

# 10

101. Jahrgang  
Oktober 2024, S. 611–618  
ISSN 0932-8351

Sonderdruck

# Bautechnik

Zeitschrift für den gesamten Ingenieurbau



## Schlankheitskur für Stützen in einer Bonner Tiefgarage

Marcus Walz, Alexander Bach, Jan Scherzer, Julian Loos

# Schlankheitskur für Stützen in einer Bonner Tiefgarage

Unter der Bundesstraße 56 in Bonn befindet sich eine Tiefgarage, die sich über drei Untergeschosse erstreckt und 425 Parkplätze bietet. Die Zugangsmöglichkeiten sind über die Straße Annagraben und eine Zufahrtsrampe unter dem Sterntorhaus. Über der Tiefgarage verläuft eine Straßenbahntrasse. Die Tiefgarage, errichtet in den 1960er-Jahren, trägt Lasten aus Schwerverkehr und Straßenbahn durch massive Stützen in den Untergrund ab. Aufgrund der starken Kontamination des Betons durch Chloride, insbesondere im Bereich der Stützen, ist eine umfangreiche Instandsetzung der Tiefgarage erforderlich. Zudem entspricht die Betondeckung nicht mehr dem Stand der Technik und ist v. a. an den Stützen deutlich zu gering. Da die Stellplatzbreiten mit 2,20 m sehr nutzerunfreundlich sind, ist eine Instandsetzung durch Erhöhung der Betondeckung nicht möglich. Aus diesem Grund hat man sich dazu entschlossen, die betreffenden Stützen, insgesamt 154 Stück, vollständig zu entfernen und anschließend wieder neu mit geringeren Abmessungen zu erstellen. Die Nachrechnung der obersten Stahlbetondecke erfolgte nach der „Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand“. Verkehrslast und Erdüberschüttung wurden präzise vermessen. Die ausreichende Tragfähigkeit der Decke wurde nachgewiesen. Neue Stützen werden stumpf angeschlossen und nicht monolithisch mit den bestehenden Decken verbunden, was eine Neuberechnung der Stahlbetonkonstruktion erfordert. Eine Fertigteillösung wurde wegen Einbringungsproblemen verworfen. Aufgrund der Brandschutzanforderungen wurde eine Stahlbetonlösung bevorzugt. Die Untersuchung zeigt, dass die vorgeschlagene Lösung tragfähig und brandschutzkonform ist.

**Stichworte** Parkhaus; Betondeckung; Chlorid; Stützensaustausch

## 1 Allgemeine Beschreibung des Bauwerks

Im Herzen von Bonn, unterhalb der Bundesstraße 56 an der Oxfordstraße, zwischen dem Berliner Platz und der Kreuzung Wilhelmstraße, liegt eine imposante Tiefgarage. Diese erstreckt sich über drei Untergeschosse, die jeweils etwa 3775 m<sup>2</sup> groß sind. Damit bietet sie für insgesamt 425 Fahrzeuge Parkplätze. Der Zugang zur Tiefgarage erfolgt entweder über die Straße Annagraben oder eine Zufahrtsrampe, die unterhalb des benachbarten Sterntorhauses liegt. Direkt darüber verläuft eine Straßenbahntrasse (Bild 1). Die aus der Straßenbahntrasse und dem Schwerlastverkehr auf der Bundesstraße 56 resultierenden Lasten müssen durch massive Stützen in den Untergrund abgetragen werden.

## Slimming cure for severely damaged supports in underground parking in Bonn

Beneath the Bundesstraße 56 in Bonn, there is an underground parking garage that spans three sub-levels and offers 425 parking spaces. Access is available via Annagraben street and a ramp under the Sterntorhaus. A tram line runs above the underground garage. Constructed in the 1960s, the garage supports loads from heavy traffic and the tram through massive columns into the ground. Due to significant contamination of the concrete with chlorides, especially in the columns, extensive refurbishment of the parking garage is required. Moreover, the concrete coverage, particularly on the columns, is significantly insufficient. The parking space widths of 2.20 m are very user-unfriendly, refurbishment by increasing the concrete coverage is not feasible. For this reason, it has been decided to completely remove the affected columns, total 154 pieces, and reconstruct with smaller dimensions. The recalculation of the top reinforced concrete ceiling was verified according to the "Guideline for the Recalculation of Existing Road Bridges." Traffic load and earth overfill were precisely measured. The deck's sufficient load-bearing capacity was proven. New columns will be connected bluntly and not monolithically with the existing decks, which requires a recalculation of the concrete structure. A precast solution was discarded due to insertion problems. Due to fire protection requirements, a reinforced concrete solution was preferred. The investigation shows that the proposed solution is viable and complies with fire safety standards.

**Keywords** parking garage; concrete coverage; chloride; column exchange



**Bild 1** Lage der Tiefgarage Oxfordstraße mit Bundesstraße und Straßenbahntrasse (Quelle: Sweco GmbH, Google Earth)  
Location of the Oxfordstraße underground car park with federal road and tram route

Das Bauwerk wurde in den 1960er-Jahren errichtet und im Laufe der Zeit durch verschiedene Bauarbeiten in den angrenzenden Gebäuden teilweise verändert. Die Oberkante der Straße befindet sich etwa 1,50–1,70 m über der obersten Geschossdecke. Zur Sicherung der Baugrube erfolgte die Errichtung einer Bohrpfehlwand, die zugleich die Außenwände des Bauwerks bildet. Diese Bauweise war damals unter dem Begriff Benotowand bekannt. Während der Bauzeit erfolgte eine vorübergehende Absicherung mit temporären Ankern, die endgültige horizontale Halterung fand schließlich über die Geschossdecken statt.

Die Geschossdecken wurden als Hohlkörperdecken ausgeführt, wobei für die oberste Geschossdecke Papprohre mit einem Durchmesser von 50 cm und für die beiden unteren Decken mit einem Durchmesser von 25 cm verwendet wurden. Diese Art von Decken bezeichnete man damals als Röhbaudecken. Die beschriebene Bauweise hat zahlreiche Vorteile gegenüber konventionell hergestellten Decken. Durch die integrierten Hohlkörper ist eine effektive Schalldämmung vorhanden. Des Weiteren ist die Tragfähigkeit aufgrund des entsprechenden Trägheitsmoments relativ hoch bei gleichzeitig geringem Eigengewicht. Zudem ist diese Bauweise auch aufgrund der robusten Konstruktion für eine i. Allg. lange Lebensdauer bekannt.

Die vertikalen Bauteile sind auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet, während zwischen den Fundamenten eine nichttragende Bodenplatte liegt. Bei Hochwasserereignissen kann das dritte Untergeschoss durch Öffnungen in der Bodenplatte geflutet werden, um einem eventuellen Auftrieb entgegenzuwirken.

Das Projekt wurde als Partnerschaftsmodell mit dem Bauherrn Primevest, dem Planungsbüro Sweco GmbH, der Direktion Bauwerkserhaltung der Ed. Züblin AG sowie der Stahlbau Sieber GmbH durchgeführt.

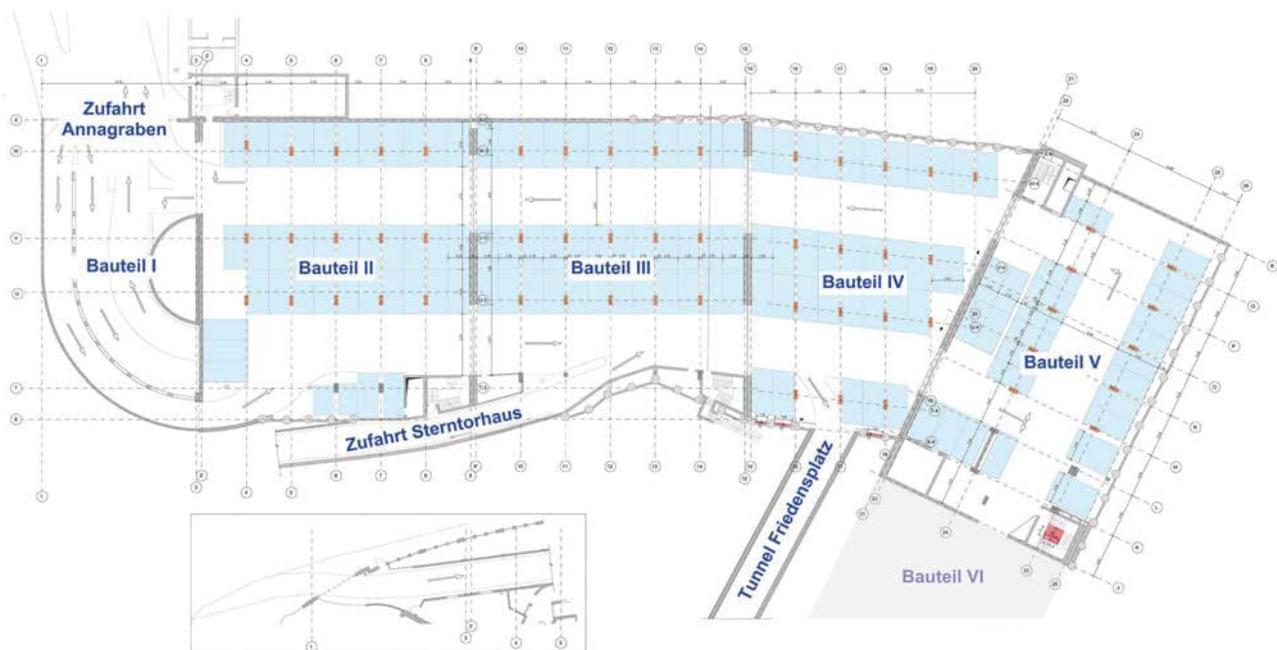
## 2 Beschreibung der Bestandskonstruktion

Das Bauwerk besteht aus insgesamt sechs Bauteilen, wie in Bild 2 dargestellt, die durch Bauteilfugen voneinander getrennt sind. Diese Konstruktion ermöglicht eine flexible und stabile Struktur, die den Nutzungsanforderungen als Parkgarage gerecht wird.

Das Bauteil I beherbergt die Rampenkonstruktion, die den Zugang zu den unteren Geschossen der Tiefgarage sicherstellt. Diese Rampenkonstruktion ist entscheidend für die effiziente Erschließung und Nutzung der Parkflächen in den unteren Ebenen.

Die weiteren Bauteile II–V dienen ausschließlich dem Zweck des Parkens. Diese Bereiche sind so konzipiert, dass sie eine maximale Anzahl von Stellplätzen bieten, um den Bedarf an Parkmöglichkeiten in der Oxfordstraße zu decken. Struktur und Anordnung der Bauteile sind optimiert, um den Verkehrsfluss innerhalb der Tiefgarage zu erleichtern und Behinderungen beim Ein- und Ausfahren sowie bei der Stellplatzsuche zu minimieren.

Wesentliche Nachteile, die auch aus den bereits o.g. hohen Verkehrslasten resultieren, sind die Dimensionierung sowie die Anordnung der Stützen. So weisen im aktuellen Bestand die Stellplätze nur eine Breite von 2,20 m auf. Dies ist auch den Abmessungen der Stützen, die auf-



**Bild 2** Aufteilung der verschiedenen Bauteile der Tiefgarage (Quelle: Sweco GmbH)  
Division of the various components of the underground car park



**Bild 3** Stark korrodierte Bewehrung mit deutlichem Querschnittsverlust im Boden- und Stützenbereich (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Severely corroded reinforcement with significant cross-sectional loss in the floor and column areas



**Bild 4** Stark korrodierte Bewehrung mit deutlichem Querschnittsverlust im Boden- und Stützenbereich (Detail) (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Severely corroded reinforcement with significant cross-sectional loss in the floor and column areas (detail)

grund der hohen Belastung mit  $0,5\text{ m} \times 1,0\text{ m}$  sehr massiv ausfallen, geschuldet.

Das Bauteil VI stellt einen besonderen Teil des Bauwerks dar. Es handelt sich um einen ehemaligen Luftschutzbunker, der ebenfalls als Parkfläche genutzt wird. Dieser Bereich ist jedoch nicht Teil der aktuellen Sanierungsmaßnahmen, da er eine besondere bauliche und historische Bedeutung besitzt, die ihn von den übrigen Bauteilen unterscheidet.

In unmittelbarer Nähe befindet sich die Tiefgarage am Friedensplatz. Im Zuge des Neubaus dieser Garage wurde eine Zufahrt über einen Tunnel in Bauteil IV der Tiefgarage an der Oxfordstraße eingerichtet. Dieser Tunnel ist von zentraler Bedeutung, da er die einzige Zufahrtsmöglichkeit zur Friedensplatzgarage darstellt. Er spielt eine wichtige Rolle bei der Verbindung der beiden Parkanlagen, um einen nahtlosen Zugang zu gewährleisten. Das Bauwerk besteht aus sechs Bauteilen, die durch Bauteilfugen voneinander getrennt sind.

### 3 Anlass für die Sanierungen und geplante Leistungen

Im Zuge zahlreicher intensiver Vor-Ort-Begehungen führten die Materialprüfungsanstalt (MPVA) und die Direktion Bauwerkserhaltung der Ed. Züblin AG umfang-

reiche betontechnologische Untersuchungen an präzise ausgewählten kritischen Stellen durch. Diese sorgfältig koordinierten Untersuchungen umfassten u.a. die Entnahme von Bohrmehlproben von den bestehenden Stützen, Wänden und Decken. Ziel war es, die Chloridkontamination des Betons genau zu bestimmen.

Darüber hinaus wurden gezielte Bauteilöffnungen vorgenommen, um den Korrosionszustand der Bewehrung detailliert zu prüfen (Bilder 3, 4). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind alarmierend: An sämtlichen untersuchten Stützenpositionen konnte ein fortschreitender Korrosionsprozess nachgewiesen werden. In einigen Fällen wurde bereits ein erheblicher Materialverlust festgestellt, der jedoch aufgrund der noch vorhandenen Reserven gegenwärtig keine akute Gefährdung der Standsicherheit darstellt.

Diese Befunde sind besorgniserregend und unterstreichen die Dringlichkeit weiterer Maßnahmen. Der fortschreitende Korrosionsprozess deutet auf potenziell schwerwiegende strukturelle Schwächen hin, die, wenn nicht rechtzeitig behoben, die langfristige Integrität des Bauwerks gefährden könnten. Deutlich ist der Korrosionsprozess auch in Bild 5 erkennbar.

Die Tatsache, dass trotz des bereits eingetretenen Materialverlusts keine akute Beeinträchtigung der Standsicher-



**Bild 5** Starke Querschnittsverluste bei der Bewehrung, sichtbar nach dem Freilegen mit HDW (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Significant cross-sectional losses in the reinforcement, visible after exposure with high pressure water blasting



**Bild 6** Entwässerung der mit Wasser gefüllten Hohlkörper in der Decke der Tiefgarage (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Drainage of the water-filled hollow bodies in the ceiling of the underground car park

heit vorliegt, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass sofortige und umfassende Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind, um die Sicherheit und Langlebigkeit der betroffenen Bauwerke zu gewährleisten. Zusätzlich zu den vorherigen Untersuchungen wurden die Hohlkörper der obersten Geschossdecke einer stichprobenartigen Inspektion mittels Endoskop unterzogen. Dabei konnte festgestellt werden, dass einige der Hohlkörper teilweise mit Wasser gefüllt sind. Diese Beobachtung war Anlass für eine weiterführende Untersuchung der Decke mittels Radarmessung. Durch diese Methode konnten die Hohlkörper, die Wasser enthielten, präzise lokalisiert werden (Bild 6).

Des Weiteren zeigte die Radarmessung, dass mehrere Hohlkörper von ihrer gemäß der Planung vorgesehenen Lage abweichen. Es wird vermutet, dass diese Hohlkörper während des Betonierens der Decke aufgeschwommen sind. Auffällig war, dass die Abweichungen ausschließlich in vertikaler Richtung auftraten. Dies lässt darauf schließen, dass die Hohlkörper nicht seitlich, sondern lediglich in der Höhe ihre Position verändert haben. Diese Erkenntnisse sind von entscheidender Bedeutung für die zukünftige Bewertung und Sanierung der betroffenen Bauteile und tragen wesentlich zum Verständnis der strukturellen Integrität des Bauwerks bei.

Zur Verifizierung der Deckenbelastung durch Erdüberschüttung wurde ein umfassendes Aufmaß der Straßen, Straßenbahntrasse und angrenzenden Infrastrukturen durchgeführt. Diese Vermessungsarbeiten dienen dazu, präzise Daten über die bestehenden Lastverhältnisse und die geometrischen Gegebenheiten zu erheben. Zusätzlich wurde ein detaillierter Bericht zur Untersuchung des Straßenbelags und der darunterliegenden Bodenschichten erstellt. Dieser Bericht enthält analytische Ergebnisse über die Materialbeschaffenheit, die Tragfähigkeit und die Schichtdicken, welche essenziell für die Beurteilung der Belastbarkeit der Decke sind.

Als abschließende Maßnahme im Rahmen der Bauwerksuntersuchungen ist eine gezielte Erkundung der obersten Geschossdecke mittels Schürfen in den Grünstreifen zwischen Straße und Straßenbahntrasse vorgesehen. Diese Untersuchung ermöglicht es, direkte Einblicke in den aktuellen Zustand der Decke zu gewinnen und potenzielle Schwachstellen zu identifizieren. Die Ergebnisse dieser Schürfungen werden abschließend in den Gesamtbericht integriert, um eine fundierte Beurteilung der Deckenbelastung und der erforderlichen Maßnahmen zur Sicherstellung der strukturellen Integrität zu gewährleisten.

#### 4 Beschreibung der Instandsetzungsmaßnahmen

Basierend auf den Ergebnissen umfassender betontechnologischer Untersuchungen sowie der detaillierten Analyse der vorliegenden Bestandsunterlagen wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie verschiedene Sanierungsmaßnahmen für die Stützen in der Tiefgarage eingehend geprüft. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Bewertung der Auswirkungen dieser Maßnahmen auf das bestehende Tragwerk und die Nutzung der Tiefgarage.

Eine konventionelle Betoninstandsetzung, die das Abtragen des durch Chloride stark kontaminierten Betons und das anschließende Reprofilieren umfasst, zielt darauf ab, die Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit der Stützen zu gewährleisten. Gleichzeitig wird die unzureichende Betondeckung durch eine zusätzliche Schicht verstärkt. Diese Methode, so effektiv sie auch sein mag, würde jedoch zwangsläufig eine Vergrößerung des Stützenquerschnitts nach sich ziehen.

Die Vergrößerung der Stützenquerschnitte hätte erhebliche Konsequenzen für die Tiefgarage. Eine der gravierendsten Auswirkungen wäre die Reduktion der lichten Parkplatzbreiten. Bereits im bestehenden Zustand entsprechen diese Breiten nicht den heutigen Standards, die

eine ausreichende Bewegungsfreiheit und einen sicheren Zugang zu den Fahrzeugen gewährleisten sollen (Bild 7). Eine weitere Verringerung der Parkplatzbreiten durch die Vergrößerung der Stützenquerschnitte würde Nutzungskomfort und -sicherheit weiter beeinträchtigen.

In der Machbarkeitsstudie wurde daher besonders darauf geachtet, alternative Sanierungsstrategien zu identifizieren, die die Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit der Tiefgarage sicherstellen, ohne die Nutzbarkeit der Parkplätze weiter zu verschlechtern. Dazu könnten innovative Materialien und Techniken in Betracht gezogen werden, die eine geringere Erhöhung des Stützenquerschnitts erfordern oder sogar vollständig darauf verzichten könnten. Solche Alternativen müssen jedoch sorgfältig auf ihre langfristige Haltbarkeit und Wirtschaftlichkeit hin bewertet werden, um eine nachhaltige und praktikable Lösung für die Instandsetzung der Tiefgarage zu gewährleisten.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass die klassische Betoninstandsetzung zwar technisch machbar ist, jedoch nicht ohne erhebliche Kompromisse bei der Nutzung der Tiefgarage umgesetzt werden kann. Die Identifikation und Bewertung von alternativen Sanierungsmaßnahmen ist daher unerlässlich, um eine Balance zwischen struktureller Sicherheit und Nutzungsanforderungen zu finden.

#### 4.1 Alternative Planungsoption: Rückbau und Neubau der Stützen

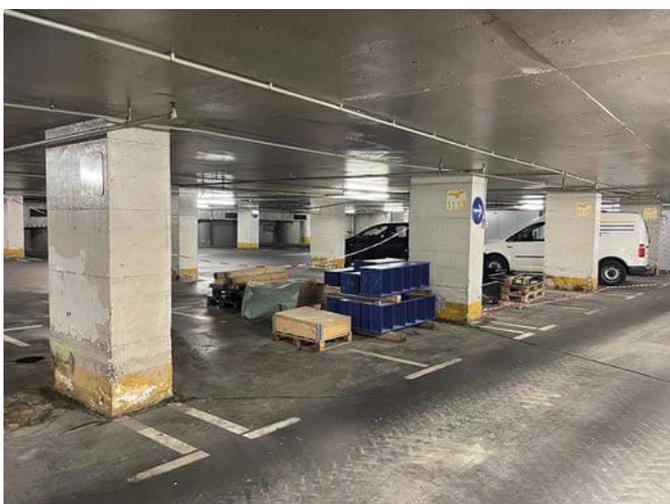
Zusammenfassend ist die Substanz der Tiefgarage erheblich beeinträchtigt. So weisen die Stützen deutliche Korrosionsspuren an der Bewehrung mit starkem Materialverlust auf. Zudem wurde eine sehr hohe Chloridbelastung festgestellt, die in tiefen Lagen des Querschnitts bis zu 20M-% bezogen auf den Zementgehalt beträgt. Die Betondeckung ist mit teilweise nur 5mm sehr gering. Eine klassische Betoninstandsetzung nach Regelwerk würde eine Erhöhung der Betondeckung erfordern, was

zur Verschmälerung der lichten Parkplatzbreiten führen würde. Die lichten Breiten zwischen den Stützen betragen bereits im Bestand lediglich 4,50m oder weniger, was von den Nutzern bemängelt wird.

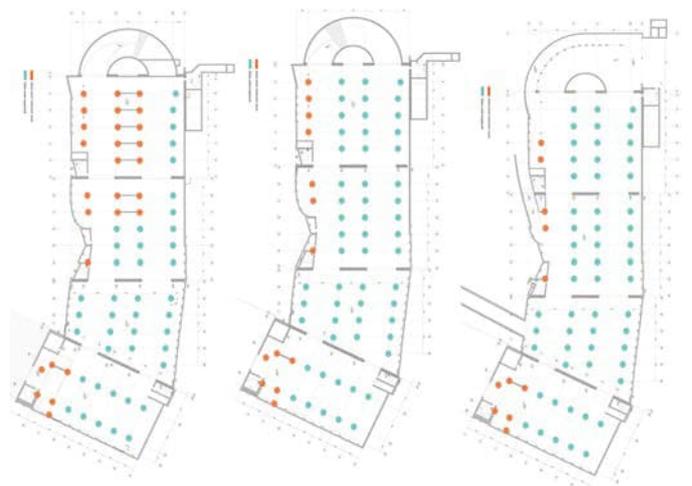
Im Rahmen der geplanten Baumaßnahmen ist eine alternative Vorgehensweise vorgesehen, die den Rückbau und Neubau der bestehenden Stützen umfasst. Das vorgeschlagene Konzept sieht vor, die aktuellen Stützen unter Einsatz einer temporären Hilfskonstruktion während der Bauzeit zu entfernen. Diese werden durch neue, stumpf gestoßene und schmalere Stahlbetonstützen ersetzt. An den betroffenen Boden- und Wandflächen wird eine entsprechende Betoninstandsetzung durchgeführt.

Die Betoninstandsetzung der bestehenden Stützen wird ausschließlich an den Stellen vorgenommen, an denen ein Rück- und Neubau aufgrund vorhandener Bebauungen oberhalb der Tiefgarage nicht möglich ist. Dies betrifft insbesondere jene Stützen, die das später errichtete Gebäude Sterntorhaus zusätzlich abfangen. In den nachfolgenden Übersichten sind diese Bereiche klar dargestellt: Orange markierte Stützen werden herkömmlich instand gesetzt, während türkis markierte Stützen einem Rück- und Neubau unterzogen werden (Bild 8).

Durch diese differenzierte Herangehensweise wird eine strukturelle Ertüchtigung der Tiefgarage erreicht, die sowohl den aktuellen baulichen Anforderungen entspricht als auch eine nachhaltige und sichere Nutzung des Bauwerks gewährleistet. Für den Ersatz der oben beschriebenen Stützen wurde auf Grundlage der unten aufgeführten statischen Berechnung (Abschnitt 4.2.1) (Bilder 9, 10) ein entsprechendes Konzept entwickelt.



**Bild 7** Parksituation im Bestand mit einer lichten Breite von 4,50m für zwei Stellplätze (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Parking situation in the existing building with a clear width of 4,50m for two parking spaces



**Bild 8** Grundrisse der Untergeschosse UG3–UG1, orange: herkömmliche Instandsetzung, türkis: vollständiger Stützensaustausch (Quelle: Sweco GmbH)  
Floor plans of the basements UG3–UG1, orange: conventional restoration, turquoise: complete column replacement



**Bild 9** Abbruch der Bestandsstützen mit Stahlabstützung und hydraulischen Pressen (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Demolition of the existing columns, with steel support and hydraulic presses



**Bild 10** Bereits entfernte Bestandsstützen (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Already removed existing columns

## 4.2 Machbarkeitsstudie zum Rückbau und Neubau der Stützen

Die Machbarkeitsstudie untersucht den vollständigen Rückbau und Neubau schmalere Stützen in der Tiefgarage. Dabei wurden folgende Aspekte analysiert:

### 4.2.1 Statische Berechnung des Bestands

Die Analyse ergab, dass die bestehenden Stützen eine hohe horizontale Belastung aufgrund der Bremswirkung der Fahrzeuge auf der obersten Decke (Bundesstraße) und dem Schwindverhalten des Bauwerks erfahren. Da die Schwind- und Kriechprozesse abgeschlossen sind, können die Bremskräfte und Aussteifungslasten den vorhandenen Wandquerschnitten zugewiesen werden. Die Stützen sind somit nur noch für vertikale Belastungen zu bemessen, welche weiterhin hoch sind aufgrund des Straßenverkehrs der Bundesstraße, der Straßenbahnlinie und der Erdüberschüttung von etwa 1,70 m.

### 4.2.2 Neue Stützenkonzeption

Die neuen Stützen werden stumpf gestoßen und nicht monolithisch mit den bestehenden Decken verbunden. Dies führt zu einer biegeweichen Lagerung der Bestandsdecke anstelle einer biegesteifen. Diese Systemänderung erfordert eine Neuberechnung der Tragkonstruktion und eine Veränderung der maßgebenden Stützmomente.

### 4.2.3 Fertigteillösung

Eine mögliche Fertigteillösung wurde untersucht, jedoch aufgrund der Herausforderungen bei der Einbringung in die Garage, der Aufrichtung und der Justierung verworfen.

## 4.2.4 Bevorzugte Lösung

Aufgrund der Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes wurde eine Stahlbetonlösung bevorzugt. Die Untersuchung zeigt, dass die vorgeschlagene Lösung technisch machbar ist und den Anforderungen an Tragfähigkeit und Brandschutz entspricht.

## 5 Vorgehensweise der statischen Berechnung

### 5.1 Tragwerksplanung im Bauzustand

Durch die Abfangung der Decke über zwei Stahlquerträger seitlich der rückzubauenden Stützen verschiebt sich der Auflagerpunkt der Decke und somit die Position des Stützmoments. Da sich die vorhandene Stützbewehrung der Decke am Stützenauflager mit dem Abstand zur Stütze sehr schnell reduziert, ist der Abstand der Stahlquerträger unter der Decke zur Stützenposition entsprechend eng begrenzt.

Der Austausch der Stützen erfolgt gleichzeitig am kompletten Stützenstrang über alle drei Geschosse. Die Stauchung der neuen Stahlbetonstützen wurde rechnerisch ermittelt und durch eine Überhöhung der Decke mittels Hydraulikpressen vorweggenommen. Das Entlasten der vorhandenen Stützen erfolgt synchron über alle Geschosse gleichzeitig, um ein direktes Durchleiten der Lasten bis ins Fundament sicherzustellen und Lastumlagerungen aus dem Stahlbaubehelf zurück in die bestehende Stahlbetonstruktur, die zu Schäden führen könnten, zu vermeiden (Bild 11).

Des Weiteren wurde untersucht, welche maximalen Pressenkräfte seitlich des eigentlichen Auflagerpunkts durch die Stahlquerträger in die Decke eingeleitet werden können. Dabei war zu beachten, dass das negative Stützmoment am Stützenauflager nicht in ein positives Biegemoment umschlägt, welches an dieser Stelle nicht abgetragen werden kann. Ein wesentlicher Anteil der Stützenlast



**Bild 11** Vorbereitung der Stahlabstützung und Erstellung der neuen Stützen mit einer Querschnittsbreite von 30 cm (Quelle: Sieber Stahlbau/SteffenSieber; Ed. Züblin AG)  
Preparation of the steel support and creation of the new columns with a cross-sectional width of 30 cm

resultiert aus den veränderlichen Lasten des Straßen- und Straßenbahnverkehrs der obersten Decke. Im Bauzustand, wenn lediglich ein Teilbereich der Bestandsstützen bereits durch den Baubehelf entlastet wurde und ein Teilbereich noch nicht, musste die Verteilung dieser Lasten untersucht werden.



**Bild 12** Herstellung der neuen Stützen mit reduziertem Querschnitt (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Manufacture of the new columns with reduced cross-section

Wenn ein Rückbau einer Bestandsstütze lediglich in einem Geschoss erfolgt ist, verteilen sich diese Lasten im darunterliegenden Geschoss zwischen der noch vorhandenen Bestandsstütze und dem Baubehelf nach Steifigkeit des Systems. Die Auswirkung dieses Lastrückflusses auf die Deckentragfähigkeit war ebenfalls zu klären.

Bei der Demontage der Behelfskonstruktion erfolgt die Druckentlastung der Hydraulikpressen synchron über alle Geschosse und etappenweise über einen längeren Zeitraum. Bei unkontrollierter oder geschossweiser Entlastung kommt es zu Lastumlagerungen, die zu Schäden an der Decke führen können.

## 5.2 Neue Stützen und Bestand

Die Nachrechnung der obersten Stahlbetondecke erfolgte in Anlehnung an die „Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand“ [1]. Dabei wurde die Verkehrslast anhand des durchschnittlichen täglichen Schwerverkehrs ermittelt. Hierzu wurden Daten der Verkehrserhebung des Stadtplanungsamts ausgewertet. Um ein möglichst genaues Lastbild zu erhalten, wurde die Lage der Fahrspuren und der Straßenbahntrasse vermessen. Für die Bestimmung der Erdüberschüttung erfolgte an verschiedenen Punkten ein Höhenaufmaß des Geländes über der Tiefgarage.



**Bild 13** Lasteinleitung über Stahlplatten mit gleichen Abmessungen wie ehemaliger Stützenquerschnitt (Quelle: Ed. Züblin AG)  
Load transfer via steel plates with the same dimensions as the former column cross-section

Auf Grundlage der neuen Lastermittlung und der geänderten Systembedingungen konnte die ausreichende Tragfähigkeit der Decke nachgewiesen werden. Der stumpfe Anschluss der neuen Stützen an die Bestandsdecke erfolgt über eine Stahlplatte, die die gleichen Abmessungen wie der ehemalige Stützenquerschnitt aufweist (Bilder 12, 13), um die Druckkräfte bei der Einleitung in den Deckenknoten zu verteilen.

Bei der Betonage der Stützen wird die Stahlschalung von unten gefüllt, wobei ein Absperrventil verwendet wird. An der Oberseite der Schalung befindet sich eine Entlüftung. Für den Beton sind folgende Anforderungen zu erfüllen: Er muss eine gute Pumpfähigkeit aufweisen und eine hohe Frühfestigkeit erreichen. Anhand von zahlreichen Probekörpern wurde die Rezeptur optimiert, um einen raschen Bauablauf gewährleisten zu können. Aufgrund des engen Zeitplans und der begrenzten Anzahl an Hydraulikpressen und Stahlabstützungen muss die Tragfähigkeit der Stützen bereits nach 2–3 Tagen ge-

währleistet sein. Anpralllasten werden über Schubknaggen in eine Mörtelschicht zwischen der Stahlplatte und der bestehenden Decke eingeleitet. Die Einleitung in die Decke erfolgt über eine raue Anschlussfuge.

## 6 Durchgeführte Arbeiten (zusammengefasst)

- ca. 8000 m<sup>2</sup> Abbruch Gussasphalt
- Abstützen der 56 Stützenstränge mittels Stahlbau und Hydraulikpressen
- Entfernen der 154 geschädigten Stahlbetonstützen
- Neubetonage der 154 Stützen mit vorgefertigten Bewehrungskörben
- Betonsanierung an sämtlichen Bauteilen
- ca. 11.000 m<sup>2</sup> Einbau PRM-Estrich
- Anstrich an Decken und Wänden
- ca. 11.000 m<sup>2</sup> Beschichtung mit Markierung der Bodenflächen

## Literatur

- [1] BASt (2011) *Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand* (Nachrechnungsrichtlinie). Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen. Ausgabe Mai 2011.

### Autor:innen

Marcus Walz (Korrespondenzautor:in)  
marcus.walz@zueblin.de  
Ed. Züblin AG – Direktion Bauwerkserhaltung  
Albstadtweg 3  
70567 Stuttgart

Alexander Bach  
alexander.bach@sweco-gmbh.de  
Sweco GmbH  
Baseler Straße 10  
60329 Frankfurt am Main

Jan Scherzer  
jan.scherzer@zueblin.de  
Ed. Züblin AG – Direktion Bauwerkserhaltung  
Albstadtweg 3  
70567 Stuttgart

Julian Loos  
julian.loos@zueblin.de  
Ed. Züblin AG – Direktion Bauwerkserhaltung  
Albstadtweg 3  
70567 Stuttgart

### Zitieren Sie diesen Beitrag

Walz, M.; Bach, A.; Scherzer, J.; Loos, J. (2024) *Schlankheitskur für Stützen in einer Bonner Tiefgarage*. Bautechnik 101, H. 10, S. 611–618.  
<https://doi.org/10.1002/bate.202400066>