam es zu einer Konzentrationserhöhung im GFK-Bauteil.

Zum besseren Verständnis ist dazu folgendes anzumerken:

Bei den verbauten GFK-Bauteilen handelt es sich um ein aus Polyesterharz (mit ca. 80 % Gewichtsanteil) und Kurzglasfasern (mit ca. 20 % Gewichtsanteil) gefertigtes Bauteil von ca. 10 mm Stärke.

Viele in Schwimmbädern verbaute GFK-Bauteile unterliegen der Problematik einer Wasseraufnahme durch Diffusion. Hierbei ist der Klebstoff (fachlich und folgend als „Matrix“ bezeichnet) das Sorgenkind. Glasfasern können keine Feuchtigkeit aufnehmen.

Die Feuchtigkeitsaufnahme erfolgt, wie schon erwähnt, durch Diffusion und ist damit in einem hohen Maß von folgenden Faktoren abhängig:

- wasserbelasteter Zeitraum (auch nachts bei Bildung von Kondenswasser),
- Verdopplung der Permeationsrate ab einer Wassertemperatur von 18 °C bei einer Temperaturerhöhung um 10 °C und
- Konzentrationsgefälle.

Folgende Phänomene treten dabei auf:

- Gewichtzuwachs (durch Wasseraufnahme),
- Sinken des Elastizitätsmoduls der Matrix (gleichbedeutend mit Festigkeitsverlust),
- Quelleigenspannungen,
- Sinken der Faser-Matrix-Haftung (sichtbar durch interlaminare Risse),
- Anstieg der Bruchdehnung (Matrix) und

- osmotischer Schaden (Blasenbildung bei entsprechendem Konzentrationsgefälle im Laminat in der Endphase).

Das Schadensbild in der Reifenrutsche war gegenüber der Turborutsche deutlich stärker ausgeprägt.

Lösungsoptionen

Es standen folgende Optionen zur Wahl:

- Kompletter Ersatz der Rutschenanlage mit Stützkonstruktion, Anpassung der Fassade, der Wassertechnik und einem unsicheren Genehmigungsverfahren für den Neubau,
- Schließung der Reifenrutsche; weiterer Betrieb der Turborutsche mit der Notwendigkeit, mittelfristig einen Ersatz zu schaffen,
- Kompletter Tausch aller Rutschenelemente („alt gegen neu“) oder
- Sanierung der Reifenrutsche.

Kompletter Ersatz

Die Option „kompletter Ersatz“ wäre die kostspieligste Variante gewesen und hätte den Betrieb des Freizeitbades ohne Reifenrutsche für ca. ein Jahr bedeutet. Außerdem bestand das Risiko, dass die Genehmigung der neuen Konstruktion unvorhergesehene Hindernisse mit sich gebracht hätte.

Schließung der Reifenrutsche

Die zweite Option, Schließung der Reifenrutsche etc., wäre nur verzögert auf die Variante „kompletter Ersatz“ hinausgelaufen. Der Verlust der Reifenrutsche hätte einen Schwund an jungen Badegästen bedeutet. Man hätte gegen diesen Verlust mit einer neuen Attraktion gegensteuern müssen.

Austausch aller Rutschenelemente

Die dritte Option, Austausch aller Rutschenelemente „alt gegen neu“, hätte ebenso eine einjährige Pause für den Betrieb der Reifenrutsche bedeutet.

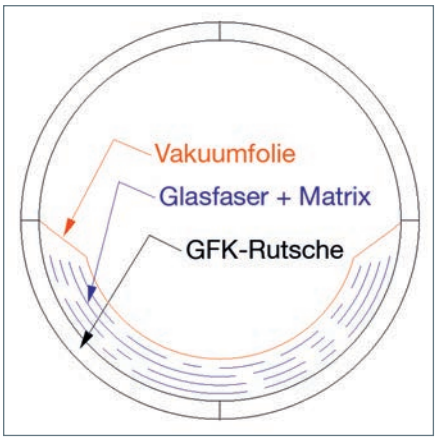


Abbildung 4: Skizze des Vakuuminfusionsverfahrens im Rutschenbauteil, Schnitt durch die Röhre

Sanierung

Die vierte Option bestand in der Nachverfestigung des Rutschenkörpers mit Hilfe des Vakuuminfusionsverfahrens, für die sich die GoeSF letztendlich entschieden hat. Dieses Verfahren war Lehnen hinlänglich aus dem Bereich der Herstellung von hochfesten und leichten GFK- und CFK- (Kohlefaser-) Großbauteilen bekannt, mit dem er sich seit ca. sechs Jahren befasste.

Faktoren für die Entscheidung „Sanierung“

Dabei waren folgende Faktoren für die Entscheidung ausschlaggebend:

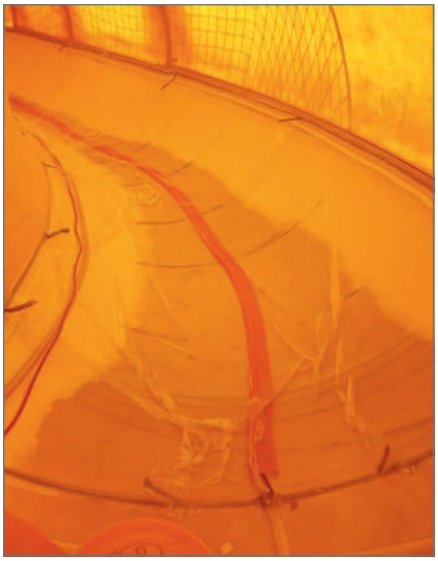
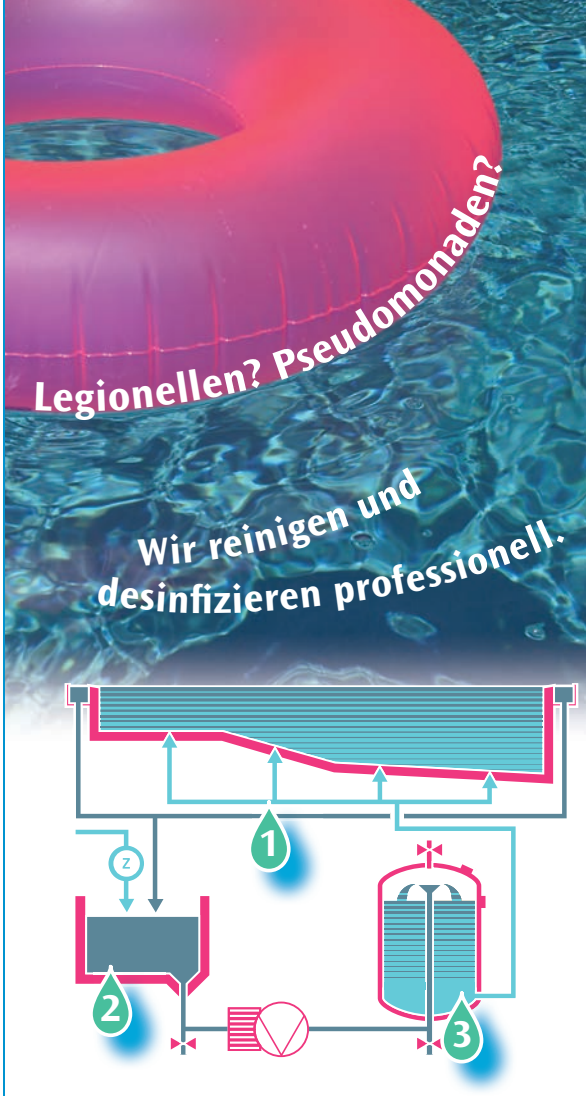


Abbildung 5: Laufende Infusion; dunkle Felder deuten auf die Durchtränkung der Glasfaser mit der Matrix hin.



Vorbeugend oder im Fall einer Verkeimung sollten Sie uns als Profis beauftragen:

1 Rohrleitungssystem: Wir desinfizieren den kompletten Wasserkreislauf.

2 Wasserspeicher: Wir reinigen und desinfizieren wirksam gemäß DIN 19643-1.

3 Filtermaterial: Wir beseitigen organische Substanzen.

dp Wasseraufbereitung Poschen GmbH

Obenketzberg 7 · 42653 Solingen
Telefon 02 12/38 08 58 15

info@dp-wasseraufbereitung.de
www.dp-wasseraufbereitung.de

zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2008

Abbildung 6: Rutschenröhre mit Lackierung in Richtung Einstieg; Sanierung beendet für ein fugenloses Rutschvergnügen

- Verringerung der Ausfallzeit,
- Verlängerung der Nutzung eines vorhandenen GFK-Bauteils (ressourcenschonend),
- Wirtschaftlichkeit und
- emissionsfreies Bearbeitungsverfahren.

Das Vakuuminfusionsverfahren

Für den Einsatz des Vakuuminfusionsverfahrens (siehe Abbildung 4) musste als vorbereitende Maßnahme zuerst die Isolierungsbeschichtung entfernt werden. Dies hatte zur Folge, dass der prognostizierte Sanierungszeitraum (2,5 Monate) um einen Monat auf 3,5 Monate anstieg.

Zuerst ist eine Trocknung der Grenzschicht, auf der die Verklebung einer neuen Kunststoffhülle stattfindet, unerlässlich. Zwei Verfahren stehen dabei zur Verfügung, zum einen die Trocknung durch Zufuhr warmer und trockener Luft (Zeitraum ca. 1 - 2 Wochen, je nach Feuchtegehalt) und zum anderen die Anwendung der Trocknung unter Vakuum (Zeitraum ca. 7 - 9 Tage, aber technisch aufwendiger).

Anschließend werden Schutzmaßnahmen durch das Aufbringen einer Diffusionssperre durchgeführt, um das beschädigte GFK-Bauteil vor einer weiteren Wasseraufnahme zu schützen. Hierzu wird eine Matrix aus Epoxidharz verwendet, die im Vergleich zu dem bei der Herstellung der Bauteile verwendeten Polyesterharz einige Vorteile aufweist, wie z. B. eine sechsfach höhere Diffusionsdichte und eine verbesserte Chemikalienbeständigkeit.

Im geschädigten Bereich, mit einer Überlappung (berechneter Kraftlinienverlauf), wird eine durchlaufende Glasfaser, die gegenüber der Kurzglasfaser wesentlich höhere Festigkeitswerte mit einem Faktor 5 - 7 aufweist, trocken drapiert. Darüber wird eine Folie gelegt, die an den Rändern abgedichtet wird. Ein Zulaufschlauch für das Einbringen der Matrix und eine Absaugung, die an eine Vakuumpumpe zur Erzeugung des Vakuums angeschlossen wird, werden im Vorfeld installiert. Nun wird die Matrix, bedingt

entervo
beyond barriers

Willkommen in der entervo-Welt!

Unter der Marke entervo bietet Scheidt & Bachmann browserbasierte, integrierte Lösungen rund um moderne Kassen- und Zutrittskontrollsysteme.

www.scheidt-bachmann.de

SCHEIDT&BACHMANN

durch das Vakuum, in die unter der Folie liegende Glasfaser gesogen und diese somit durchtränkt. Ist die Durchtränkung vollzogen, wird der Zulauf geschlossen, und eine Verpressung der mit der Matrix benetzten Glasfaser an das geschädigte Bauteil tritt in Kraft. Hierbei entsteht ein Anpressdruck von ca. 800 kg/m² zur Verklebung der neuen Beschichtung auf das geschädigte Bauteil. Dieser Anpressdruck wird so lange aufrechterhalten, bis die Matrix mit der Glasfaser komplett durchgehärtet ist (siehe Abbildung 5).

Dieses Verfahren beinhaltet folgende Vorteile:

- Erhöhung des Glasfaseranteils auf ca. 65 - 70 % und Reduzierung der Matrix auf ca. 30 - 35 %. Daraus resultieren eine Verringerung der Sprödigkeit und Erhöhung der Festigkeit.
- Verpressung der neuen Kunststoffbeschichtung mit dem geschädigten Bauteil mit ca. 800 kg/m² (beste Haftung).
- Lufteinschlüsse sind so gut wie nicht vorhanden.
- Durch Verwendung der Matrix (Epoxydharz) wird eine wesentliche Verbesserung der Festigkeits- und Diffusionswerte um das 5- bis 6-fache gegenüber dem Ursprungsmaterial (Polyesterharz) erreicht.
- Durch Verwendung einer durchlaufenden Glasfaser ist man in der Auslegungsart je nach Richtung der Beanspruchung und Beschädigung flexibel.
- Man unterliegt nicht der stetigen Verschärfung der Emissionsschutzbestimmungen, da bis zur Durchhärtung ein in sich geschlossenes System angewandt wird (zukunftssicher).

Fazit

Die Rutschen waren insg. 3,5 Monate außer Betrieb. Somit wurde die prognostizierte Instandsetzungszeit (bedingt durch die zusätzliche Entfernung der Isolierung) um einen Monat überschritten. Im September 2013 konnte die Reifenrutsche wieder in Betrieb genommen werden und funktioniert seitdem störungsfrei (siehe Abbildung 6). Der ungewöhnliche Weg einer Versteifung von innen mit Hilfe des Vakuuminfusionsverfahrens ist auf jeden Fall als Erfolg zu bezeichnen.

Bei der Veröffentlichung dieses Artikels wurde dem Wunsch der durchführenden Firma, diese erfolgreiche Sanierung erst nach vier Jahren an die Öffentlichkeit zu bringen, entsprochen.

Mittlerweile wurden ca. 400 m Wasserrutsche mit diesem Verfahren erfolgreich saniert.

Das Verfahren ist weiterhin bei der Nachverfestigung von Start-, Zwischenlande- und Auffangbecken anwendbar. Dies wurde mittlerweile bei mehreren Projekten unter Beweis gestellt.

Abschließend möchten die Verfasser betonen, dass eine Sanierung von Kunststoff-Großrutschen sorgfältig abgewogen werden sollte. Nicht immer macht der Aufwand zeitlich und finanziell Sinn. Die äußeren Umstände sind bei jedem Bad anders und bedürfen einer besonderen Prüfung. Interessant wird dieser Weg u. a. in Fällen, wo bauliche Umstände den bloßen Austausch der Konstruktion erschweren.

Die kürzere und im Durchmesser deutlich kleinere Turborutsche konnte mit verhältnismäßig wenig Aufwand abgebaut und ersetzt werden. Sie wurde im Sommer 2015 komplett ausgetauscht.

Ergänzend warnen die Verfasser vor einer thermischen Isolierung, die den Einschluss der Feuchtigkeit in den Kunststoffbauteilen zur Folge hat. Gerade diffusionsdichte Isolierschichten dämmen nicht nur den Wärmedurchgang, sondern halten auch die Feuchtigkeit. *jh* ■

RMT®
Schwimmbadlifter
Innovative und sichere Einstiegshilfen für Ihren Pool- und SPA-Bereich

Die Handhabung ist bei allen Modellen sehr einfach und zuverlässig.
Ein eigenständiger Transfer gelingt problemlos auch ohne fremde Hilfe.
Dem allgemeinen Gleichstellungsgesetz entsprechend!
RMT® RehaMed Technology GmbH
Waldstraße 66a / D-63128 Dietzenbach
Wir helfen gerne weiter: Tel. 06074 / 82 130
www.rmt.eu