

case study

AUS SICHT DES PLANENDEN INGENIEURS

Ergänzung der Durchstanzbewehrung mit re-bar 16



Übersicht

Ein Grossdetailhändler eröffnet in einem Winterthurer Einkaufszentrum eine neue Filiale. Ein Teilbereich der Ladenfläche wurde im Jahr 1977 gebaut und zeigt eine Flachdecke aus Stahlbeton.

Problem

Durch die Forderung des Neumieters nach höheren Nutzlasten im Verkaufsbereich musste die Decke statisch ertüchtigt werden.

Vier zusätzliche Stützen im Untergeschoss waren notwendig, um die erhöhten Lasten sinnvoll abzufangen und die Decke entsprechend zu entlasten.

Örtlich waren alte Treppenaussparungen in der Decke auszubetonieren. Im Bereich der neuen Stützen fehlte deshalb die obere Biegebewehrung

Projekt:	Einkaufszentrum
Ort:	Winterthur ZH, Schweiz
Ingenieurbüro:	Knapkiewicz + Braunschweiler AG
Bauunternehmung:	Hans Stutz AG, Winterthur
Jahr:	2024

komplett oder sie war zu schwach. Es fanden sich Defizite beim Biegenachweis – sowohl an der Unterseite der Decke als auch über den Stützen.

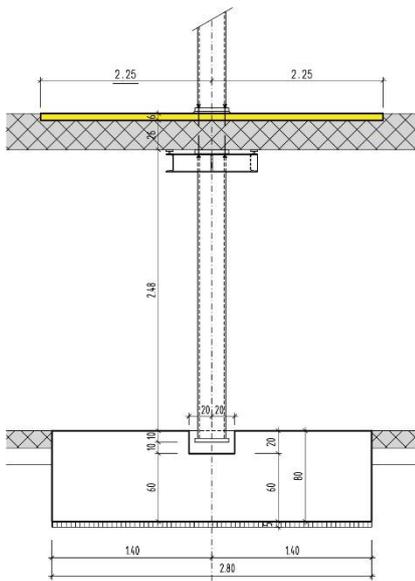
Lösungsansatz

Zusätzliche CFK-Lamellen an der Deckenunterseite decken die erhöhten positiven Biegemomente ab.

Die vier neuen Stützen im Untergeschoss wurden auf Einzelfundamente gesetzt, welche im bestehenden

case study

aus Sicht des planenden Ingenieurs



Planausschnitt (Knapkiewicz + Braunschweiler AG, Brünnen)



Betonboden eingelassen wurden. Die Stützenköpfe wurden mit externen Stahlpilzen versehen. Auf der Deckenoberseite wurden in diesen Bereichen re-bar 16 Stäbe als vorgespannte Biegezugarmierung eingebaut. In Kombination mit den Stahlpilzen der Stützenköpfe wird so der erforderliche Durchstanzwiderstand erreicht. Zugleich werden auch die neu entstehenden, negativen Biegemomente abgedeckt.

Für die Installation der re-bar-Bewehrung wurde die Betonoberfläche im Bereich der negativen Biegezugzone vorgängig hydromechanisch abgetragen und anschliessend die Stäbe positioniert. Die Endbereiche für die Verankerung über eine Länge

von ca. 1.00 m wurden danach mit SikaGrout®-314 verfüllt. Als Abschalung wurde ein kleines Mörtelbett gemacht und eine passende Holzschalung darauf montiert.

Nach ausreichendem Aushärten der Verankerungszonen wurden die Stäbe auf eine Temperatur von 300°C mit dem Gasbrenner erhitzt, um so den Formgedächtniseffekt und damit die Vorspannung hervorzurufen. Abschliessend wurde die freie Länge zwischen den Verankerungsbereichen ebenfalls zementös verfüllt, um so ein sich vollständig mit dem Beton im Verbund befindendes System zu schaffen.



HDW-Abtrag der Verstärkungsbereiche



Verstärkungsbereiche, Schutt-Entsorgung

case study

aus Sicht des planenden Ingenieurs

Systemvorteile

HOHE DUKTILITÄT VON RE-BAR: Dadurch erlaubt man der Decke in diesem Bereich die notwendigen Verformungen um das Tragwerk richtig auszunutzen. Die bestehende Bewehrung und allfällige Stahlpilze oder Durchstanzdübel können ausreichend aktiviert werden.

AKTIVE RE-BAR ZUGARMIERUNG: Von Anfang an befindet sich die Verstärkung auf einem vergleichbaren Spannungsniveau wie die bestehende Bewehrung. Es entstehen keine Zusatzverformungen und damit einhergehende Betonrisse (Gebrauchstauglichkeit). Es entfällt bspw. auch ein vorgängiges Entlasten der Betondecke mit hydraulischen Pressen.

EINFACHHEIT DES SYSTEMS: Die Verstärkung kann ohne hydraulische Pressen eingebaut und vorgespannt werden. Zudem besteht eine sehr hohe situative Anpassungsfähigkeit; die Stäbe können auch mit Endhaken versehen werden, um Kräfte noch robuster in den Kernbeton einzuleiten.

HINWEIS: CFK-Klebebewehrungen sind für diese Zwecke gemäss SIA 166 Norm ungeeignet und nur unter sehr speziellen Bedingungen erlaubt. Grund dafür ist, dass ihr Tragverhalten zu spröde ist und die Spitzen der Biegemomente nicht umgelagert werden können.



Vergiessen der Verankerungsbereiche



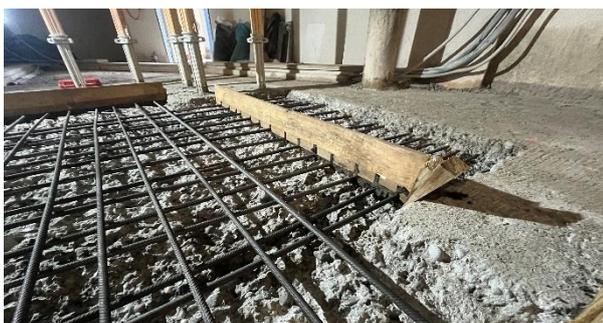
Verankerungen mit SikaGrout®-314 N



Vorbereiten der Schalung



Ausgehärtete Verankerungsbereiche



Mörtelbett und Holz-Schalung



Aktivierung von re-bar mit Gas und Temperaturkontrolle

case study

aus Sicht des planenden Ingenieurs



Hinweise zur Planung

Für Betoninstandsetzungen ist die Qualität des Traggrundes entscheidend. Es ist auf eine saubere Untergrundvorbereitung zu achten. Die besten Ergebnisse werden mittels Höchstdruckwasserstrahlen (HDW) erzielt. Der Beton kann damit sauber abgetragen werden, ohne Mikrorisse oder sonstige Beschädigungen im Untergrund zu verursachen. Als Alternative wäre auch das händische «Abschälen» mittels Spitzhammer vorstellbar. Hier ist aber ein nachträgliches Sandstrahlen die Voraussetzung für eine saubere und rissfreie Oberfläche. Des Weiteren ist der Untergrund bis zur kapillaren Wassersättigung (über mind. 24 h) vorzunässen.

Hinsichtlich Betonüberdeckungen kann man sich an der SIA 262 orientieren. Es gilt jedoch die Kreuzungspunkte von re-bar zu beachten (teilweise mit Schraubkuppler). Kleine Unebenheiten und Abstände der Stäbe zum Untergrund (für genügende Mörtelindeckung) sind ebenfalls einzurechnen.

Für die Verankerungen der re-bar Stäbe kann die re-fer Hilfestellung bieten. Als Orientierungswert kann die minimal geforderte Haftzugfestigkeit des Untergrundes (1.5 N/mm^2) beigezogen werden. Als Alternative zum reinen Mörtelverbund kann auch mit Endhaken an re-bar gearbeitet werden. Die Tiefenverankerung geschieht im Beton-Bohrloch mit dem Ankerklebstoff Sika AnchorFix®-3030.

Achtung: Es dürfen keine Drittprodukte (Bauschaum, XPS (Polystyrol) und sonstige chemische und Chlorbasierte Komponenten) benutzt werden. Beim Heizvorgang verbleiben ansonsten Zersetzungsprodukte wie Chlorid im Beton oder an den Eisen.

Falls nach dem HDW-Abtrag die bestehende Bewehrung sichtbar ist, wird das Erhitzen mit Strom empfohlen, um diese Bewehrung nicht zu erwärmen.

Grobkostenschätzung

Für eine erste Projektstudie ist es hilfreich, eine grobe Kostenanalyse vorzunehmen. Gerne kann die re-fer hierbei helfen. **Solche Angaben sind immer mit Vorsicht zu geniessen!** Die Auslastung der Unternehmer, aktuelle Produkte- oder Energiekosten, sowie die Projektgrösse haben einen merklichen Einfluss auf die Preise. Beim vorliegenden Projekt hatte dies für die wichtigsten Positionen wie folgt ausgesehen:

HDW-Abtrag: Total rund $4 \times 15 \text{ m}^2$ auf eine Tiefe von $6 \text{ cm} = 3.6 \text{ m}^3 \rightarrow$ Ein Arbeiter mit Handlanze schafft pro Tag rund 0.5 m^3 und kostet ca. $1'600 \text{ CHF} \rightarrow$ totale Kosten **ca. 11'500 CHF**

Schutt Entsorgen: Dabei entsteht rund 3.6 m^3 Schutt \rightarrow ca. $600 \text{ CHF/m}^3 \rightarrow$ **ca. 2'100 CHF**

re-bar 16 Stäbe Liefern und Versetzen: Total rund $470 \text{ m} \rightarrow$ ca. 235 CHF/m für Material, Verlegen und Erhitzen \rightarrow totale Kosten **ca. 110'500 CHF**

Abschalung mit Holz: Total rund $35 \text{ m} \rightarrow$ ca. $35 \text{ CHF/m} \rightarrow$ totale Kosten **ca. 1'200 CHF**

Mörtelarbeiten: Total rund $3.6 \text{ m}^3 \rightarrow$ ca. $1'700 \text{ CHF/m}^3 \rightarrow$ totale Kosten **ca. 6'100 CHF**

Baustelleninstallation: Für HDW-Abtrag und Mörtelarbeiten wird noch ca. 10% Baustelleninstallation hinzugefügt \rightarrow total **ca. 1'700 CHF**

Unvorhergesehenes: Sicherheitsaufschlag von 10% auf die Gesamtsumme \rightarrow **ca. 13'300 CHF**

Das ergibt in der Summe ungefähre Grobkosten von **ca. 146'400 CHF**. (Kontrolle: Die effektiven Baukosten lagen in diesem Fall rund 9% darunter.)

Nebenarbeiten wie das Entfernen von Bodenaufbauten usw. und sonstige Verstärkungsarbeiten (Stützen, CFK-Lamellen) sind kein Teil dieser Grobkostenschätzung.



Ein komplettes System, das voll überzeugt.

Urs Braunschweiler, Knapkiewicz + Braunschweiler AG

