



Herausgegeben von
Susanne Gieler-Breßmer



9. Kolloquium Parkbauten

**Planung, Gestaltung, Bau, Instandhaltung,
Instandsetzung, Betrieb von Parkhäusern
und Tiefgaragen**

Tagungshandbuch 2020

Herausgegeben von
Dipl.-Ing. Susanne Gieler-Breßmer

9. Kolloquium Parkbauten

Planung, Gestaltung, Bau, Instandhaltung,
Instandsetzung, Betrieb von Parkhäusern
und Tiefgaragen

Tagungshandbuch 2020

Der Bau-
sachverständige

BAUSUBSTANZ

sto

StoCretec

Bewusst bauen.

expert



Technische Akademie Esslingen
Ihr Partner für Weiterbildung

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Das vorliegende Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Fehler können dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden. Weder Verlag noch Autoren oder Herausgeber übernehmen deshalb eine Haftung für die Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes und seiner elektronischen Bestandteile.

© 2020. Alle Rechte vorbehalten.

expert verlag GmbH

Dischingerweg 5 · D-72070 Tübingen
E-Mail: info@verlag.expert
Internet: www.expertverlag.de

Technische Akademie Esslingen e. V.

An der Akademie 5 · 73760 Ostfildern
E-Mail: bauwesen@tae.de
Internet: www.tae.de

Printed in Germany

ISBN 978-3-8169-3497-4 (Print)
ISBN 978-3-8169-8497-9 (ePDF)

Vorwort

Laut Kraftfahrt-Bundesamt waren im Januar 2019 in Deutschland 47,1 Mio. Personenkraftwagen zugelassen. Insbesondere in deutschen Großstädten ist das Parken dieser Fahrzeuge ein vorrangiges Thema der Kommunen sowie Betreiber, Investoren und Nutzer von Parkbauten. Die bestehenden Parkhäuser und Tiefgaragen reichen in Stoßzeiten häufig nicht aus. Der Neubau spielt daher bei Städten und Gemeinden, aber auch in der Privatwirtschaft eine herausragende Rolle. Gleichzeitig gewinnt die regel- und planmäßige Instandhaltung und Instandsetzung der Parkhäuser und Tiefgaragen an Bedeutung. Zudem wandeln sich die Anforderungen der Betreiber und Nutzer. Die Digitalisierung hat Einzug in die Fachbereiche rund um das Parken gefunden. Planung, Gestaltung, Bau und Erhalt von Parkbauten müssen hier mithalten. Neben dem Finden eines Parkplatzes erwartet der Nutzer Annehmlichkeiten und zusätzliche Funktionen wie E-Tankstellen, komfortable Parkplatzbreiten, gute Ausleuchtung, barrierefreie Zugänge, ansprechende Farbgestaltung, gute Orientierung und Sicherheit. Auf diese neuen Ansprüche und Spannungsfelder bei Neubau, Umbau und Modernisierung von Parkbauten haben sich die Verantwortlichen der Branche mit großem Erfolg gestellt. Parkhäuser und Tiefgaragen sind nutzungsfreundlicher, heller, sicherer und ansprechender geworden. In den nächsten Jahren sind weitere Veränderungen zu erwarten – insbesondere im Zuge der Digitalisierung. Darauf müssen sich alle im Bereich Parkhäuser und Tiefgaragen tätigen Personen einstellen. Hierzu leistet das bereits in 9. Auflage stattfindende Kolloquium Parkbauten einen wesentlichen Beitrag.

In rund 60 Fachvorträgen in fünf parallelen Sessions werden die neuesten Erkenntnisse über Planung, Gestaltung, Bau, Instandhaltung, Instandsetzung, Betrieb von Parkhäusern und Tiefgaragen zu folgenden Themenschwerpunkten präsentiert:

- Elektromobilität
- Konstruktion
- Gestaltung und Architektur
- Projektentwicklung
- Neubau und Betrieb
- Instandhaltung und Wartung
- Schutzmaßnahmen
- Prüfverfahren
- Fugen
- Gussasphalt
- Rechtsfragen, Regelwerke
- Sachkundiger Planer (SKP)
- Forschung und Entwicklung

Das vorliegende Tagungshandbuch enthält die vorab eingereichten Beiträge zu den Vorträgen und gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik sowie neueste Entwicklungen und Trends in Konzeption, Technik und Management von Parkbauten.

Weitere Informationen unter: www.tae.de/go/parkbauten.

Inhaltsverzeichnis

0.	Plenarvorträge	1
0.1	Experimentelle Methoden – ein alternativer Weg zum Tragsicherheitsnachweis von Parkbauten Prof. Dr.-Ing. Marc Gutermann, Werner Malgut	3
0.2	Schöner Parken Carina Kunert	**
1.	Instandhaltung	11
1.1	Schältechnik zum betonschonenden Abtrag von Altbeschichtungen bei der Sanierung von Parkbauten Dipl.-Ing. Werner Noebel, Thorsten Fienz	13
1.2	reLAST – Bauwerksverstärkung mit Betonschrauben Jürgen Feix, Johannes Lechner	25
1.3	Außergewöhnliche statische Maßnahmen bei der Instandsetzung einer Tiefgarage unter einem Wohn- und Geschäftshaus Susanne Gieler-Breßmer, Björn Krockner	33
1.4	Parkhaus P3, Saas Fee – Moderne Untersuchungsmethoden und ein innovativer Ansatz bei der Instandsetzung eines chloridverseuchten Bauwerks Philipp Truffer	55
1.5	Objektbericht PH Karstadt Bielefeld Detlef Koch, Björn Neuberger	65
1.6	Die Instandsetzung von Tiefgaragen im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und aktueller Regelwerksdiskussion – Risiken und Chancen für Bauherr, Planer und Ausführende Dipl.-Ing. (FH) Christoph Köchling	71
1.7	Ganzheitliche Instandhaltungsplanung für Parkhäuser/Tiefgaragen Bernd Blohm	91
1.8	Korrosionsschutz für das City Parking, Zürich Daniel Oberhäsli	95
1.9	Bauherrenerfahrungen beim Zürcher City Parking Prof. Richard Heierli	99
1.10	Anwendung von BIM bei der Sanierung von Garagen Mathis Münzner	105
1.11	Auswirkung der chloridinduzierten Korrosion auf die Tragfähigkeit und Standsicherheit von Bauwerken in der Praxis Dr.-Ing. K. Schöppel, Dr.-Ing. G. Stenzel	109

2.	Elektromobilität	119
2.1	Das Parkhaus für die Energie- und Verkehrswende: Herausforderungen und Lösungen für den Bestand und Neubauten Tim Schember, Daniel Borrmann	121
2.2	Intelligente Ladeinfrastruktur (LIS) für Elektrofahrzeuge in Parkhäusern und Tiefgaragen Dennis Huschenhöfer, Jann Binder, Johannes Mieser, Joel Wenske	125
2.3	Vorgehensweise der Feuerwehr beim Brand eines Lithiumionenakkus Dipl.-Ing. Rainer Wenke	137
2.4	Einheitliche Ladeinfrastruktur in Garagen und Parkplätzen Die Garage: Mobilitätsknotenpunkt & Servicecenter Michael Elbl	167
2.5	Einrichtungsschutz für Ladeinfrastruktur und Elektro-Parkräume Matthias Bohnert	169
3.	Schutzmaßnahmen	175
3.1	Untersuchungen zur Druckwasserbeständigkeit rissüberbückender Beschichtungssysteme für Tiefgaragenbodenplatten im Grundwasser Christoph Dauberschmidt, Felix Becker	177
3.2	Untersuchungen der Robustheit rissüberbückender Beschichtungssysteme nach 20 Jahren Nutzung in Bestandsparkhäusern Christoph Dauberschmidt, Felix Becker, Andreas Fraundorfer	183
3.3	Nachhaltiger Brandschutz für Parkbauten durch moderne Epoxid-Brandschutztechnologie Andreas Hoyer	*
3.4	Einflussfaktoren für hoch verschleißfeste Parkhausbeschichtungen Dr. Thomas Pusel, Dr. Stefan Kühner, Sandro La Spina	191
3.5	Begeh- und befahrbare Freiflächenheizungen: sicher und eisfrei durch den Winter Sebastian Lücke M.Eng.	195
4.	Neubau	207
4.1	Was bedeutet die „geplante Nutzungsdauer“ im Konzept der Dauerhaftigkeitsbemessung bei Parkbauten? Christoph Gehlen, Frank Fingerloos	209
4.2	Lebenszykluskostenbetrachtungen für chloridexponierte Bauteile in Parkbauten Dr. Angelika Schießl-Pecka, Christian Linden, Anne Rausch, Dr. Marc Zintel	221
4.3	Praxisgerechte Planung und Konstruktion von Parkbauten Dr.-Ing. Gerhard Stenzel, Dr.-Ing. Klaus Schöppel	233
4.4	Garagenbau im historischen Stadtkern von Wien Alexander Biffi	241
4.5	Nachhaltigkeit von Parkbauten – ein Muss oder nur Kür? Ilja Irmscher	255

5.	Prüfverfahren	275
5.1	Zerstörungsfreie Untersuchung von Parkbauten, um Kenngrößen für Statik und Prüfstatik zu erlangen Andreas Hasenstab, K. Zorzi	*
5.2	Automatisierte Erfassung von Rissen in Betonflächen Dipl.- Ing. Hans-Joachim Ebers, Cher Sze Tan, M.Eng.	277
5.3	Korrosionsdetektion an Parkbauten: konventionell und innovativ Alberto A. Sagüés, Leonidas Emmenegger, Sylvia Keßler	279
5.4	Wie lässt sich die Rautiefe gemäß WU-Richtlinie an Elementwandinnenoberflächen überprüfen? Rolf-Rainer Schulz	281
5.5	Thermografische Schichtdickenbestimmung von Oberflächenschutzsystemen Dr.- Ing. Udo Antons, Dipl.-Ing. Helena Eisenkrein-Kreksch, Dr. rer. nat. Florian Jonietz, Dr. rer. nat. Rainer Krankenhagen	287
5.6	Chemische Zustandsanalyse von Stahlbetonbauwerken mit der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIBS) Steven Millar, Cassian Gottlieb, Tobias Günther, Tobias Völker, Gerd Wilsch	295
5.7	Wie lange noch? - Semiprobabilistische Dauerhaftigkeitsbemessung bei Parkdecks mit Chlorideinwirkung mittels Einbezug von LIBS-Untersuchungen Dr. Matthias Lierenfeld, Nathan Metthez, Philipp Truffer	311
6.	Konstruktion	321
6.1	Hybridbeam – mehr als die Summe eines Stahlträgers und Beton Matthias Kintscher	323
6.2	Betonfertigteile für die Umkehrdachbauweise – Ein Erfahrungsbericht aus Sicht eines Herstellers Dipl. Ing. (FH) Dirk-Uwe Spengler	329
6.3	Praxisorientierte Lösungsmöglichkeiten für eine fachgerechte Parkdeckentwässerung Werner Art, Mathias Jahr	337
6.4	Anforderungsgerechte Lösungen – Lösungen für die schnelle Abdichtung und Beschichtung von Parkbauten und Details Dipl.- Ing. Martin Mossau	339
6.5	Abdichtungen beim Bau von Tiefgaragen insbesondere zum Schutz von Heil- und Mineralquellen Dipl. Ing (FH) Ralf Ziegler, Fridolin Sturm, B.Sc.	359

7.	Forschung und Entwicklung	365
7.1	Chloridbeständigkeit eines hochlegierten Bewehrungsstahls im Trennrissbereich von Stahlbetonbauteilen Christoph Dauberschmidt, Andreas Fraundorfer	367
7.2	Wirtschaftlichere und dauerhaftere Alternative zu üblichen Beschichtungen – Einsatz nichtrostender Edelstahlbewehrung in gepflasterten Parkgaragen Dr. Marc Zintel, Christian Linden	375
8.	Regelwerke	383
8.1	Planung trifft Ausführung – wechselseitige Herausforderungen Dr.-Ing. Jörg Dietz	385
8.2	Die DBV-Beispielsammlung – DBV-Heft 42 zu Ausführungsvarianten für dauerhafte Bauteile in Parkbauten Frank Fingerloos, Serdar Bilgin	387
9.	Fugen	395
9.1	Dauerhafte Abdichtung von Fugen in Betonbauwerken mit Kompressions-Dichtprofilen Gerhard Gebhards, Lutz Schröder	397
9.2	Fugenprofile in Carbon-Verbundbauweise Stefan Trichlin	401
9.3	Wassermanagement in Parkbauten – Fugensysteme und Rinnen – Planung und Ausführung Dipl.-Ing. Stephan Sinz	433
10.	Sachkundiger Planer	439
10.1	Die Ausgestaltung von Leistungsverzeichnissen und Vergabeempfehlungen unter Beachtung der bauaufsichtlichen Bestimmungen – Erfahrungsbericht über Betoninstandsetzungsmaßnahmen Dr.-Ing. Michael Fiebrich	441
10.2	Der Sachkundige Planer in der Instandhaltung – Aufgaben und Ausbildung Dr.-Ing. Udo Wiens, Dr.-Ing. Martin Mangold, Dipl.-Ing. Momcilo Vidackovic	455
10.3	Instandsetzung von Parkbauten – Chancen und Grenzen des sachkundigen Planers mit Bezug zur Restnutzungszeit Prof. Dr.-Ing. Stefan Linsel, Fachplaner Dieter Neff	459
11.	Betrieb	461
11.1	Aktuelle Herausforderungen beim Betrieb von Parkhäusern und Tiefgaragen Rainer Schneider	*
11.2	Betrieb und Wartung von Parkieranlagen Dipl.-Ing. (FH) Ralph Dall'Osteria	463

12.	Gussasphalt	473
12.1	Rampen/Spindeln aus Gussasphalt – Notwendige Vorleistungen – Wie werden sie gebaut – Variationen in der Oberflächengestaltung – Beheizt oder unbeheizt Konrad Ulbricht	*
12.2	Fehlerquellen bei der Abdichtung unter Gussasphalt mit Bitumenbahnen und ihre Vermeidung Ansgar Tölle	475
12.3	Oberflächengestaltung einer Parkflächenabdichtung mit Gussasphalt Ralf Hofmeister	*
13.	Recht	479
13.1	Neues Bauvertragsrecht: 1 x 1 der Änderungsleistungen und deren Vergütung – Diskussion über einen AG-freundlichen Klauselvorschlag für Bauverträge Hubert Bauriedl	*
13.2	Gutachten, Planung und Ausführung bei Parkbauten aus Stahlbeton – Technische Regelwerke und die gesetzliche Neuregelung des Architekten-/Ingenieurvertrags mit Auswirkungen auf Neubauten und Erhaltungsmaßnahmen Prof. Dr. Gerd Motzke	481
14.	Wartung	491
14.1	Inspektion und Wartung von Parkbauten aus Sicht des Eigentümers und des Sachkundigen Planers Dr. rer. nat. Diana Holzwarth, Volker Buchholz	493
14.3	Facetten der Inspektion und Wartung von Parkbauten – Chancen, Schnittstellen und Beteiligte Thomas Laukemper, Lucas Falter, Daniel Kolthoff	499
15.	Projektentwicklung	491
15.1	Design & Build – Das neue Parkhaus der Kölnmesse Sascha Kukulka	505
15.2	Aufstockung des Parkhauses Moorenstraße im Universitätsklinikum Düsseldorf während des laufenden Betriebs Ilja Irmscher	*
15.3	Planung von Parkhäusern für Umnutzungsoptionen in der Zukunft Matthias Millow	511
* Manuskript lag bei Redaktionsschluss nicht vor.		
** Manuskript ist nicht zur Veröffentlichung freigegeben.		
Anhang		
Programmausschuss		523
Beitragsverzeichnis nach Autorennamen		525



Plenarvorträge

Experimentelle Methoden – ein alternativer Weg zum Tragsicherheitsnachweis von Parkbauten

Prof. Dr.-Ing. Marc Gutermann, Werner Malgut

Hochschule Bremen

Zusammenfassung

Die Tragsicherheit bestehender Bauten wird vorrangig durch rechnerische Verfahren nachgewiesen. Die computergestützte Analyse von Tragstrukturen lässt es zu, die Ergebnisse vieler unterschiedlicher Einwirkungskombinationen und Randbedingungen in kurzer Zeit auszuwerten. Den Erfolg setzt voraus, dass alle wesentlichen Parameter bekannt sind. Fehlen Angaben über die Konstruktion (Geometrie, Lagerung, Werkstoffeigenschaften) oder mindern Bauwerksmängel die Tragfähigkeit ab, ist eine rein rechnerische Beurteilung mit vielen Unsicherheiten verbunden und führt meist zu negativen Ergebnissen. Dieser Beitrag erläutert wie der Nachweis ausreichender Tragsicherheit dennoch durch Einsatz experimentell gestützter Verfahren gelingen kann.

1. Einführung

Mehr als 60% der Bauaufträge werden heute im Bestand umgesetzt. Eine wesentliche Voraussetzung für Nutzungs- und Investitionsentscheidungen für Parkbauten ist der Nachweis ausreichender Tragsicherheit für die gewünschten Lastansätze. Oftmals eine Herausforderung für den Tragwerksplaner, wenn zuverlässige Daten über Baustoffe und -konstruktion fehlen oder Bauwerksmängel die Tragfähigkeit abmindern. Wenn der rechnerische Nachweis nicht gelingt, wird meist konventionell verstärkt oder abgerissen und neu gebaut. Das sind jedoch nicht immer wirtschaftliche Varianten. Eine alternative Vorgehensweise ist der experimentell gestützte Nachweis, bei dem entweder wesentliche Parameter für einen rechnerischen Nachweis durch Versuche ermittelt werden, oder Belastungstests direkt nach Beendigung Planungssicherheit für den Baufortschritt bringen (Abb. 1).

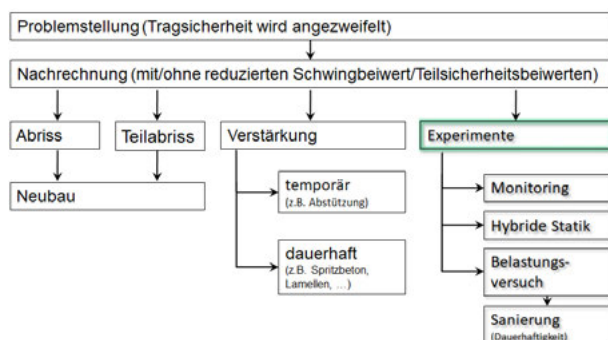


Abb. 1: Lösungsstrategien zum Tragsicherheitsnachweis für Bestandsbauten

2. Erfahrungen, Voraussetzungen und Bedingungen

Die letzten Jahrzehnte waren gekennzeichnet durch einen eindrucksvollen Einzug der elektronischen Datenverarbeitung in alle Bereiche des Bauwesens. In der Statik ließ sich jedes Problem in immer besseren und umfangreicheren Rechenprogrammen modellieren und lösen. Umso detaillierter die Software, umso mehr Parameter müssen jedoch eingegeben und damit Annahmen getroffen werden. Oftmals führt gerade beim Bauen im Bestand ein rechnerischer Nachweis zu einem unbefriedigenden Ergebnis, da wesentliche Informationen fehlen oder Schäden eine zuverlässige Bewertung erschweren. Als alternativen Lösungsansatz bieten sich experimentell gestützte Verfahren an (Abb. 1), wenn alle anderen Ansätze zuvor nicht erfolgreich waren. Grundsätzlich empfiehlt sich ein abgestuftes Verfahren:

1. Abschätzung der Tragsicherheit, z. B. aufgrund vorhandener Unterlagen
2. Überschlägige Berechnung der Tragsicherheit, z. B. mit einfachen Berechnungsmodellen
3. Genaue Berechnung der Tragsicherheit, z. B. mit komplexen FE-Berechnungsansätzen und -modellen
4. Messwertgestützte Ermittlung der Tragsicherheit

Die Bandbreite der möglichen Einsatzgebiete experimenteller Methoden ist schier unbegrenzt (Tabelle 1). Einige Fallbeispiele von Parkbauten werden im Kapitel 4 exemplarisch vorgestellt. Planungs- und Ausführungsdetails anderer Projekte können der Fachliteratur entnommen werden ([2], [3] und [4]).

	Belastungsversuche	Hybride Statik	Überwachung
Gebäude	Decken, Unterzüge, Stützen, Fassaden, Treppen, Balkone, Dächer	Austausch eines Kämpfersteines	Erschütterungen (aus Zugverkehr)
Ingenieurbau	Abwassersysteme, Gründungen, Spundwände, Durchlässe	Faltwerke, Fundamente von Windenergieanlagen	Hubbrücke, Karussell
Wasserbau	Haltekreuze in Schleusen, Anker von Spundwänden	Kragstützwand	Segmentwehr, Tor-dichtung
Brücken	Gewölbe, Steinbogen, Stahlbeton, (Straße u. Schiene)	Gewölbe Stahl-fachwerk (Schiene)	Koppelfugen, Seilschwin-gungen, Frei-schneide-technik

Tabelle 1: Anwendungsbreite und Beispiele erfolgreicher experimenteller Untersuchungen

3. Legalisierung

Die experimentelle Tragsicherheitsbewertung ersetzt den rechnerischen Nachweis der Standsicherheit und wird nach unserer Erfahrung sowohl von den Prüfengeuren als auch der Bauaufsicht der Länder akzeptiert. In Einzelfällen wurde eine Zulassung im Einzelfall verlangt, es ist daher sinnvoll alle Beteiligten schon im Planungsprozess zu involvieren.

Die grundsätzliche Eignung und Zulässigkeit des die Rechnung begleitenden experimentellen Tragfähigkeitsnachweises auf der Grundlage der Regelungen der DAfStb-Richtlinie [1] wurde auch von der Fachkommission „Bautechnik“ der ARGEBAU bestätigt [5]. Die versuchsgestützte Bemessung ist auch im aktuellen Normenwerk enthalten:

- Eurocode 0 - Grundlagen der Tragwerksplanung DIN EN 1990 (2010-12), Anhang D (informativ)
- Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken DIN EN 1992-1-1 (01.2011), Kapitel 2.5

4. Belastungstests

Das grundsätzliche Prinzip ist einfach und bewährt: es wird ein Bauteil belastet und seine Reaktionen gemessen. Abb. 2 zeigt vereinfachend das Potenzial von Belastungsversuchen: die gemessenen Reaktionen sind kleiner

als die rechnerisch prognostizierten, und die Versuchszielast wird ohne überschreiten eines Grenzkriteriums erreicht. Als Konsequenz kann empfohlen werden, den nachgewiesenen Zuwachs ΔQ_d z.B. für eine Nutzlasterhöhung zu verwenden. Aus unserer langjährigen Erfahrungen betragen die Zuwächse meist 30-50% und können in Ausnahmefällen auch über 100% betragen (Abb. 3). Das Ergebnis liegt direkt nach Beendigung der Versuche vor und ist so lange gültig, bis wiederkehrende Bauwerksprüfungen Anlass für weitere Untersuchungen geben - wie bei einem Neubau auch.

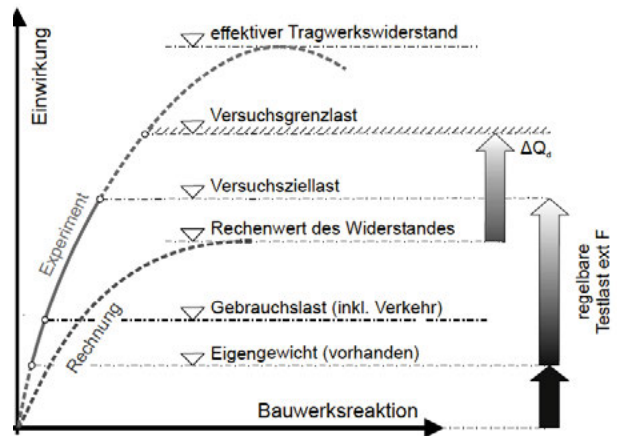


Abb. 2: Sicherheitskonzept (idealisiert!); ΔQ : nutzbarer Zuwachs der Verkehrslast

Die historische Methode, Versuchslasten durch Ballast zu erzeugen ist der modernen und regelbaren Technik gewichen, Lasten hydraulisch im Kräftekreislauf zu erzeugen. So werden selbstsichernd die Beanspruchungen im Tragwerk simuliert, denen es nach Normung widerstehen muss.

Dazu werden im Hochbau mobile Belastungsvorrichtungen genutzt, die kleinteilig transportiert und individuell an jede Aufgabe angepasst werden können (vgl. Abb. 9, 13 und 15). Die Technologie ermöglicht eine variable Anpassung an unterschiedliche Bauwerksgeometrien und Versuchslasten ($F \leq 750 \text{ kN}$). Ein Tragwerk ist in der Regel in ca. 3 Tagen untersucht, wovon jeweils 1 Tag für Installation der Belastungs- und Messtechnik, für die Messungen und den Abbau benötigt wird.

Für Brücken kommen besondere Fahrzeuge zum Einsatz (Straßenbrücken: Belastungsfahrzeug BELFA; Eisenbahnbrücken: Belastungswaggon BELFA-DB), die an der Hochschule Bremen in kooperativen Forschungsprojekten mit der TU Dresden, der HTWK Leipzig und der BU Weimar entwickelt wurden [2].

Die charakteristischen Daten eines Versuchsablaufs, wie z.B. Lastgrößen, Verformungen, Dehnungen etc., werden durch die Nutzung elektrischer Messsysteme zeitgleich auf einem Monitor als Grafik angezeigt und zum Beispiel nach den folgenden Abbruchkriterien analysiert:

- Grenzwerte (Einzelmesswerte der Durchbiegungen und Dehnungen)

- Reproduzierbarkeit (gleiche Bauwerksreaktion bei wiederholter Belastung - keine nichtlinearen Verformungen in Abhängigkeit der Beanspruchungszunahme)
- Reversibilität (keine bzw. geringe bleibende Verformung nach der Entlastung)

Gängige Sensoren zur Zustandsbewertung von Bauwerken sind:

- Kraftmessdosen zur Anzeige der eingeleiteten Kraft
- Wegaufnehmer zur Analyse von Durchbiegungen, Verschiebungen, Rissweiten oder Dehnungen, die integral über die Beziehung $\epsilon = \Delta l/l$ bestimmt werden.
- Dehnungsmessstreifen zur örtlichen Kontrolle von Beanspruchungen.
- Neigungssensoren zur örtlichen Analyse von Verdrehungen, z.B. um den Einspanngrad bei Auflagern oder Bauteilverbindungen zu bestimmen.
- Schallsensoren zur Analyse besonderer Ereignisse, die Schall freisetzen, wie z.B. Rissbildung oder Rissuferreißung. Der aktuelle Bauteilzustand kann besser eingeschätzt werden, so dass Belastungen oberhalb des Gebrauchslastniveaus bei sprödem Materialverhalten zusätzlich abgesichert werden.
- Lufttemperatur [°C] oder Windgeschwindigkeit [m/s], um bei jeder Messung - im Besonderen im Freien - die Umwelteinflüsse auf die Messung zu dokumentieren.

Dabei ist bei der Planung Vorsicht geboten. „Wer viel misst, misst Mist“ ist ein geflügeltes Sprichwort und umschreibt zutreffend den Umstand, dass die gewonnenen Daten zeitgleich auf Plausibilität geprüft sowie analysiert werden müssen. Denn der Belastungsversuch darf sich weder negativ auf die Gebrauchstauglichkeit noch auf die Dauerhaftigkeit des Bauteils auswirken. Bedingung für die Durchführung ist daher, die Aufgabe umfassend zu analysieren, erwartete Reaktionen zu berechnen und die Versuchsplanung auf die Ergebnisse abzustimmen. Dies setzt eine gewisse Erfahrung voraus, denn auch die „Richtlinie für Belastungsversuche an Betonbauwerken“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton [1] enthält keine detaillierten Hinweise zur Versuchsdurchführung. Dort werden lediglich die grundsätzlichen Vorgehensweisen sowie die Formeln aufgezeigt, mit denen z.B. die Versuchsziellasten oder Grenzwertkriterien zu ermitteln sind.

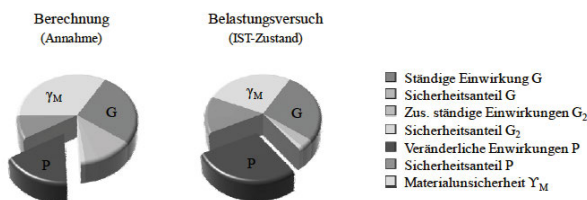


Abb. 3: Steigerungspotenzial der Nutzlast durch Belastungsversuche (Torte = Gesamttragfähigkeit einer Massivdecke)

Beim Belastungsversuch wird der Tragwerkszustand inklusive aller realen Randbedingungen getestet, sodass Unsicherheiten wegfallen und die Lasten deutlich über das rechnerisch nachgewiesene Lastniveau gesteigert werden können (Abb. 3). Denn ein Rechenmodell bleibt immer ein Modell und kann die physikalische Wirklichkeit nur so gut beschreiben wie zutreffend seine Annahmen waren. Und letztere sollten selbstverständlich immer auf der sicheren Seite liegen.

5. Anwendungsbeispiele

5.1 Autoterminal Bremerhaven

Das Autoregal K II im Kaiserhafen von Bremerhaven ist zu Beginn der 1990er Jahre errichtet und in Betrieb genommen worden (Abb. 4).



Abb. 4: Autoregal KII

Die Geschossdecken bestehen aus schlaff bewehrten Stahlbeton-Trogplatten, die als punktgelagerte Fertigteile ausgebildet worden sind. Es handelt sich um eine 4 feldrige Stahlbetonplatte mit 5 Nebenunterzügen in Querrichtung und 2 Hauptunterzügen in Längsrichtung (Abb. 5).

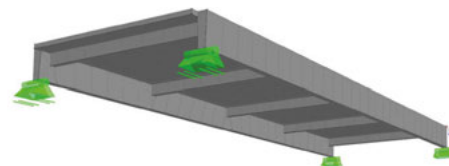


Abb. 5: Untersicht Trogplatte (l = 13,6 m, b = 4,65 m)

Aufgrund immer größerer und damit schwerer werden der Fahrzeuge sollte die tragende Konstruktion erneut statisch nachgewiesen werden. Eine Nachrechnung ergab, dass bei den Trogplatten sowohl die Stützmomente der Deckenspiegel als auch die Quer- und Längsunterzüge unkritisch waren. Die Feldmomente der Platten waren rechnerisch jedoch nicht nachweisbar, da sich die Biegung in den einzelnen Feldern mit der Biegung des

Gesamtsystems überlagern. Zudem war die Feldbewehrung über den Nebenunterzügen gestoßen und damit die Endverankerung nicht nachweisbar. Der Nachweis sollte mit Belastungsversuchen im Betrieb erbracht werden.

Das Versuchskonzept wurde in Abstimmung mit den beteiligten Ingenieurbüros entwickelt und mit dem Prüfingenieur abgestimmt. Zur Auswahl einer Stichprobe wurden von der Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH alle Felder einer Bauwerksprüfung unterzogen und ihr Zustand bewertet. Für die Belastungsversuche wurden 10 Platten ausgesucht (2 Messorte mit jeweils 5 übereinanderliegenden Troglplatten). Die ausgesuchten Bereiche wurden bei der Bauwerksprüfung als „Durchschnittsplatten“ bewertet (Zustand: ‚o‘, bzw. ‚o (-)‘). Alle Platten mit einer schlechteren Bewertung (‚-‘ oder ‚--‘) sollten konventionell saniert werden und waren daher nicht Bestandteil der experimentellen Untersuchungen. Alle weiteren Bauteile (z.B. Konsolen, Stützen, Gründung, etc.) waren vom Tragwerksplaner im Bedarfsfall konventionell nachzuweisen.

Die nachzuweisenden Verkehrslasten waren je nach Bauteil gestaffelt:

Hauptunterzüge (l = 13,20 m)	p = 1,50 kN/m ²
Nebenunterzüge (l = 4,25 m)	p = 2,00 kN/m ²
Deckenplatte (d = 10 cm)	p = 3,50 kN/m ²
Schneelast – nur Decke über 4. OG	s = 0,75 kN/m ²

Die Versuchslasten von bis zu FZiel ≤ 115 kN wurden pro Troglplatte an bis zu 64 Teilflächen (ca. 20 x 20 cm) eingeleitet (Abb. 6).



Abb. 6: Lastverteilungstraversen und Messbasis zur Durchbiegungsmessung

Als Gegenkraft dienten Betonblöcke, die im Erdgeschoss abgestellt und über Zugstangen mit der Lastverteilung auf den Deckenplatten verbunden waren (Abb. 7). Hydraulische Pressen mit Kraftmessdosen sorgten dafür, dass die Versuchslast regelbar eingeleitet werden konnte.



Abb. 7: Gegengewichte (55,2 t) mit Hydraulikpressen und Zugstangen

Die Versuchslasten wurden bis zur Versuchsziellast kontrolliert gesteigert, während die maßgebenden Bauteilreaktionen (z.B. Durchbiegungen und Dehnungen) zeitgleich am Computer analysiert werden konnten. Dabei wurden die Verformungen sowohl absolut (relativ zu den unbelasteten Troglplatten) als auch relativ (Differenzbildung mit den Verformungen der angrenzenden Bauteile) angezeigt (Abb. 8).

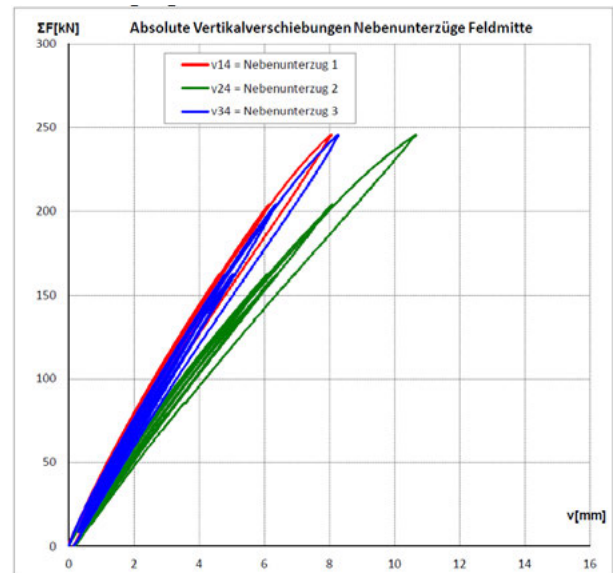


Abb. 8: Absolute Vertikalverschiebung der Nebenunterzüge

Alle Versuchsziellasten wurden ohne Verletzen eines Grenzwertkriteriums erreicht, so dass die Tragsicherheit der Stahlbeton-Troglplatten, bestehend aus den Tragelementen Deckenfelder, Neben- und Hauptunterzüge, für die gewünschten Verkehrslasten p = 1,5 – 3,5 kN/m² experimentell nachgewiesen werden konnten.

Durch die umfangreiche Voruntersuchungen zum bauwerkszustand der einzelnen Troglplatten konnten die Ergebnisse ohne weitere Berechnungen oder Nachweise

auf alle weiteren (ungestesteten) Decken des Autoregals KII direkt übertragen werden, sofern ihre Zustandsbewertung „o (-)“ oder besser ist.

Voraussetzungen für die dauerhafte Einstufung in die Lastenklasse im Restnutzungszeitraum sind:

- Einhaltung der Lastansätze
- Erhaltung des baulichen Zustands für den Restnutzungszeitraum (keine tragsicherheitsrelevante Veränderung oder Schädigung des Tragwerks); wiederkehrende Bauwerksprüfung

Es wurde im Sinne der Restnutzungszeit des Tragwerks empfohlen (Dauerhaftigkeit), die Abdichtung der obersten Etage zu erneuern.

5.2 Tiefgarage Hamburg

Das Gebäude mit integrierter Tiefgarage wurde 1967 geplant und gebaut. Eine Betonsanierung und die Erneuerung des Belags erfolgten im Jahr 2015. Die Tiefgarage hat eine Grundfläche von ca. 25 x 30 m. Bei dem Tragwerk handelt es sich um einachsrig gespannte Decken, die auf Unterzügen (40/46 cm) im Achsabstand von 4,68 m auflagen (Abb. 9).

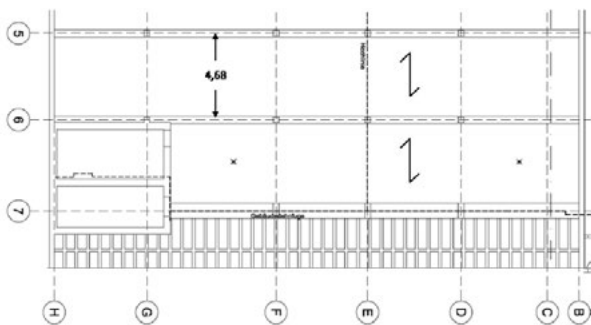


Abb. 9: Grundriss der Tiefgaragendecke (Ausschnitt)

Die ursprünglich geplante Nutzlast lag bei 5,0 kN/m² bzw. einem 12 t-LKW. Die Nutzung setzte jedoch eine Befahrbarkeit mit Fahrzeugen voraus, deren Beanspruchungen der Brückenklasse 16/16 inkl. Schwingbeiwert ϕ entsprechen (Abb. 10).



Abb. 10: Tiefgaragendecke mit Belastungsvorrichtung

Aufgrund des frisch sanierten und gedichteten Belages konnte in diesem Fall die Decke zur Versuchslasteinleitung nicht durchbohrt werden. Die Lösung war, eine Stahlträgerkonstruktion auf der Decke aufzubauen, die außerhalb des Einflussbereiches auf Unterzügen gelagert ist und mit Ballast beschwert wird (Abb. 10). Die Unterzüge wurden für die Belastungsversuche hilfswise mit Schwerlaststützen abgefangen (Abb. 12).

Gegen die ballastierten Stahlträger konnten nun in einem Teilbereich der Decke die Lasten hydraulisch und regelbar (FZiel ≤ 650 kN) eingeleitet werden (Abb. 11).



Abb. 11: Hydraulische Belastungserzeugung gegen Ballast auf Stahlträger-Konstruktion

Die messtechnische Ausstattung der Bauteile erfolgte von der Unterseite, um z.B. Dehnungen, Durchbiegung und Rissweitenveränderung zu erfassen (Abb. 12). Um eine beginnende Schädigung (Entstehen von Mikrorissen) im Schubbereich zu erkennen, wurde zusätzlich eine Schallemissionsanalyse eingesetzt.

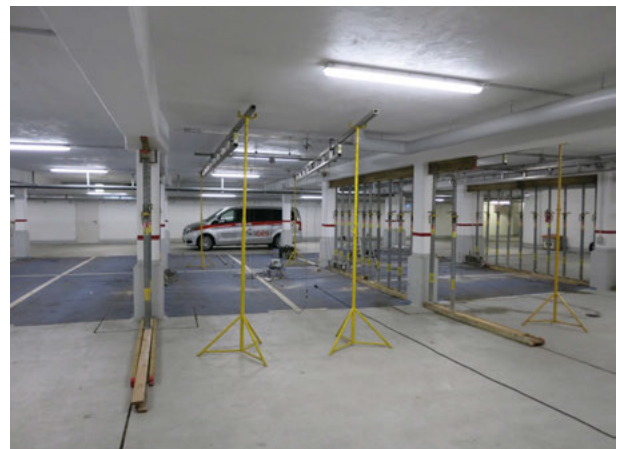


Abb. 12: Stative mit Messbasen - Durchbiegungsmessung an der Deckenunterseite

Die Bauteilreaktionen von 2 Plattenfeldern und einem Unterzug zeigten ein annähernd lineares Last-Durchbiegungsverhalten bis zur Gebrauchslast (Abb. 13). Die begleitende Schallemissionsanalyse bestätigte, dass wäh-

rend der Versuche keine (Schub-)Mikrorisse entstanden sind. Die gewünschte Nutzlast (Brückenklasse 16/16, $\phi = 1,10$) konnte erfolgreich nachgewiesen werden

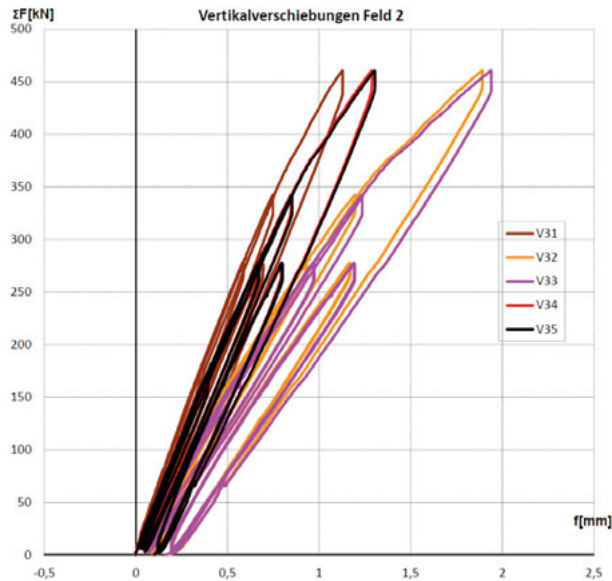


Abb. 13: Vertikalverschiebungen im Feld bei Nachweis des maximalen Biegemomentes

5.3 Parkdeck Riga

Im Rahmen einer Baubegutachtung wurde an dem Parkhaus mit 4 Ebenen erhebliche Rissbildung in den tragenden Konstruktionen (Stahlbetonplatten, -balken und -stützen) festgestellt. Das Parkhaus wurde nach der russischen Norm SNiP konstruiert und bemessen. Eine Nachrechnung auf Basis des Eurocodes 2 ergab, dass die Konstruktion nicht tragsicher ist.

Es wurde vereinbart, in Musterbereichen Belastungsversuche durchzuführen. Durch eine Vorberechnung wurden die Bauteile identifiziert, die die ungünstigsten Verhältnisse aufwiesen (Ausnutzungsgrad, Bauteilzustand). Das Versuchsprogramm umfasste sowohl Plattenbereiche (Abb. 14) als auch mehrere Rahmensysteme (Abb. 15 und 16).



Abb. 14: Lasteinleitung und Messbasis (Nachweis Kragplatte)

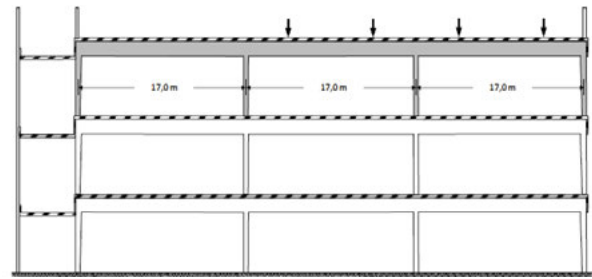


Abb. 15: Querschnitt des Parkhauses (Dreifeld-Rahmensystem)

Um aufwändige Versuchsaufbauten zu vermeiden, wurde bei diesem Projekt die Belastung so organisiert, dass die oberste Decke mit dem schlechtesten Erhaltungszustand getestet und das Gegengewicht aus dem Eigengewicht der darunterliegenden Stockwerke aktiviert wurde (Abb. 16).

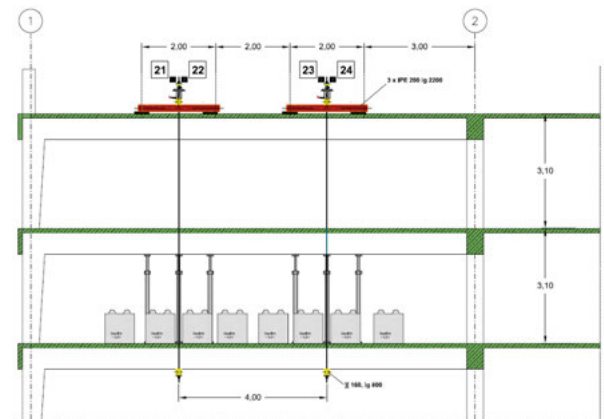


Abb. 16: Lasteinleitung und Rückverankerung (Längsschnitt: Einfeld-Rahmensystem)



Abb. 17: Schubdehnungs- und Rissweitenmessung an hochbelasteten Rahmenecken

Je nach Bauteilzustand variierte der messtechnische Aufwand, da neben globalen Reaktionen wie Durchbiegungen oder Biegedehnungen zusätzlich örtliche Problemstellen ausgestattet wurden, um Schubdehnungen, Rissweiten oder Rissbildung (Schallemissionsanalyse) zu überwachen (Abb. 17).

Die Belastungsversuche offenbarten ein deutlich nicht-lineares Verformungsverhalten oberhalb der Gebrauchslast. Insbesondere hochbeanspruchte Schubfelder (Abb. 17 und 18) und Rissweiten zeigten kritische Werte bei Erreichen der Versuchsziellasten. Die Schallemissionsmessung zeichnete jedoch vorwiegend Ereignisse mit langer Signaldauer aus, die sich einer Rissuferreibung zuordnen ließen (Abb. 19). Ursachen waren wahrscheinlich bereits vorhandene Risse oder der teilweise abgelöste Fahrbelag.

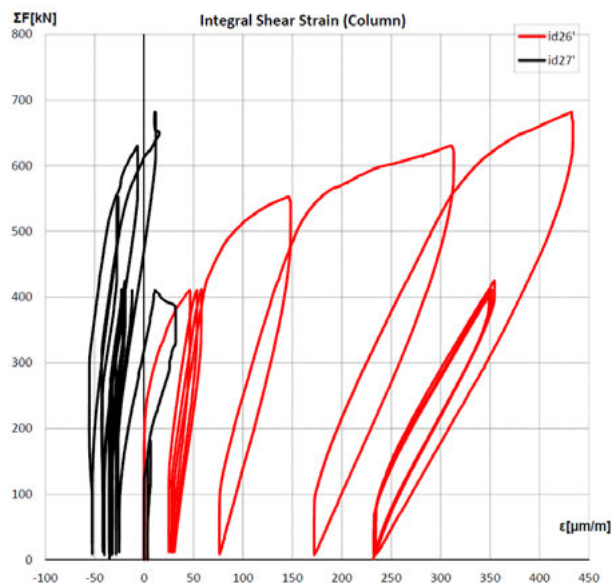


Abb. 18: Schubdehnung der Rahmenecke (vgl. Abb.17)

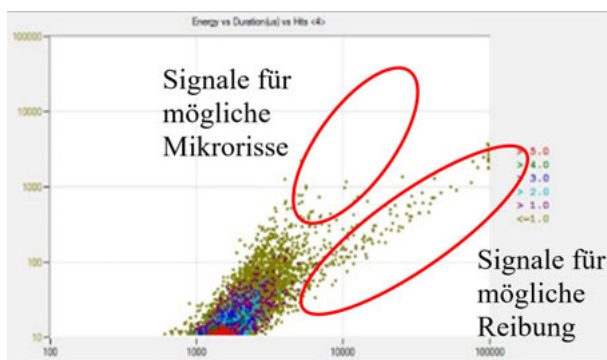


Abb. 19: Ergebnisse Schallemissionsmessung

Innerhalb einer Woche konnten die Nachweise an einer Kragplatte und 3 Rahmensysteme erfolgreich abgeschlossen werden, so dass das Parkhaus für die aktuellen Lastansätze (Verkehrslast $p = 2,5 \text{ kN/m}^2$ und Ausbaulast $g_2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$) freigegeben werden konnte. Partiiell wurden während der Belastung größere Rissweiten bis $w \leq 1,0 \text{ mm}$ erreicht, die anschließend saniert wurden. Zur Wiederherstellung der Dauerhaftigkeit wurden eine Erneuerung der Fahrbelagabdichtung und eine Beschichtung der gerissenen Oberflächen empfohlen.

6. Ausblick

Experimentelle Methoden loten die Tragwerksreserven bestehender Bauwerke aus und können selbst dann ein erfolgsversprechender Lösungsansatz sein, wenn umfangreiche rechnerische Analysen unbefriedigende Ergebnisse erzielt haben. Voranschreitender Computehörigkeit trotzend bieten sie eine wirtschaftlich attraktive Alternative zu Abriss und Neubau und leisten einen wichtigen Beitrag, um Baukultur zu bewahren.

Literatur

Eine ausführliche Dokumentation einzelner Anwendungsbeispiele wurde veröffentlicht in:

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb, Hrsg.): Richtlinie für Belastungsversuche an Betonbauwerken. Berlin: Beuth, 9/2000.
- [2] Gutermann, M., Schröder, C.: 10 Jahre Belastungsfahrzeug BELFA. Entstehung, Erfahrungen und Ausblick. In: Bautechnik, 88. Jahrgang, Heft 3, Ernst & Sohn, März 2011, S. 199-204
- [3] Gutermann, M., Gersiek, M., Löschmann, F., Patrias, M.: Der Löwenhof in Dortmund: Experimentelle Statik zum Erhalt historischer Eisenbetondecken, Ernst & Sohn, Bautechnik Ausgabe 1/2018
- [4] Gutermann, M., Kahl, D.: Energetische Ertüchtigung einer Waschbetonfassade: Experimente ersetzen den rechnerischen Tragsicherheitsnachweis. In: Ernst & Sohn Special 2013, Innovative Fassadentechnik
- [5] Manleitner et al., „Belastungsversuche an Betonbauwerken“, Beton- und Stahlbetonbau 96, 2011, Heft 7, S. 489



Instandhaltung

Schältechnik zum betonschonenden Abtrag von Altbeschichtungen bei der Sanierung von Parkbauten

Werner Noebel, Dipl.-Ing.

Husqvarna Deutschland GmbH, HTC Floor Systems

Thorsten Fienz

Husqvarna Deutschland GmbH, HTC Floor Systems

Zusammenfassung

Durch Schälen kann man alte OS8 oder OS11 Beschichtungen in Parkbauten betonschonend abtragen und gleichzeitig eine optimal vorbereitete Oberfläche für eine neue Beschichtung erhalten. Zwei unabhängig voneinander erstellte Institutsuntersuchungen bestätigen in Vergleichsverfahren, dass durch Schälen sehr gute Oberflächenzugfestigkeitswerte und die besten Scherfestigkeitswerte für eine neue Beschichtung erreicht werden. Entgegen der weit verbreiteten Meinung, dass eine sehr grobe Oberfläche, aufgrund einer sogenannten „Verkrallung“, die beste Scherfestigkeit ergeben müsste, zeigen beide Institutsuntersuchungen, dass die scheinbar „glatte“ Oberfläche durch Schälen bessere Scherfestigkeitswerte erzeugt, als mit anderen Verfahren vorbereitete Flächen. Bereits vor einigen Jahren wurde durch die AMPA - Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen [1] in Kassel bei Untersuchungen festgestellt, dass bei der Sanierung durch Fräsen Mikrorisse bis zu 15 mm Tiefe entstehen. Diese sind dafür verantwortlich, dass die Haftzugfestigkeit des Betons weit unter die zulässigen Werte für eine neue Beschichtung absinkt.

1. Betonschonende Untergrundvorbereitung mit Schäl-Technik



Bild I: OS 8 Parkhaus Instandsetzung Riem Arcaden in München

Ein Hauptkriterium in Parkbauten ist es zu verhindern, dass eingetragenes salziges Tauwasser im Winter über die Schwindrisse die Bewehrung im Beton schädigt.

In diesen und anderen Fällen kommt man nicht umhin den Betonboden mit Kunststoff zu beschichten, mit dem Nachteil, dass ca. alle 10-15 Jahre die alten Beschichtungen saniert werden müssen.

Bei der Sanierung von Parkbauten muss dabei in der Regel zuerst die alte Beschichtung entfernt werden.



Bild II: Zeigt was man befürchtet

Es gibt hierzu bekannte Verfahren wie z. B. Fräsen, mit Vorteilen aber auch mit gravierenden Nachteilen.

Bei der Einführung von neuen Verfahren werden in der Regel Fragen zu Oberflächenzug- und Scherfestigkeitswerten sowie zur Betonschädigung in Form von Mikrorissen gestellt.

Institutsuntersuchungen:

Um diese Fragen objektiv zu beantworten hat die HTC Floor Systems GmbH die AMPA - Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen - damit beauftragt, diese Fragen in Form eines Institut Prüfberichts [1], im Rahmen eines Verfahrensvergleichs unabhängig zu untersuchen. Im September 2012 wurden von der AMPA in Kassel Vergleichsuntersuchungen [1] zwischen Schleiftechnik bzw. Schältechnik, Kugelstrahlen, Fräsen und Höchstdruckwasserstrahl (HDW) auf einer 8 x 6 Meter großen Musterfläche durchgeführt.

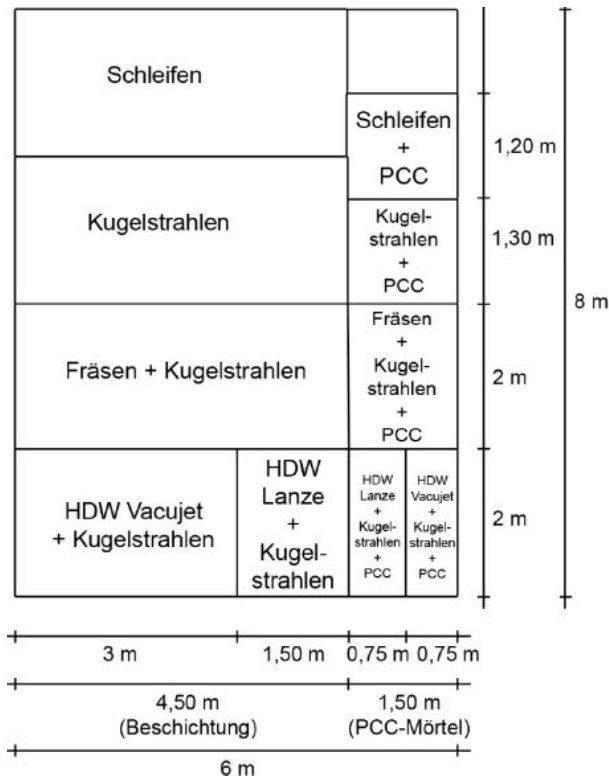


Bild 1: Aufteilung der AMPA Musterfläche [1]



Bild 2: Beschichtete Musterfläche AMPA Kassel

Im Sommer 2014 wurde die Hochschule München - Labor für Baustoffe - von HTC damit beauftragt, auf weiteren Testflächen die nachfolgend beschriebenen Untergrundvorbereitungsverfahren nochmals unabhängig zu untersuchen.

Alle Verfahren wurden auf neu hergestellten Aufbetontestflächen sowie auf zwei Bestandstestflächen angewendet.

Ziel der Arbeit war es, mit Hilfe von Versuchsreihen herauszufinden, welche Verfahren sich für die Untergrundvorbereitung von Betonflächen eignen, die anschließend beschichtet werden sollen.

Dabei wurden die ermittelten Kennwerte und Festigkeiten miteinander verglichen und auf eventuelle Zusammenhänge geprüft. [2]

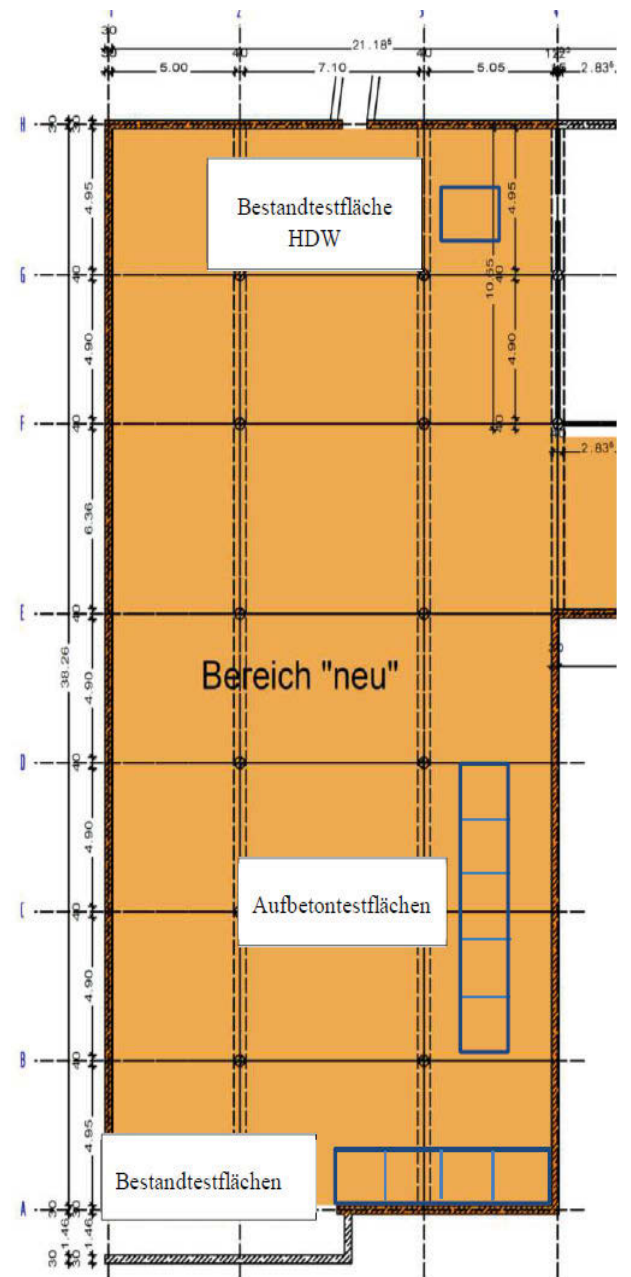


Bild 3: Übersichtsplan Testflächen München [2]

2. Verfahrenvergleich

2.1 Kugelstrahlen

OS8 und OS11 Parkhaus-Beschichtungen lassen sich in der Regel mit Kugelstrahlen nicht abtragen. [1]



Bild 4: Versuchsergebnis, die Beschichtung nur mit Kugelstrahlen abzutragen

Kugelstrahlen wird zumeist lediglich als nachträglicher Arbeitsgang zu Fräsen und HDW eingesetzt.

2.2 Feinfräsen

„Fein“-Fräsen bedeutet, dass man eine etwas kleinere und leichtere Straßenfräse einsetzt.



Bild 5: Kleine Straßenfräse

Die Straßenfräse wird dann mit einer sogenannten „Fein“-Fräswalze bestückt, die ca. dreimal mehr und kleinere Meißel hat als eine Standard-Straßenbauwalze.



Bild 6: „Fein“-Fräswalze

Selbst 10 mm starke Beschichtungen lassen sich mit einer Fräse mühelos abtragen, allerdings mit dem ungewollt hohen Abtrag der Betondecke von bis zu ca. 1 cm. Die Oberflächenzugfestigkeitswerte des Betons liegen danach regelmäßig unterhalb des nach ZTV-ING [3] für eine Beschichtung vorgeschriebenen Werts von mindestens 1,5 N/mm².



Bild 7: „Fein“-Fräsen

Der Begriff „Fein“-Fräsen verharmlost das Verfahren, es ist vielmehr ein Meißeln mit vertikalem Krafteintrag. Der Beton wird laut dem AMPA-Prüfbericht [1] mit bis zu 2 cm tiefen Mikrorissen im Beton geschädigt, die wiederum ursächlich für die schlechten Oberflächenzugfestigkeitswerte sind.

Seit einer früheren AMPA Untersuchung gibt es in den Hessen Mobil - internen Regelungen/Ergänzungen folgende Vorgabe: „Aufgrund mehrfach aufgetretener Schäden im Rahmen von Bauwerksinstandsetzungen ist großflächiges Fräsen der Betonoberfläche als Oberflächenvorbereitung nicht mehr anzuwenden.“ [4]

Fräsen ist zudem:

- sehr laut und erzeugt einen hohen Festkörperschall im gesamten Gebäude.
- eine staubige Angelegenheit, da es ohne Staubabsaugung erfolgt.
- nacharbeitsintensiv, da ein Kugelstrahlgang und eine zusätzliche Kratzspachtelung erforderlich sind.

Der zusätzliche Kugelstrahlgang ist zwingend erforderlich, um einen Großteil der durch das Meißeln gelockerten Betonoberfläche abzutragen.



Bild 8: Kugelstrahlen nach „Fein“-Fräsen

Die Rautiefe einer gefrästen Oberfläche liegt über 1,5 mm, so dass nach ZTV-ING [3] eine zusätzlichematerial- und arbeitszeitaufwendige Kratzspachtelung erforderlich ist.



Bild 9: Kratzspachtelung nach „Fein“-Fräsen

Laut Betonsachverständigem „schädigt Fräsen aber nicht nur den Beton, sondern führt auch oft zu organisatorischem Ärger auf den Baustellen.

Dazu gehören zum Beispiel Nachtragsforderungen für „verfestigend“ wirkende Grundierungen, mit denen der durch Fräsen geschädigte Beton wieder ertüchtigt werden muss.

Auch die beim Fräsen entstehenden Rautiefen und deren Ausgleich sind häufig Gegenstand unangenehmer Diskussionen.“ [5]

2.3 Lammellenfräsen

(auch Klopffräsen oder Schlaglamellenfräsen genannt)
Eine Lamellenfräse kann in der Regel eine Beschichtung alleine nicht abtragen, es ist ein vorheriges Flammstrahlen erforderlich.

Das Lamellenfräsen erfolgt in der Regel ohne Staubabsaugung.



Bild 10: Lamellenfräsen

Es ist ein zusätzlicher Kugelstrahlgang erforderlich, der durch das Klopfen gelockertes Gefüge von der Betonoberfläche abträgt.



Bild 11: Lamellenwalzen einer Lamellenfräse

Die beim Lamellenfräsen entstehenden Längsriefen müssen abschließend noch kratzgespachtelt werden, da ansonsten nicht gewährleistet ist, dass später eine ebene, beschichtete Fahrbahn entsteht.

Vor dem Lamellenfräsen ist zur Vorbereitung ein zusätzliches Flammstrahlen erforderlich um die Beschichtung vorzuschädigen.

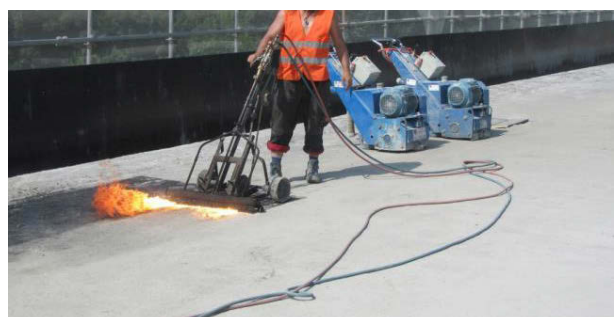


Bild 12: Vorbereitendes Flammstrahlen

Dieses Verfahren wurde von der AMPA nicht weiter untersucht, weil wir aufgrund der Anzahl und Art der erforderlichen Arbeitsgänge (Flammstrahlen, Lamellenfräsen, Kugelstrahlen und Kratzspachteln) zu große wirtschaftliche Nachteile sahen.

2.4 Höchstdruckwasserstrahlen (HDW)



Bild 13: Höchstdruckpumpe - 2.500 Bar

Höchstdruckwasserstrahlen (HDW - 2.500 bar) ist ein relativ teures Verfahren mit einer geringen Flächenleistung. HDW Handlanze ist zudem durch den hohen Rückstoß und die erforderliche Schutzkleidung eine gefährliche Schwerstarbeit.



Bild 14: HDW Handlanze

HDW erzeugt ein Menge Schlamm aus Beschichtungsmaterial und Beton sowie Schmutzwasser, welches aufgefangen und gefiltert sowie aufwendig aufbereitet (pH neutralisiert) werden muss, bevor es in das Abwasser geleitet werden darf.

Die Rautiefe einer entschichteten HDW Oberfläche liegt über 1,5 mm, so dass nach ZTV-ING [3] eine zusätzliche material- und arbeitszeitaufwendige Kratzspachtelung erforderlich ist.



Bild 15: HDW Oberfläche

Entgegen der Ansicht vieler Experten ergaben die Untersuchungen durch die AMPA [1], dass die kraterartige Oberflächenstruktur, hervorgerufen durch den Einsatz von HDW-Handlanzen, nicht zu einer hohen Scherfestigkeit führt, sondern eine durch Schälens plus Kugelstrahlen vorbereitete Fläche die besten Scherfestigkeitswerte ergibt.



Bild 16: AMPA - Universität Kassel Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen Scherfestigkeitsvergleich Testaufbau [6]

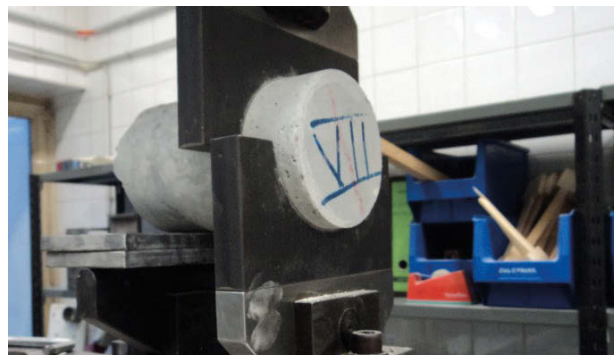


Bild 17: Hochschule München – Labor für Baustoffe Scherfestigkeitsvergleich Testaufbau [7]

Eine zweite Untersuchung im Sommer 2014 an der Hochschule München - Labor für Baustoffe - bestätigte, dass eine durch Schälern plus Kugelstrahlen vorbereitete Fläche 1,7 bzw. 1,8 mal höhere Scherfestigkeitswerte ergibt als Fräsen bzw. HDW plus Kugelstrahlen. [2]

2.5 Schälern (Schleiftechnik)

Beschichtungen lassen sich durch Schleifmaschinen mit Planetenantrieb und speziellen Diamant-Schäl-Werkzeugen sehr gut abtragen.



Bild 18: Schleifmaschine mit Planetenantrieb

Ein Planetenantrieb besteht aus einem rotierenden Schleifkopf und vier gegenläufig rotierenden Schleifscheiben. Diese Technik erzeugt beim Schälern eine absolut ebene Oberfläche.



Bild 19: Schälern

Die Flächenleistung liegt bei einer Schleifmaschine mit ca. 1 Meter Arbeitsdurchmesser bei ca. 20-60 m²/h und ist abhängig von der Härte und der Dicke der Beschichtung sowie der Ebenheit des Betonbodens.

Die dem AMPA Prüfbericht [1] zugrunde liegende Untersuchung kommt bei einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zu dem Ergebnis, dass Schälern unter Berücksichtigung der Kosten und der Flächenleistung das wirtschaftlichste Verfahren ist. [8]

Der Abtrag der Beschichtung erfolgt mit eigens dafür entwickelten polykristallinen (PKD) Diamant-Schäl-Werkzeugen.



Bild 20: (PKD) Diamant Schälwerkzeug

Von allen Untergrundvorbereitungsverfahren hat Schälern die höchste Oberflächenzugfestigkeit und die höchste Haftzugfestigkeit. [2]

Der AMPA Prüfbericht [1] bestätigt, dass das Schälern im Gegensatz zum Fräsen keine Betonschäden in Form von Mikrorissen im Gefüge verursacht.

Die sehr guten Oberflächenzugfestigkeitswerte nach dem Schälern lassen sich sowohl laut AMPA Prüfbericht [1] als auch der Untersuchung der Hochschule München [2] durch einen zusätzlichen Kugelstrahlgang nicht weiter verbessern.

Aufgrund der Ergebnisse der beiden Scherfestigkeits-Untersuchungen [1] [2] empfehlen wir, vor der Grundierung einen zusätzlichen Kugelstrahlgang durchzuführen, um eine maximale Scherfestigkeit zu gewährleisten.



Bild 21: Geschälte Oberfläche