

Ingenieurmethoden sichern 50.000 m² Remy-Decken

Beschreibung

Die heutige Generaloberst-Beck-Kaserne wurde in den 1930er Jahren als NS-Ordensburg erbaut. Die dreizehn denkmalgeschützten Gebäude aus der Bauzeit (1) werden im Rahmen der Generalsanierung nach dem Schulstandard der Bundeswehr umgebaut und durch Neu- und Erweiterungsbauten ergänzt. Die bestehenden sechsgeschossigen Unterkunftsgebäude sind ca. 18 m breit und bis zu 190 m lang. Sie sind in den oberen Geschossen als Stahlbeton-Skelettkonstruktion mit Bimsbetonhohlkörperdecken „Remy-Decken“ (4/5) ausgeführt worden.

Problemstellung

Die heutigen Anforderungen an die Ausstattung von Schulungs- und Unterkunftsgebäuden führten zu einer geänderten Grundrissgestaltung und der Modernisierung der technischen Ausstattung. Daraus ergaben sich Belastungsänderungen im Gebäude und tragsicherheitsrelevante Durchbrüche. Der Bestandsschutz der betroffenen tragenden Bauteile wurde damit aufgehoben. Dies betraf im Wesentlichen die Remy-Deckenkonstruktionen. Im Rahmen der statischen Nachrechnung (6) dieser Hohlkörperdecken konnte der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit aufgrund der zu geringen Schubbewehrung nicht erbracht werden. Zusätzlich wurde an der Biegebewehrung der Rippen im Rahmen der Bestandsuntersuchungen Oberflächenrost festgestellt, der auf die nach heutiger Sicht zu geringe Betondeckung und damit einhergehender Karbonatisierung des Betons bis zur Bewehrung zurückzuführen ist. Für die Befestigung der neuen Hausinstallation an der Decke stand aufgrund des nicht normativ geregelten Untergrunds der Bimsbetonhohlkörperdecken kein bauaufsichtlich zugelassenes Befestigungssystem zur Verfügung. Aufgrund dieser mehrschichtigen Problemstellung wurde der Austausch der gesamten 50.000 m² Remy-Decken im Rahmen der Baumaßnahme erwogen.

Innovativer ganzheitlicher Lösungsansatz

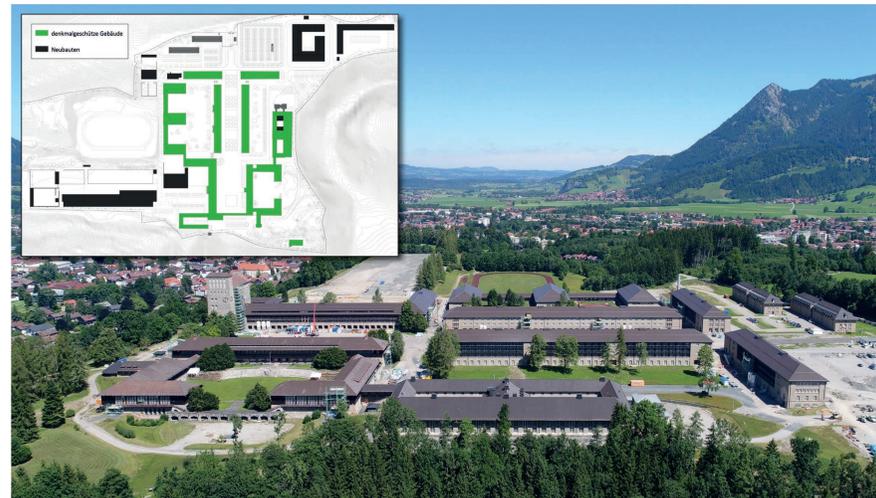
Als Ersatz für den rechnerisch nicht möglichen Standsicherheitsnachweis der Remy-Decken wurde ein Konzept zur Nachweisführung mittels Belastungsversuchen (2/3) und statistischer Auswertung auf Basis des Teilsicherheitskonzeptes der aktuellen Normung entwickelt. Bei den Belastungsversuchen wird die aufgebrachte Einwirkung dem realen vorhandenen Materialwiderstand entgegengesetzt. Die Anzahl „n“ der erforderlichen Belastungsversuche wird in Abhängigkeit des vorhandenen Sicherheitsniveaus, ausgedrückt durch einen rechnerisch vorhandenen Material-Sicherheitsbeiwert $\gamma_{c,vorh}$, ermittelt. Der erforderliche Material-Sicherheitsbeiwert $\gamma_{c,erf}$ für Betonversagen ist mit 1,50 festgelegt. Solange rechnerische Nachweise nach gültiger Norm (gerade) noch geführt werden können, sind keine Belastungsversuche erforderlich. Ausreichende Tragfähigkeit eines Bauteils ist in Realität aber gewährleistet, solange die tatsächlichen Einwirkungen ($\gamma_e = 1,00$) gerade noch ertragen werden können. In diesem Extremfall wäre es jedoch notwendig jeden Einzelfall zu testen, konkret also an jeder Decke einen Belastungsversuch durchzuführen. Für die Ermittlung der erforderlichen Anzahl an Belastungsversuchen wurde eine Bestimmungsfunktion (7) auf Basis dieses Denkansatzes entwickelt. Die Randbedingungen der Belastungsversuche wurden auf Grundlage der statischen Nachrechnung mit einem Finite-Element-Modell (6) bestimmt. Anschließend wurde in einem eigens hierfür entworfenen Wasserbecken (2/3) eine Flächenbelastung stufenweise aufgebracht und bis zum erforderlichen Lastniveau gesteigert. Im Rahmen der Versuchsdurchführung wurde die Deckendurchbiegung mit einer Genauigkeit von 0,01 mm (3) gemessen und bewertet. Für die ca. 50.000 m² Remy-Decken waren 93 Belastungsversuche erforderlich, die allesamt erfolgreich durchgeführt wurden.

Ein wesentlicher traglastmindernder Einfluss aufgrund des festgestellten Oberflächenrostes an der Bewehrung der Geschossdecken konnte auf Basis der Auswertung der Belastungsversuche ausgeschlossen werden. Mit einer ingenieurmäßigen Betrachtung wurde ein minimiertes Betoninstandsetzungskonzept (8) entwickelt. Neben der Instandsetzung von Schadstellen wurde zur weiteren Verbesserung der Dauerhaftigkeit eine unterseitige Beschichtung der Decken als Carbonatisierungs- sowie Dampfbremse aufgebracht. Oberseitig wird der geplante bzw. vorhandene Bodenaufbau ausreichend diffusionsbremsend.

Zur Ermittlung von Tragfähigkeitswerten für Befestigungsmittel in den Bimsbetonhohlkörpern als nicht genormter bzw. über die Zulassungen der Befestigungsmittel geregelter Untergrund wurden Auszugversuche (9) durchgeführt und statistisch ausgewertet. Auf Basis dieser Auswertungen wurden die Befestigungsmittel bemessen und funktionale sowie praxistaugliche Montageanleitungen (10) für die ausführenden Firmen erstellt. Auf der Basis dieser innovativen Ingenieurmethoden wurden für die nicht geregelte Bauart der Remy-Decken Zustimmungen zu Abweichungen von den Technischen Baubestimmungen durch die Bauaufsichtsbehörde erteilt. Hierdurch konnten 50.000 m² Remy-Decken erhalten werden.

Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit

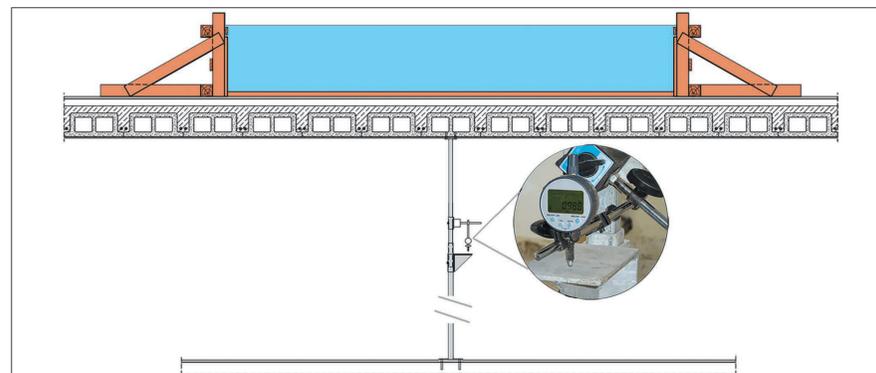
Durch diese bauteilumfassende zielgerichtete ingenieurmäßige Betrachtungsweise konnten gegenüber einem Deckenaustausch ca. 17.000.000 € eingespart und die denkmalgeschützte Konstruktion der Remy-Decken vollständig erhalten werden. Es konnten ca. 16.500 m³ Bauschutt vermieden und damit ca. 3.600 t CO₂ eingespart werden.



Übersichtsaufnahme und Masterplan Generaloberst-Beck-Kaserne, Sonthofen (1)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



Wasserbecken Belastungsversuch (2)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



Querschnitt Wasserbecken mit Messeinrichtung (3)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)

Projekteinreicher

DR. SCHÜTZ INGENIEURE Beratende Ingenieure im Bauwesen PartG mbB
An der Stadtmauer 13, 87435 Kempten
Prof. Dr.-Ing. habil. Karl G. Schütz
Dipl.-Ing. Andreas Jochem

Weitere Projektbeteiligte

Architekt und Entwurfsverfasser
wulf architekten gmbh
Bauherrenvertreter
Staatliches Bauamt Kempten



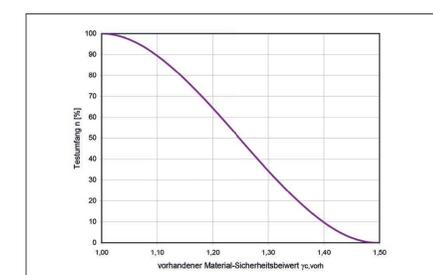
Verlegung Bimsbetonhohlkörper Remy-Decke (4)
(Firmenschrift der Friedr. Remy Nachfolger A.G.)



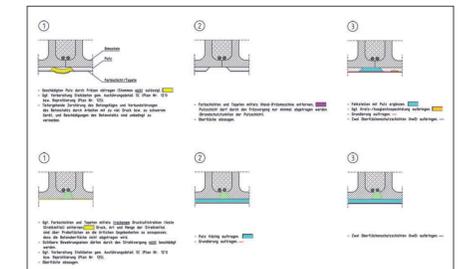
Grafik, Querschnitt Remy-Decke (5)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



Statisches Berechnungsmodell - Remy-Decken (6)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



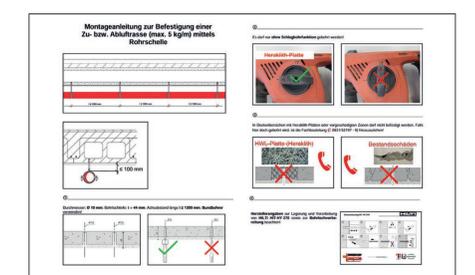
Bestimmungsfunktion für den Umfang der Belastungsversuche (7)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



Detailplanung Betoninstandsetzung (8)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



Dübelauszugversuch (9)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)



Montageanleitung Befestigung Lüftungstrasse (10)
(© DR. SCHÜTZ INGENIEURE)