

Gebrauchsgrenzen hinterfragen

Autor(en): **Lüchinger, Paul / Schwartz, Joseph**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **134 (2008)**

Heft 48: **Etablierte Richtwerte?**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-109023>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

GEBRAUCHSGRENZEN HINTERFRAGEN

Titelbild

Bestimmung der Rissbreiten an einer Sichtbetonwand (Bild: Professur für Tragwerksentwurf von Joseph Schwartz, Institut für Hochbautechnik, Dep. Architektur ETHZ)

Die in den SIA-Tragwerksnormen empfohlenen Richtwerte für die Gebrauchstauglichkeit sind bedingt verbindlich. Sie können und müssen teilweise objektspezifisch angepasst werden. Die notwendige Beurteilung verlangt den Planern viel individuelles, objektbezogenes Abwägen ab und erfordert viel Erfahrung.

Das Tragwerk stellt ein Subsystem des Gesamtbauwerks dar. Sein Konzept wird im Rahmen des Entwurfs als Teil der integralen Planung in Zusammenarbeit mit allen beteiligten Fachleuten entwickelt. Dieses nimmt Bezug auf die gesamtplanerischen, die architektonischen sowie auf die betrieblichen Belange und berücksichtigt gleichermaßen die Randbedingungen aus der Umwelt wie die gesetzgeberischen Rahmenbedingungen. Aus diesen Gegebenheiten folgen die grundlegenden Anforderungen an das Tragwerk, die mit verschiedenen Massnahmen erfüllt werden können. Im Falle der Tragwerksbemessung hat sich sowohl in der nationalen als auch der internationalen Normenpraxis seit längerer Zeit die Betrachtung von Grenzzuständen durchgesetzt.^{1,2} Als solche werden die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit unterschieden.

TRAGSICHERHEIT: VERBINDLICH

Gegenüber Tragwerksversagen fordert die Gesellschaft allgemein die Sicherheit von Personen im Einflussbereich von Bauwerken. Bauherrschaft, Benutzer und Dritte stützen sich dabei auf einschlägige Rechtsgrundlagen. Den anerkannten Stand der Technik beschreiben entsprechende Regeln zur Tragsicherheit in den Normen – in der Schweiz sind dies die SIA-Normen. Da an der Tragsicherheit ein öffentlich-rechtliches Interesse besteht, ist sie nicht verhandelbar und das dazugehörige Normenwerk somit verbindlich (siehe Kasten Seite 20).

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT: VERHANDELBAR

Nebst der Tragsicherheit steht die Zweckerfüllung und damit die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks im Vordergrund des Bauherreninteresses. Sie orientiert sich an Fragen nach der vorgesehenen Nutzung des Tragwerks und den Ansprüchen der Benutzer. An der Gebrauchstauglichkeit besteht ein privatrechtliches Interesse, sie wird demnach in Absprache zwischen Bauherrschaft und Projektierenden geregelt.

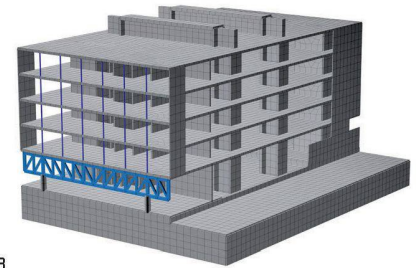
Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit sind ab Beginn der Projektierung zu diskutieren und im Rahmen der Projektentwicklung laufend neu zu beurteilen. Die Folgen der Entscheide sind im Voraus aufzuzeigen und zwischen dem Besteller und dem Ersteller frühzeitig festzulegen. Dafür dient die Nutzungsvereinbarung als wichtiges vertragliches Instrument mit technischem Inhalt zwischen Bauherrschaft und Projektierenden einerseits und Benutzern (z.B. Mietern) andererseits. Die entsprechenden Regeln der Tragwerksnormen sind ein möglicher Leitfaden in der Diskussion. Sie bezwecken einheitliche Sprachregelungen und kategorisieren Begriffe, Vorgehensweisen und Nachweise.

OBJEKTSPEZIFISCHE RICHTWERTE

Bauingenieure beurteilen die Gebrauchstauglichkeit bezüglich dreier Aspekte: Funktionstüchtigkeit, Aussehen des Bauwerks und von den Benutzern erwarteter Komfort. Gemessen wird sie anhand von Kriterien wie Schwingungen, Rissbildung und Verformungen, wobei



02



03



04

02 Beispiel 1: Fachwerkträger nach dem Einbau
(Bild: Dr. Lüchinger + Meyer AG)

03 Beispiel 1: Statisches 3-D-Modell: Die Stützenlasten der Geschossdecken aus Spannbeton werden durch einen annähernd geschosshohen Fachwerkträger aus Stahl abgefangen. Die Deckenränder bilden somit ein «weiches» Auflager für die Glasfassade

(Bild: Dr. Lüchinger + Meyer AG)

04 Beispiel 1: Rendering der Fassade
(Bild: Estudio Rafael Moneo Madrid)

05 Beispiel 2: Durchbiegungen in Geschossdecken mit rund 8 bis 10 m Spannweiten und polygonalem Grundriss eines 32-stöckigen Gebäudes. Welches sind die Anforderungen hinsichtlich Funktionstüchtigkeit? Welche Parameter beeinflussen sie? Welche Massnahmen sind sinnvoll?

(Bild: Dr. Lüchinger + Meyer AG)

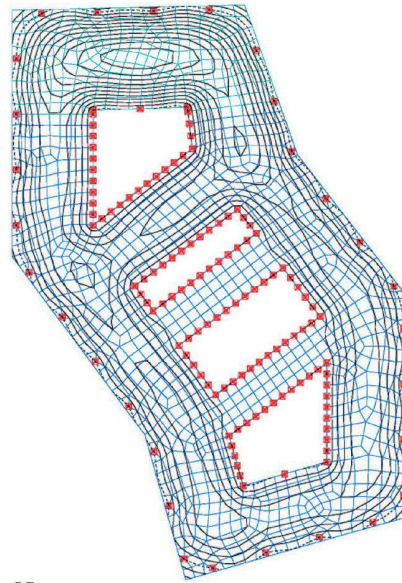
06 Beispiel 2: Eine wirksame Strategie zur Reduktion der Durchbiegungen ist die Vorspannung. Durch ihre Wirkungsweise beeinflusst die Vorspannung auch in jedem Fall das Langzeitverformungsverhalten in positivem Sinne
(Bild: J. Schwartz)

BEISPIEL 1: GLASFASSADE AUF «WEICHEN» DECKENRÄNDERN

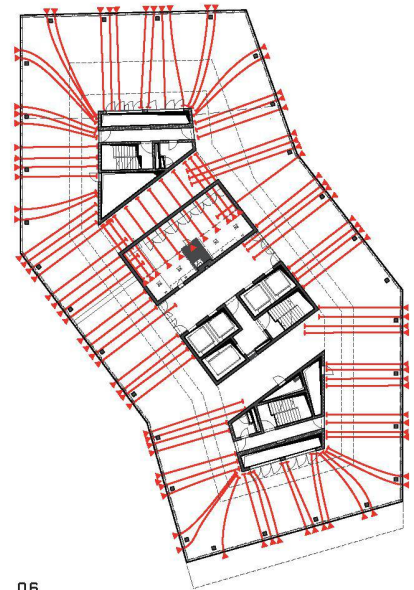
In einem Laborgebäude in Basel werden die Deckenlasten auf der Vorderseite des Gebäudes zu den Randstützen der vierstöckigen Glasfassade abgetragen. Die Stützenlasten werden im Erdgeschoss von einem weit gespannten, einfeldrigen Stahlfachwerkträger mit beidseitiger Auskrugung abgefangen (Bilder 2 und 3) und schliesslich über zwei Stützen in die Untergeschosse abgetragen. Damit ein einheitliches Fassadenbild entsteht, sind der Fachwerkträger wie die Stützen in die Glaskonstruktion eingebunden (Bild 4). Im Vergleich zu den punktgestützten Innenbereichen der Flachdecken stellt die Abfangung eine «weiche» Auflagerung der Deckenränder dar. Die Verformungen im Bereich der Glasfassade beeinflussen deshalb die Konzeptentwicklung des Tragwerks und dessen konstruktive Durchbildung und Ausführung wesentlich. Obwohl die rechnerischen Durchbiegungen des annähernd geschosshohen Fachwerkträgers äusserst gering und die Richtwerte gemäss der SIA-Norm weit unterschritten waren, mussten die Planer während der Projektierung objektspezifische Abklärungen vornehmen. Sie berechneten am Modell, welche Durchbiegungen im quasi-ständigen und welche im häufigen Lastfall entstehen. Um den detaillierten Montagevorgang zu planen, ermittelten sie die zu erwartenden Verformungen vor und nach der Montage der Glasfassade. Aus der Bewegung ergab sich die zeitliche Abfolge für den Einbau der Deckenaufasten (Bodenbeläge) und der Fassadenlasten. Ausserdem mussten sie die Extremwerte der Verformungen infolge seltenen Lastfalls ermitteln, die zu irreversiblen Schäden an der Glasfassade führen. Die Resultate bildeten die Grundlage für die Ausbildung der Anschlüsse der Glasfassade an die Tragstruktur.

Aus der Koordination und Lösungsfindung während der Projektierung entwickelten sich die Vorgaben für die Ausführung – und wiederum neue Fragen: Wie gross ist die initiale Überhöhung des Fachwerkträgers vorzusehen? Wie sind die Betondecken der Obergeschosse zu schalen und zu betonieren? Wie müssen die Oberflächen abtalouschert werden, horizontal oder der infolge der zunehmenden Betonlasten von Geschoss zu Geschoss abnehmenden Überhöhung folgend? Diesen eher ungewöhnlichen Fragestellungen überlagern sich die eher alltäglichen Problemstellungen, hervorgerufen durch unterschiedliche Anforderungen an die Massgenauigkeiten im Ortbetonbau und im konstruktiven Glasbau.

Diskutiert wurde auch die Lage der Wärmedämmschicht: Der Fachwerkträger ist den Temperatureinwirkungen im Freien, die Betondecken sind dem Innenraumklima ausgesetzt. Ein statisch wirksamer Verbund von Betondecke und Fachwerkträger erzeugt infolge unter-



05



06

schiedlicher Temperaturen von Obergurt (im Gebäudeinnern) und Untergurt (im Freien) Krümmungen im Querschnitt und somit jahreszeitlich schwankende Trägerdurchbiegungen. Da solche zusätzlichen und veränderlichen Durchbiegungen von der Glasfassade nicht aufgenommen werden können, war ein konzeptioneller Entscheid notwendig: Der Träger musste von der Betondecke konstruktiv getrennt und in seiner Längsrichtung beweglich gelagert werden.

BEISPIEL 2: WEIT GESPANNTTE BETONDECKEN

Im polygonalen Grundriss des Bürogebäudes in Zürich ist die Hauptnutzung der Geschosse grundsätzlich entlang der Fassaden in die Raumentiefe angeordnet. Die nichttragenden Bürotrennwände sind radial beziehungsweise senkrecht zur Fassade und damit parallel zur Tragrichtung der Decken ausgerichtet. Sie folgen somit der Deckensenkung, müssen aber trotzdem die Deckenverformungen (Bild 5) unbeschadet aufnehmen können. Den möglichen Lösungsansatz beeinflussten neben baulich-konstruktiven Kriterien insbesondere auch hohe Anforderungen an die Schalldämmung zwischen den Büroräumen.

Es mussten konstruktive Massnahmen an Wandkopf und -fuss der Bürotrennwände vorgesehen werden, wobei auch die Deckendurchbiegungen auf ein der Problemstellung adäquates Mass zu begrenzen waren. Als massgebend galten die Verformungen nach dem Versetzen der Wände. Nach SIA-Norm wäre bei Spannweiten von 8 bis 10 m und dem gängigen Richtwert von $1/350$ eine Deckendurchbiegung von rund 25 mm erlaubt. Diese Gebrauchsgrenze war aber hier unter den gegebenen Umständen unzureichend: Die nichttragenden Trennwände wären belastet worden. Die geplanten Durchbiegungen wurden darum reduziert. Während die Durchbiegungen des geschweissten Stahlfachwerkträgers im ersten Beispiel rechnerisch genau vorausgesagt werden konnten, bestimmten bei den Stahlbetondecken in diesem Beispiel verschiedene, mit Unsicherheiten verbundene Parameter die Genauigkeit der zu erwartenden Durchbiegungen. Insbesondere die Streuung der Baustoffeigenschaften bewirkt Unsicherheiten in den Prognosen. Bei Betonbauten sind die erst nach Jahren abklingenden Langzeitverformungen und das mögliche Rissbild, das unter der massgebenden Belastung eintreten kann, die prägenden Faktoren für die effektiv auftretenden Durchbiegungen. In schlaff bewehrten Betondecken können die Langzeitverformungen im gerissenen Zustand durchaus den drei- bis vierfachen Wert der am homogenen Tragwerk ermittelten Durchbiegungen erreichen. Mit einer einmaligen Überhöhung der Schalungen im

Bauzustand können die Auswirkungen dieser Langzeitverformungen in Bezug auf die Funktionstüchtigkeit der Trennwände nicht ausreichend gemildert werden, weil sie per definitionem erst lange Zeit nach dem Einbau der Wände eintreten. Lösungsansätze sind vielmehr in der Verminderung der Rissbildung und der Reduktion der Langzeiteinflüsse zu suchen. Dazu gehören baustofftechnologische und ausführungstechnische Massnahmen wie Betonnachbehandlung oder Ausschalfristen, die auf das verminderte Kriechverhalten des Betons hinzielen. Daneben beeinflussen auch konzeptionelle und bemessungstechnische Massnahmen die Rissbildung günstig.

Eine Vorspannung wirkt sich auf das Verformungsverhalten von Betontragwerken in jedem Fall vorteilhaft aus (Bild 6). Sie erzeugt nach oben gerichtete Umlenkkräfte, die der äusseren Belastung entgegenwirken. Zudem überdrückt sie den Beton, woraus im Endeffekt ein kleineres Rissmoment und wesentlich geringere Durchbiegungen resultieren.

MEHRWERT DURCH REFLEKTIEREN

Die Um- und Durchsetzung der Anforderungen hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit erfordern eine hohe Bereitschaft zu interaktivem Planen und offenem Kommunizieren zwischen den am Planungs- und am Bauprozess Beteiligten. Die sorgfältige Behandlung der Gebrauchstauglichkeit kann aber auch die Stellung des Bauingenieurs als Treuhänder der Auftraggeber aufwerten. Kontrollierte Durchbiegungen können ganz allgemein als Gütesiegel für die Nutzbarkeit der Gebäude angesehen werden. Geringe Verformungen erhöhen die Flexibilität der Nutzung und indirekt auch den Marktwert des Gebäudes – insbesondere dann, wenn Grundausbau und Mieterausbau nicht von der gleichen Trägerschaft übernommen werden.

Literatur

- 1 Norm SIA 160 (1989) und Norm SIA 260 (2003)
2 Eurocode EN 1990 (2002)

Paul Lüchinger, Dr. Lüchinger + Meyer Bauingenieure AG, lm@luechingermeyer.ch
Joseph Schwartz, Professur für Tragwerksentwurf ETH Zürich, schwartz@arch.ethz.ch

RECHTLICHE ANMERKUNGEN ZUR TRAGSICHERHEIT UND GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT VON TRAGWERKEN (SIA 260)

Die Gebrauchstauglichkeit ist gemäss der Norm SIA 260 die Fähigkeit eines Tragwerks und seiner Bauteile, die Funktionstüchtigkeit und das Aussehen des Bauwerks sowie den Komfort der das Bauwerk nutzenden Personen entsprechend den Gebrauchsgrenzen zu gewährleisten. Über die rechtlich unbestimmten Begriffe Funktionstüchtigkeit, Aussehen, Komfort und Gebrauchsgrenzen lässt sich trefflich streiten. Was dem einen funktionstüchtig, gutaussehend und komfortabel erscheint, findet die andere unpraktisch, es gefällt ihr nicht, und zudem mangelt es an Komfort. Die Norm enthält deshalb numerische Richtwerte für Funktionstüchtigkeit, Aussehen und Komfort. Sie setzen Grenzen für die Durchbiegung und das Schwingungsverhalten von Decken und Balken sowie für die horizontale Auslenkung von Wänden, Rahmen und Stützen. Der subjektiv besetzte Begriff der Gebrauchstauglichkeit wird durch die in der Norm vorgegebenen Richtwerte objektiviert. Werden die Richtwerte unterschritten und erreicht das Bauwerk nicht das gewünschte Niveau an Funktionstüchtigkeit, Aussehen oder Komfort, gilt es als mangelhaft.

Weil es sich bei den Richtwerten für die Gebrauchstauglichkeit nicht durchwegs um Regeln der Baukunde, sondern um Konventionen bzw. Erfahrungswerte handelt, sind sie der vertraglichen Abänderung zugänglich – solange dies keinen gefährlichen Zustand bewirkt. Gefährlich ist ein die Tragsicherheit in Frage stellender Umstand. Es ist

denkbar, dass sich Bauherrschaft und Planer darauf einigen, Einschränkungen beim Aussehen und beim Komfort in Kauf zu nehmen zugunsten anderer Eckwerte, die ihnen wichtiger sind. Es ist auch denkbar, dass sie sich auf ein Komfortniveau einigen, das über den minimalen Richtwerten liegt. In beiden Fällen müssen sie diese Einigung, damit ihre Verbindlichkeit und Beweisbarkeit gewährleistet ist, in einer schriftlichen Vereinbarung festhalten. Die Norm bietet dafür die Nutzungsvereinbarungen. Darin werden die Nutzungs- und Schutzziele der Bauherrschaft sowie die grundlegenden Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften für die Projektierung, Ausführung und Nutzung des Bauwerks beschrieben. Diese Nutzungsvereinbarung wird schliesslich in der sogenannten Projektbasis abgebildet. Mit Projektbasis meint die Norm die Beschreibung der bauwerksspezifischen Umsetzung der Nutzungsvereinbarung. Um sicherzugehen, dass an dieser Schnittstelle nicht Differenzen entstehen, ist dem Bauherrn, der die Nutzungsvereinbarung kennt, die Projektbasis zu erläutern und darin festzuhalten, dass der Bauherr auch mit der Projektbasis einverstanden ist.

Es fragt sich, welches die Haftungsfolgen einer vereinbarten Abweichung von der Gebrauchstauglichkeit, das heisst von den Komfortrichtwerten der SIA-Norm, sind. Haftung ist dann möglich, wenn die fertige Bauteile von den vereinbarten Richtwerten über die Durchbiegung und das Schwingungsverhalten abweicht. Ist das Vereinbarte mit

verhältnismässigen Massnahmen noch erreichbar, hat bei einem Planungs- oder Bauleitungsfehler der Planer, bei einem reinen Fehler in der Ausführung der Unternehmer (immer derjenige, der seinen Vertrag verletzt hat) die Sanierungsmassnahme zu finanzieren, soweit er sie nicht in Eigenleistung erbringen darf. Kann das vereinbarte Ziel mit verhältnismässigem Mitteleinsatz nicht erreicht werden, hat derjenige, der seinen Vertrag verletzt hat, dem Bauherrn den nachgewiesenen Vermögensschaden zu ersetzen.

Die Schwester der Gebrauchsfähigkeit (bzw. Gebrauchstauglichkeit) ist die Tragfähigkeit (bzw. Tragsicherheit), die in der Norm definiert ist als Fähigkeit eines Tragwerks und seiner Bauteile, Einwirkungen während der Ausführung und der Nutzung standzuhalten. Nicht standhalten hiesse Schaden nehmen, zusammenbrechen. Die Tragfähigkeit ist eine harte Regel der Baukunde und ist nicht verhandelbar wie die Gebrauchstauglichkeit. Sie eignet sich auch wenig für die Vereinbarung von Abweichungen. Ausnahmen von der Norm sind nur zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen. Sie sind in den Bauwerksakten nachvollziehbar und mit einer plausiblen Begründung zu dokumentieren.

Jürg Gasche Bühler, Rechtsanwalt und Mediator,
juerg.gasche@bluwin.ch