

EvaDAT – Onlinestart der Evaluierungsbeispieldatenbank

Kirsten Stopp, connectINGs GmbH, Wuppertal
 Casimir Katz, SOFiSTiK AG, Oberschleißheim
 Frank Fingerloos, DBV, Berlin

EvaDAT – die Evaluierungsbeispieldatenbank für softwaregestützte Tragwerksberechnung – ist eine kostenfreie Online-Plattform, die auch Beispiele aus dem DBV-Arbeitskreis Software für Baustatik mit abgesicherten Ergebnissen enthält. Mit deren Hilfe können die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit von Softwareprogrammen überprüft werden.

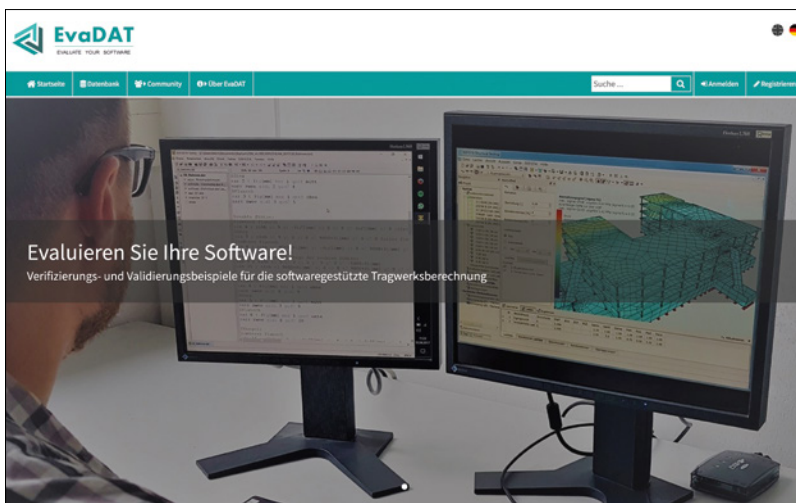


Bild 1. Plattform EvaDAT

Die Datenbank ist aus einem Zukunft Bau-Forschungsvorhaben des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [1] hervorgegangen und basiert auf der VDI-Richtlinie 6201 Softwaregestützte Tragwerksberechnung [2]. Das im Forschungsvorhaben entwickelte Konzept und die ersten eingestellten Beispiele und Erfahrungen des DBV als Forschungspartner wurden bereits im DBV-Rundschreiben 261 [4] vorgestellt.

Die Plattform wird von der connectINGs GmbH betrieben, die von der Projektleiterin Dr. Kirsten Stopp gegründet wurde, um die langfristige Existenz und Wartung der Datenbank sowie deren Neutra-

lität sicherzustellen. Damit sie der breiten Fachwelt kostenfrei zur Verfügung gestellt werden kann, wurde sie komplett neu aufgesetzt und ist nun unter www.evadat.com abrufbar (Bild 1).

Dadurch ist jetzt endlich das Ziel erreicht, dass eine unabhängige Validierung von Softwareanwendungen für Aufgaben der Tragwerksberechnung von jedermann möglich geworden ist. Dies ist eine unerlässliche Aufgabe vor jeder Anwendung einer neuen Software oder der Anwendung einer vorhandenen Software für eine neue Aufgabenstellung. Der besondere Wert dieser Datenbank besteht darin, dass die Berechnungsergebnisse von mindestens drei unabhängigen Stellen eingestellt werden müssen. Die Erfahrung hat bislang gezeigt, dass die damit verbundenen Ergebnisdiskussionen eine entsprechend hohe Qualität zur Folge haben.

Sowohl die EvaDAT-Plattform als auch die zwischenzeitlich eingestellten Beispiele des DBV-Arbeitskreises Software für Baustatik werden im Folgenden vorgestellt.

Nutzungsmöglichkeiten von EvaDAT

Softwareanwender werden vor immer größere Herausforderungen gestellt. Die Tragwerksplanung wird komplexer und der Termindruck größer. Bei spezialisierten Fragestellungen muss abgeklärt werden, ob die eigene verwendete Software die Aufgabenstellung adäquat abbilden kann oder

ob zusätzlich neue Software angeschafft werden soll. Die Programmbeschreibungen bilden für die Entscheidung nicht immer eine ausreichende Informationsquelle.

Die nach Registrierung kostenfreie Plattform EvaDAT kann hierbei unterstützen: Sie bietet Evaluierungsbeispiele mit gesicherten Referenzlösungen, mit deren Hilfe die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der Softwareprogramme überprüft werden können. Bei der Suche nach neuen Programmen ist der Anwender nicht auf den Herstellerprospekt angewiesen, sondern kann auf neutrale Beispiele zurückgreifen. Darüber hinaus erleichtern die Beispiele Softwareanwendern die Einarbeitung in neue Programme und dienen gleichzeitig der Erlangung von mehr Sicherheit im Umgang mit diesen. Auch die Verwendung im Qualitätsmanagement zur Überprüfung vergleichbarer Resultate bei Einspielung neuer Softwareversionen ist möglich.

Der Aufbau und die Form der enthaltenen Beispiele basieren auf der VDI-Richtlinie 6201 Softwaregestützte Tragwerksberechnung [2]. Die Beispiele sind in 5 Klassen eingeteilt, die sich an der Art der Referenzlösung orientieren:

- A – Analytische Verifikationsbeispiele,**
- B – Numerische Validierungsbeispiele,**
- C – Experimentelle Validierungsbeispiele,**
- D – Normenbasierte Verifikationsbeispiele,**
- E – Systemische Validierungsbeispiele.**

Jedes Beispiel enthält die Kapitel Klassifikation, Problembeschreibung, Referenzlösung, Ergebnisse, Bewertung und Referenzen.

Die Beispiele sollen ein Merkmal, z. B. Berücksichtigung von Schub bei dicken Platten, besonders herausstellen, damit Abweichungen identifizierbar bleiben. Thematisch gibt es keine Einschränkungen. Auch vom Charakter her können sie unterschiedlich gestaltet sein, so dass sowohl Studierende als auch ausgewiesene Experten wertvolle inhaltliche und programmspezifische Informationen für sich entnehmen können.

Die Beispiele werden von den Nutzern selbst eingestellt und qualifiziert. Hierzu sind ein Ersteller (zunächst für Eingabe der Klassifikation und der

Problembeschreibung) und drei Bearbeiter je Beispiel notwendig, wobei ein Bearbeiter auch der Ersteller sein kann, die mit unterschiedlichen Softwareprogrammen jeweils ein Ergebnis ausarbeiten und in einer Referenzlösung und Bewertung zusammenführen. Der Ersteller gibt das Beispiel auf der Plattform ein, er und andere Nutzer können sich als Bearbeiter registrieren. Erst wenn alle drei Ergebnisse eingegeben und mögliche Abweichungen begründet sind, kann das Beispiel von allen Beteiligten als qualifiziert eingestuft werden. Dann sind auch die Ergebnisse der drei Softwareprogramme, die Referenzlösung und die Bewertung für alle anderen registrierten Nutzer einsehbar.

Nach der Qualifizierung des Beispiels können weitere Ergebnisse hinzugefügt werden, etwa Ergebnisse mit weiteren Softwareprogrammen oder Ergebnisse, die mit neueren Softwareversionen erzielt werden, allerdings haben diese dann nicht den Qualifizierungsprozess durchlaufen und sind vom Nutzer selbst zu bewerten.

Einen Sonderstatus genießen Beispiele, die durch ausreichend qualifizierte Arbeitskreise eingestellt werden, wie etwa die des DBV-AK Software für Baustatik. Voraussetzung ist, dass diese Arbeitskreise auch außerhalb von EvaDAT existieren. Hier sind mehr als 3 Bearbeiter je Beispiel erlaubt und sie werden im Titel zusätzlich mit der Kurzbezeichnung des Arbeitskreises gekennzeichnet.

VDI-Richtlinie 6201 als Basis von EvaDAT

Die VDI-Richtlinie 6201 [2] definiert im Blatt 1 die Anforderungen an die Evaluierung von numerischen Berechnungen und teilt die Aufgaben zwischen Softwareerstellern und Anwendern genau auf. Der Hersteller muss sicherstellen, dass seine Software korrekt rechnet (Verifikation). Der Anwender muss sicherstellen, dass er die richtige Software verwendet, die auch in der Lage ist, die erwarteten Effekte abzubilden (Validierung). Dabei wurde bewusst auf jede Form eines Zertifikats verzichtet, damit die Verantwortung nicht einfach delegiert werden kann. Im Blatt 2 wurde je ein Vertreter der fünf Beispielsklassen ausführlich evaluiert. Diese Beispiele sind auf dem Portal komplett übernommen worden.

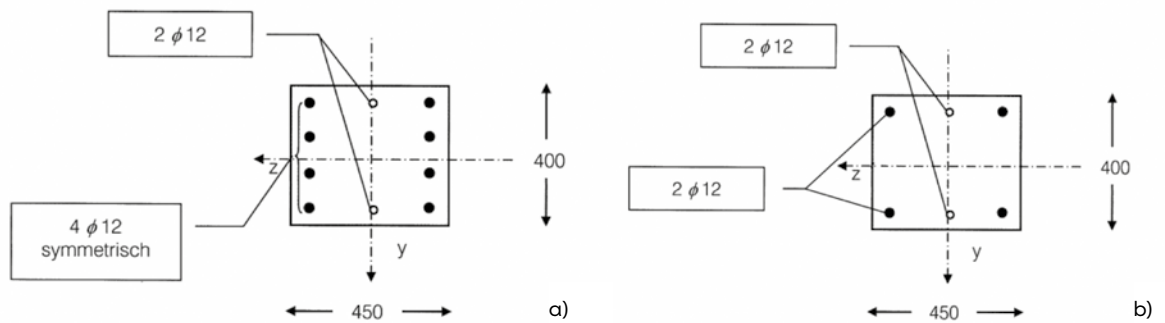


Bild 2. Untersuchte Stützenbewehrungen im DBV-Beispiel 2

Eingestellte Beispiele

Der Arbeitskreis Software für Baustatik des DBV hat sich über Jahre hinweg sehr detailliert mit Beispielen des Betonbaus beschäftigt und dabei intensiv über die Annahmen und Implementierungen der verschiedenen Softwarehersteller diskutiert. Es war bemerkenswert, wie auch eher einfache Sachverhalte von den Fachleuten mitunter recht unterschiedlich interpretiert werden. Ergebnisse dieser Diskussionen fließen auch unmittelbar in die Arbeit der Normenausschüsse ein.

Die Beispiele, die im Arbeitskreis untersucht und diskutiert wurden, sind alle so gewählt, dass verschiedene Rechenverfahren auch unterschiedliche Werte ergeben. Es ist daher bei der Festlegung der Referenzlösung immer auch eine Bandbreite der Ergebnisse vorzugeben. Normalerweise wird in der Baufachwelt eine Abweichung von bis zu $\pm 10\%$ noch als unwesentlich (z. B. durch Sicherheitsbeiwerte abgedeckt) angesehen. Es gibt aber auch Fälle, in denen deutlich kleinere Abweichungen erwartet werden dürfen. Wenn die Ergebnisse hingegen stärker abweichen, so muss in jedem Fall die Ursache dafür abgeklärt und erläutert werden.

Bearbeitet wurden bisher folgende Beispiele:

1. Stahlbetonkragstütze nach dem Nennkrümmungsverfahren
2. Stahlbetonstütze nach dem allgemeinen Verfahren
3. Blockfundament
4. Flachdecke
5. Spannbetonbinder
6. Querschnittstemperaturen bei einer Brandbemessung

Über die Beispiele zum Nennkrümmungsverfahren (Nr. 1) und dem Blockfundament (Nr. 3) wurde bereits in [4] berichtet. Bei der Stahlbetonstütze nach dem allgemeinen Verfahren ergaben sich

dann umfangreiche Diskussionen über den Ansatz der angehängten Stützen, die Berücksichtigung von Kriechen und Schwinden sowie dem Mitwirken des Betons zwischen den Rissen. In allen Fällen gibt es unterschiedliche Rechenverfahren, die dann zu kleineren oder auch gelegentlich größeren Abweichungen bei der Lösung führen können. Um die nichtlinearen Effekte stärker in Erscheinung treten zu lassen, wurden zwei verschiedene Bewehrungsgrade untersucht (Bild 2).

Bei der Flachdecke (Nr. 4, Bild 3) streuten die Ergebnisse insbesondere an der Eckstütze stark. Hier erwies sich nicht nur die Modellierung der Stütze bzw. deren Einspannung als sensitiv, sondern auch die Auswertung der Ergebnisse.

Bei einer punktförmigen Lagerung, wie sie häufig angewendet wird, ergibt sich eigentlich eine Singularität. Diese wird bei zunehmender FEM-Netzfeinheit deutlich sichtbar und muss daher bei der Auswertung innerhalb der Stützenfläche in jedem Fall ausgeblendet werden. Aber sie hat dann auch eine Auswirkung auf die Einspannung der Stütze. In einem ersten Schritt wurden daher mit vorgegebener Elementteilung und nur dem Last-

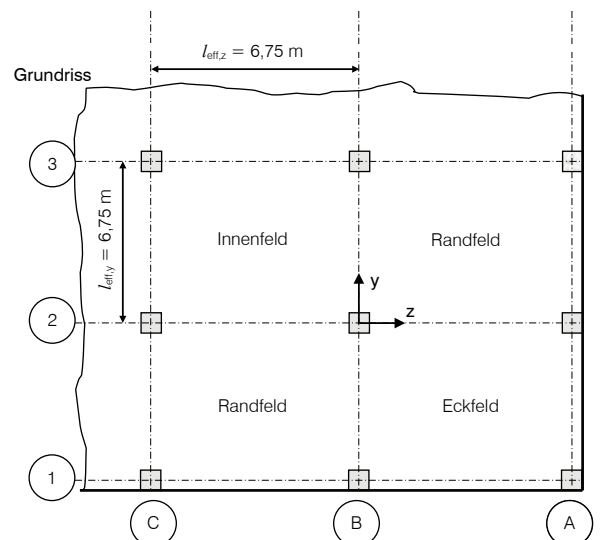


Bild 3. Flachdeckenausschnitt im DBV-Beispiel 4

fall Volllast die Schnittgrößen verglichen (Auszug Tabelle 1). Erst danach konnte man die Ergebnisse aus der Überlagerung und Bemessung bewerten. Wenn man die Stützen genauer modellieren wollte, müsste man die tatsächlichen Auflagerpressungen [3] und auch nichtlineare Effekte der Rissbildung in der Platte berücksichtigen.

Bei dem Beispiel des Spannbetonbinders (Nr. 5) liegt die globale Kippsicherheit sehr nahe bei 1.0 (Traglast aus Querbiegung und Torsion). Daher wird dort noch mit vertieften Überlegungen diskutiert, welchen Wert man als Referenz ansetzen sollte.

Die Temperaturverläufe im Betonquerschnitt bei einer Brandbemessung (Nr. 6) ergaben sich hingegen mit einer unerwartet hohen Übereinstimmung innerhalb der verschiedenen Softwarelösungen, so dass man in diesem Fall die Toleranzen für Ergebnisabweichungen etwas schärfer fordern kann.

Schrifttum

- [1] Harte, R.; Stopp, K.; Müller, N.: Konzeption und Aufbau einer standardisierten Beispieldatenbank für softwaregestützte Tragwerksberechnung in Anlehnung an VDI 6201 für den Einsatz von Statik-Software in BIM basierten Prozessketten. Abschlussbericht, Forschungsinitiative Zukunft Bau F 3198, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2020.
- [2] VDI-Richtlinie 6201: Softwaregestützte Tragwerksberechnung: - Blatt 1: 2015-12: Grundlagen, Anforderungen, Modellbildung, - Blatt 2: 2019-04: Verifikationsbeispiele.
- [3] Katz, C.: Modellierung punktgestützter Platten. Tagungsband Baustatik – Baupraxis 14, Stuttgart 2019.
- [4] Stopp, K.; Ziems, B.: Beitrag des DBV zu EvaDAT – Evaluierungsbeispieldatenbank für softwaregestützte Tragwerksberechnung. – In: DBV-Rundschreiben 261, Juli 2019.

Tabelle 1. Vergleich der Biegemomente in der Flachdecke bei unterschiedlicher Lagermodellierung (Auszug DBV-Beispiel 4)

mxx	Punktlagerung mit 4 x 4 Netz (AK DBV)				Flächenlagerung [3]		
	DLUBAL	FRILO	RIB	SOFISTiK	Rigid	ESTA	ESTA+
Stütze C1	77.4	82.3	76.6	77.7	76.6	63.2	71.0
Stütze B1	98.2	99.9	97.1	97.8	91.4	77.7	86.4
Stütze A1	86.1	83.9	76.1	79.2	68.4	103.7	109.7
Feld B-C/1-2	36.9	37.1	37.6	37.9	36.3	34.7	34.8
Feld A-B/1-2	49.4	47.7	50.9	50.6	45.5	42.1	42.3

Fazit und Ausblick

Für die Anwendung numerischer Verfahren sollte jeder Nutzer die Software, die er nutzen möchte, hinsichtlich der Eignung für sein Problem validieren. Das wird umso besser gelingen, wenn dazu nicht vorgefertigte Datensätze des Softwareherstellers, sondern eigens erarbeitete Lösungen verwendet werden. Eine unabhängige Datenbasis von Referenzbeispielen, wie sie nun mit EvaDAT vorliegt, ist dafür extrem hilfreich.

Die Plattform kann nur leben, wenn möglichst viele Nutzer – ob Softwareanwender oder Softwarehersteller – bei der weiteren Erstellung von Evaluierungsbeispielen mitwirken. Dann wird EvaDAT zum digitalen Nachschlagwerk für die softwaregestützte Tragwerksberechnung.

© connectiNGs GmbH



Dr.-Ing. Kirsten Stopp
T 0202 72531203
kirsten.stopp@connectings.de

© Theresa Meyer



Prof. Dr.-Ing. Casimir Katz
casimir.katz@sofistik.de



Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos
T 030 236096-37
fingerloos@betonverein.de