

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 142 (2016)
Heft: 17: Arithmetik des massvollen Eingriffs

Rubrik: Panorama

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Modellbildung des Rotationsverhaltens bestehender Flachdecken

Bei der Verstärkung hinsichtlich Durchstanzen sollte die Belastungsgeschichte berücksichtigt werden. Damit argumentieren die Autoren für vorgespannte, nachträglich eingebrachte Durchstanzverstärkungen.

Text: Albin Kenel, Stefan Lips

Auf der Basis von Versuchen¹ wurden die in diesem Beitrag dargestellten Modellvorstellungen zum Querkraft-Rotationsverhalten von nachträglich verstärkten Flachdecken validiert und publiziert².

Die Bemessungsregeln der aktuellen Norm SIA 262:2013 Betonbau basieren mehrheitlich auf Durchstanzversuchen, die mit monoton wachsender Belastung oder Deformation innerhalb einer kurzen Zeit bis zum Bruch durchgeführt wurden (li. Abb. im Kasten unten). Bei der Bemessung von Verstärkungsmassnahmen für eine bestehende Flachdecke sollte zusätzlich

noch ihre Belastungs- und Verformungsgeschichte berücksichtigt werden, was durch eine Erweiterung des Bemessungsmodells³ der SIA-Norm 262:2013 möglich ist.

Entlastungspfad erfassen

In der Regel wird eine Durchstanzverstärkung in einen entlasteten Zustand der Decke V_0 eingebracht. Doch weil die Decke bereits eine höhere Gebrauchslast⁴ V_{\max} erfahren hat, befindet sich die zu V_0 gehörende Rotation $\Psi(V_0)$ auf einem Entlastungspfad (mittl. Abb. im Kasten). Dies ist wichtig anzumerken, da in der Literatur oder in Bemessungs-

hilfen oft fälschlicherweise $\Psi(V_0)$ ebenfalls auf dem normativ definierten Belastungspfad angegeben wird. Das Entlastungsverhalten der Platte ist zwar nicht normativ geregelt, doch die Fachliteratur bietet dafür gewisse Ansätze⁵. Das Bemessungsmodell dieser Studie zeigt insbesondere, dass die Aktivierung einer schlaff eingebauten Verstärkungsmassnahme erst durch grosse Zusatzrotationen ($\Psi\Delta$) erfolgt.

Vorteilhafte Vorspannung

Aufgrund der Lastverformungsgeschichte (re. Abb. im Kasten) werden die Vorteile der nachträglichen

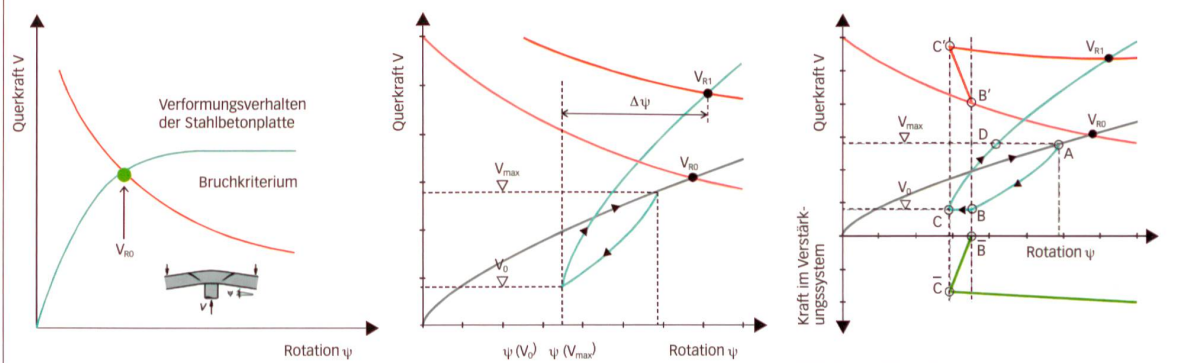
Querkraft-Rotationsverhalten

Beim **Neubau** (links) wird immer vom gleichen Verformungsverhalten der Decke beim Stützenkopf ausgegangen. Hingegen ist bei **nachträglich verstärkten Stützenköpfen** (Mitte) die Verformungsgeschichte zu berücksichtigen, insbesondere zum Zeitpunkt der maximalen Last im Gebrauch (V_{\max}) und des Einbringens

der Verstärkungsmaßnahme (V_0). Deren zugehörige Rotationen befinden sich auf einem Entlastungspfad. Die Aktivierung einer Verstärkungsmassnahme findet erst nach der Rotation $\Psi(V_0)$ statt, was bei Stützenkopfverstärkungen mit extern angebrachtem Stahlpilz zu einer Versteifung der Platte (steilere Querkraft-Rotationskurve) führt.

Bei **vorgespannten Stützenkopfverstärkungen** kann das Modell verfeinert werden (rechts). Bei der Erstbelastung steigt die Rotation mit zunehmender

Last bis zu einer maximalen Belastung (OA). Wird die Platte entlastet, reduziert sich die Rotation entlang des Entlastungspfads (AB). Wird auf diesem Lastniveau ein Stahlpilz eingebaut und vorgespannt, reduziert sich die Rotation der Platte (BC). Gleichzeitig wird durch die Aktivierung des Systems infolge der Vorspannung (\overline{BC}) der Durchstanzwiderstand bei der Stütze vergrößert ($B'C'$). Die Traglast der Platte V_{R1} wird erreicht, wenn die steilere Belastungskurve der Platte die Widerstandskurve schneidet. •



Vorspannung einer Durchstanzverstärkung gezeigt: Die Vorspannung der Stahlpilze bewirkt sowohl eine Entlastung der Decke im Stützenbereich als auch eine Vergrösserung des Nachweisschnitts. Wird nun die Platte wiederbelastet, hat die Platte infolge des erweiterten Stützenkopfs ein steiferes Verformungsverhalten.

Im Gegensatz dazu wird eine nichtvorgespannte Verstärkung erst durch grosse zusätzliche Plattenverformungen aktiviert. Bei nachträglich installierten Durchstanzbewehrungen wird zwar der Widerstand durch die Verstärkung der Schubkritischen Zone (kontrollierte Schubrissöffnung) erhöht, jedoch ohne Steifigkeitsgewinn.

Aus diesen Gründen ist eine aktive Entlastung der Flachdecke zu empfehlen, um eine sichere Verstärkung der Decke zu garantieren. Ein Beispiel dafür ist die aktive

Vorspannung eines nachträglich installierten Stahlpilzes.

Bei einer nachträglich installierten, in der Regel eingeklebten Durchstanzbewehrung wird die Vorspannung nur mit grossem Aufwand aufgebracht. Die Kraft der eingeklebten Durchstanzbewehrung, durch eine Vorspannung aufgebracht oder durch nachträgliche Plattenverformungen hervorgerufen, kann langfristig infolge von Kriechverformungen des Klebmörtels sinken. Dies ist insbesondere zu beachten, wenn der Hauptanteil der Verformung zur Aktivierung der Massnahme auf die ständigen Einwirkungen zurückzuführen ist. •

Dr. Albin Kenel, Technischer Berater F. J. Aschwanden und Leiter der Abteilung Bautechnik, HSLU, albin.kenel@hslu.ch

Dr. Stefan Lips, Technischer Leiter Forschung & Entwicklung bei F. J. Aschwanden, info@aschwanden.ch

Anmerkungen

1 A. Kenel, S. Lips: Sicherheit gegen Durchstanzen von Stützen durch Flachdecken und Bodenplatten, in: Gutachten für F. J. Aschwanden, 28 S., 2014.

Dabei hat man insgesamt vier grossmassstäbliche Durchstanzversuche mit extern angebrachten Stahlpilzen durchgeführt und eine Reihe von Parametern untersucht, wie etwa den Einfluss einer Rissbildung und Entlastung in der unverstärkten Platte oder eine ungenügende Verankerung der Biegebewehrung.

2 A. Kenel, T. Keller: Externer Stahlpilz zur nachträglichen Erhöhung des Durchstanzwiderstandes von bestehenden Flachdecken. In: Gutachten für F. J. Aschwanden, 20 S., 2013.

3 A. Muttoni: SIA-Dokumentation D0182, Kapitel 5, Durchstanzen, 125 S., 2003.

4 Diese Gebrauchslast ist in der Regel unbekannt, kann aber näherungsweise für «seltene Lastfälle» angenommen werden.

5 R. Koppitz, A. Kenel, T. Keller: Effect of load history on punching shear resistance of flat slabs, in: Engineering Structures, Vol. 90, S. 130–142, 2015.

CASA MORCOTE

Im Olivenhain

Am Lago Lugano haben Wespi de Meuron Romeo Architekten ein Wohnhaus in vornehmer Zurückhaltung gebaut. In der Materialität und der Topografie haben sie sich an den örtlichen Olivenhainen orientiert.

Text: Alberto Caruso; Übersetzung: Elke Mählmann

Morcote ist ein historischer Ort im Tessin. Hier, am Hang des Monte Arbostora mit Blick über den Lago Lugano, haben Wespi de Meuron Romeo Architekten ein Wohnhaus realisiert. Mit Form und Materialität ihrer Ausführung stellen die Architekten eine Ausnahme innerhalb der Tessiner Architekturszene dar. Diese steckt inhaltlich in der Krise und ist in jeder Hinsicht auf der Suche nach einer neuen Identität. Die drei Architekten jedoch verstehen es, sich auf die wesentlichen Grundlagen ihrer Profession zurückzubekennen. Die Befriedigung der Bedürfnisse, die konsequente Verwendung erneuerbarer Materialien und ihr

Bekenntnis zum städtebaulichen Kontext bilden die Basis für eine bauliche Strategie, die sich über die Jahre immer mehr konkretisiert hat.

Charakter des Orts

Begonnen hat alles in den Jahren 1998 bis 2002 mit dem Umbau dreier kleiner Häuser in Caviano (Kreis Gambarogno). Das Projekt stellt gewissermassen das «Gesellenstück» des Teams um Markus Wespi und Jérôme de Meuron dar, dem sich Luca Romeo 2012 angeschlossen hat. Bei den Planungen zur Umnutzung dreier ehemals landwirtschaftlich genutzter Gebäude zu einem Einfamilienwohnhaus ist es Wespi und

de Meuron gelungen, den spezifischen Charakter des Orts, seine Geschichte und Geografie aufzugreifen und zu interpretieren. Im Werk der Architekten geht jede Änderung der Form mit einer Änderung dessen einher, was die Form erst notwendig macht; und nur in dieser Notwendigkeit erkennen sie ihre gesellschaftliche Aufgabe.

Die genaue Kenntnis der verwendeten Materialien erinnert dabei an den Bezug zum jeweiligen Umfeld, der auch bei den Arbeiten von Gion Caminada in Vrin oder Armando Ruinelli in Soglio sichtbar wird. Dennoch gibt es einen entscheidenden Unterschied: Während Caminada und Ruinelli vorrangig in



Das Haus von WDMR Architekten übt sich innen wie aussen in Zurückhaltung.

historisch gewachsenen Dörfern bauen, räumlich isoliert und weit entfernt von den rasanten baulichen Entwicklungen in den Tälern, arbeiten Wespi, de Meuron und Romeo in einem urbanen Kontext, in dem sie sich gegen immer aggressivere Bauinvestoren behaupten müssen.

Das kürzlich fertiggestellte Einfamilienhaus in Morcote ist das letzte in einer Reihe von mehreren kleinen Wohnhäusern. In der Aufeinanderfolge der verschiedenen Bauten zeigt sich ein deutlicher Reifungsprozess. Jedes Projekt greift die Erfahrungen aus dem vorherigen Bau auf und überführt diese in eine höhere Qualität. Der Standort am Luganer See, nur wenig oberhalb

des Dorfs Morcote gelegen, ist geprägt durch Villen aus der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sowie qualitativ schlechte Neubauten, die auf fast obszöne Art den Reichtum ihrer Eigentümer zur Schau stellen.

Das Gefälle des Grundstücks wurde gerade so weit begradigt, dass eine kleine ebene Fläche entstanden ist, auf der das Wohnhaus steht. Das Haus ist aber nicht auf den ersten Blick als solches zu erkennen. Zwei Mauern aus Granitblöcken und eine dritte, leicht nach hinten versetzte kalkverputzte Mauer, das Fehlen von Fenstern und eines Dachs suggerieren stattdessen den Anblick von Mauern, die einen Olivenhain

umgeben. Eine ähnliche Gliederung von Baukörpern hatten die Architekten erstmals 2005 bei ihrem Haus in Brione oberhalb von Minusio entwickelt; der Entwurf zeigt ein Volumen aus in der Erde verwurzelten Steinen, die wirken, als hätten sie immer schon dort gelegen, und die damit eine grosse Stille von poetischer Intensität erzeugen. Dabei handelt es sich aber nicht einfach nur um ein Haus ohne Fenster, sondern fast um bewohnbar gemachte Erdarbeiten. Ähnlich wie bei von Bauern errichteten Mauern verläuft der Bau parallel und nicht senkrecht zum Hang. Er zeigt damit eine ebenso antike wie radikal neue Haltung, die im Widerspruch zur herkömmlichen, von der Architektur der Romantik etablierten und durch die moderne Architektur übernommenen Auffassung steht und nach der eine gute Aussicht nur durch eine senkrechte Stellung des Gebäudes zum Hang erreicht wird.

Gesamtkonzept

Die Strategie der Architekten bringt auch jene Kritiker in Verlegenheit, die eine scharfe Trennung zwischen Sanierung und Neubau ziehen und beide unterschiedlich bewerten. In den Entwürfen von Wespi, de Meuron und Romeo ist beides untrennbar miteinander verwoben. Und das nicht, weil sie einen nostalgischen Ansatz hätten – die von ihnen entworfenen Häuser sind technologisch und energetisch auf dem neuesten Stand –, sondern weil sich ihr Konzept von Nachhaltigkeit auf die Landschaft als Ganze erstreckt; so, wie William Morris es formuliert hat: «Architektur ist die Gesamtheit der Veränderungen, die mit Blick auf die menschlichen Bedürfnisse auf der Erdoberfläche vorgenommen werden»; ein Konzept, das die Umgestaltung des Bodens ebenso umfasst wie die Umgestaltung eines Gebäudes.

Da die örtlichen Bauvorschriften Flachdächer verbieten, sind die Granitvolumen unterschiedlich hoch und weisen wie erwähnt keinerlei seitliche Öffnungen auf. Tageslicht gelangt stattdessen über kleine Innenhöfe mit Öffnungen in



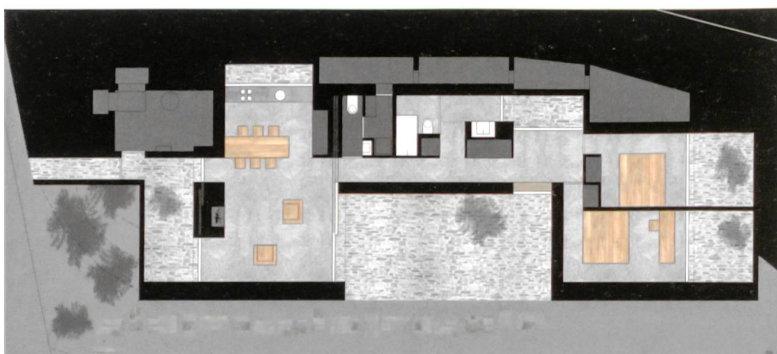
Mit dem Olivenbaum auf der **Terrasse mit Blick über den See** wird der Gedanke des ummauerten Olivenhains wieder aufgenommen.

den Grasdächern in die Schlafzimer. Die Räume sind als Ruheorte konzipiert, in denen die Bewohner sich entspannen können; als Gegenpol zur Gefühlsintensität des Seeblicks. Die einzige grosse Öffnung ist eine durchgehende Glasfassade im Wohnzimmer, die sich allerdings nicht in Richtung Tal orientiert, sondern sich stattdessen an einer der Seitenfassaden befindet. Ausgehend vom Wunsch der Bauherren nach einer grossen überdachten Terrasse in Richtung See haben die

Architekten eine Fensterfront vorgesehen, die im Sommer im Mauerwerk verschwindet. Durch die offene Seitenfront des grossen Raums haben die Bewohner einen weiten Ausblick in der Diagonalen, und das Auge schweift über den See in Richtung des italienischen Dorfs Ponte Tresa.

Mit dem Fehlen von Fenstern zielen die Architekten nicht auf eine Abstrahierung des häuslichen Wohnens ab, sondern sie wollen vor allem eine echte Stille erreichen –

eine Eigenschaft, die modernen Häusern häufig fehlt, und die Wespi, de Meuron und Romeo wieder aufgreifen, um gemeinsam mit einer gestalterischen Zurückhaltung ein neues, zeitgenössisches Verhältnis zur Natur zu erreichen. Auf diese Weise entsteht eine Stille, die sich selbstbewusst dem Lärm einer Architektur entgegenstellt, die sich der Landschaft aufzwingt und dabei vorrangig als Statussymbol fungiert. Deutlich sichtbar werden so die paradoxen Auswirkungen der hohen Dichte und des lauthalsen Wettstreits der Einfamilienhäuser an den Ufern der Tessiner Seen, die alle um den besten Seeblick ringen. Denn die Zerstörung der Umwelt hat den ursprünglichen Grund für diesen abwegigen Wettstreit an einigen Orten längst ad absurdum geführt. Das Haus in Morcote verweigert sich dieser fatalen Strategie und zeigt stattdessen einen anderen, respektvollen Umgang mit der Landschaft. •



Grundriss, Massstab 1:250.

Alberto Caruso, Chefredaktor Archi,
studio@carusomainardiarchitetti.it