

**Rolf Kindmann
Henning Uphoff**

BERECHNUNGEN MIT DEN RUBSTAHL- PROGRAMMEN

Entwurf vom 05.06.2014

Herausgeber:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Kindmann
Lehrstuhl für Stahl-, Holz- und Leichtbau
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstr. 150
D-44801 Bochum

Tel.-Nr.: +49 (0)234/32-22575
Fax-Nr.: +49 (0)234/32-14646

E-Mail: stahlbau@ruhr-uni-bochum.de

<http://www.rub.de/stahlbau>

© 2014 Lehrstuhl für Stahl-, Holz- und Leichtbau, Ruhr-Universität Bochum
Alle Rechte, auch das der Vervielfältigung, des auszugsweisen Nachdrucks,
der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in
Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeine Informationen zu den RUBSTAHL-Programmen

Die Durchführung baupraktischer statischer Berechnungen erfolgt heutzutage fast ausschließlich mit Hilfe entsprechender Berechnungssoftware. Aus didaktischen Gründen und um den Lehrstoff komprimiert vermitteln zu können, werden vom Lehrstuhl für Stahl-, Holz- und Leichtbau der Ruhr-Universität Bochum EDV-Programme gezielt in der Lehre eingesetzt. Das Programm Paket

RUBSTAHL - Lehr- und Lernprogramme für Studium und Weiterbildung

wird hierfür seit vielen Jahren erfolgreich verwendet. Durch kontinuierliche Weiterentwicklung werden die Programme auf dem aktuellem Stand gehalten und der Umfang des Programmpakets wächst stetig an.

Die jeweilig aktuellste Version der RUBSTAHL-Programme steht auf der Homepage des Lehrstuhls für Stahl-, Holz- und Leichtbau www.ruhr-uni-bochum.de/stahlbau zum kostenfreien Download zur Verfügung.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den zum Download bereitgestellten Programmen um Lehr- und Lernprogramme handelt. Sie wurden am Lehrstuhl für Stahl-, Holz- und Leichtbau entwickelt und sind sorgfältig überprüft worden. Die Programme werden kostenlos zu Lern- und Weiterbildungszwecken zur Verfügung gestellt. Es wird keinerlei Haftung übernommen, die Verwendung der Programme erfolgt auf eigene Verantwortung der Nutzer. Die Programme sind soweit wie möglich „offen“ gehalten. Sie bieten daher dem Anwender die Möglichkeiten eigener Ergänzungen und Weiterentwicklungen.

Die mit dem RUBSTAHL-Programmpaket verfolgten Ziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Verbesserung der Qualität von Vorlesungen und Übungen im Studienfach Stahlbau
- Anwendung moderner Nachweisverfahren
- Erlernen schwieriger Lösungsalgorithmen
- Verstehen computerorientierter Berechnungsmethoden
- Vereinfachung der Zahlenrechnung
- Hilfsmittel für Studien- und Projektarbeiten
- Vorbereitung auf baupraktische Berechnungen
- Umsetzung aktueller Forschungsergebnisse
- Grundlage für Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten
- Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen und eigene Kreativität

Die Erläuterungen und Berechnungsbeispiele, die in der vorliegenden Veröffentlichung zusammengefasst sind, sollen dem Nutzer die Anwendung der RUBSTAHL-Programme näherbringen und dabei helfen die theoretischen Hintergründe insbesondere der komplexen Programme zur Systemberechnung nachvollziehen zu können. Auf weiterführende Literatur wird an entsprechender Stelle hingewiesen. An dieser Stelle soll allerdings bereits das Buch „*Stahlbau Teil 1: Grundlagen*“ von *Rolf Kindmann* und *Ulrich Krüger* hervorgehoben werden. Es enthält neben Erläuterungen zu den Grundlagen und zur Anwendung der aktuellen Nachweismethoden nach dem Eurocode 3 eine Vielzahl an ausführlich dargestellten Berechnungsbeispielen. Der überwiegende Teil, der in der vorliegenden Veröffentlichung gezeigten Beispiele, stammt aus diesem Buch.

Die Berechnung der gezeigten Anwendungsbeispiele erfolgt mit den Programmen des RUBSTAHL-Programmpakets 2014. Neben den hier erläuterten Programmen zur Systemberechnung, für Querschnittsnachweise nach der Plastizitätstheorie sowie zur Ermittlung von Querschnittskennwerten, existieren insbesondere weitere Programme zum Nachweis von Verbindungen im Stahlbau. Eine Erläuterung dieser Programme folgt. Außerdem enthält das Programmpaket 2014 neben den Programmen zur aktuellen Nachweisführung gemäß Eurocode 3 die alten Berechnungsprogramme gemäß der ehemals gültigen Stahlbaunorm DIN 18800.

1.2 Umfang des Programmpakets

Das aktuelle Programmpaket 2014 gliedert sich zunächst in die drei Ordner:

- Programme – EC 3
- Programme – DIN 18800
- Weitere Programme

Der Ordner „Programme – EC 3“ enthält Berechnungsprogramme, die den Vorgaben des aktuellen Eurocodes 3 sowie den nationalen Anwendungsdokumenten für die Bundesrepublik Deutschland entsprechen. Im Ordner „Programme – DIN 18800“ sind die „alten“ Programme zu finden, die den Vorgaben der ehemaligen deutschen Stahlbaunorm DIN 18800 entsprechen. Im Ordner „Weitere Programme“ befinden sich weitere normenunabhängige Programme. Überwiegend handelt es sich dabei um Programme zur Ermittlung und Darstellung von Querschnittskennwerten.

Tabelle 1.1 zeigt den Umfang des Programmpakets 2014 ohne die Programme nach DIN 18800. Da nicht alle Programme in der vorliegenden Veröffentlichung behandelt werden, sind die im Folgenden erläuterten Programme hervorgehoben.

Tabelle 1.1 Übersicht über den Umfang des RUBSTAHL-Programmpakets 2014

Ordner Programme	Kurzbeschreibung
1. Systemberechnungen – EC3	
FE-STAB (ehemals KSTAB)	Leistungsfähiges FEM-Programm, gerade Stäbe, Theorie I. und II. Ordnung, raumliches Tragverhalten, Verzweigungslasten, Eigenform, Tragsicherheitsnachweise, Ersatz-imperfektionsverfahren
FE-Rahmen	Leistungsfähiges FEM-Programm, ebene Stabwerke, Theorie I. Ordnung und II. Ordnung, Verzweigungslasten, Eigenform, Tragsicherheitsnachweise
FE-Fachwerk	Leistungsfähiges FEM-Programm, ebene Fachwerkträger, Theorie I. Ordnung, Nachweis ausreichender Querschnittstragfähigkeit
FE-Beulen	Leistungsfähiges FEM-Programm, Beulwerte und ideale Beulspannungen ausgesteifter und unausgesteifter Rechteckplatten
2. Querschnittstragfähigkeit – EC3	
QST-TSV-I	Grenztragfähigkeit nach Plastizitätstheorie von I-Querschnitten, beliebige Schnittgrößenkombination
QST-TSV-3Blech	Grenztragfähigkeit nach Plastizitätstheorie von Drei- und Zweiblechquerschnitten, beliebige Schnittgrößenkombination
QST-Kasten	Grenztragfähigkeit nach Plastizitätstheorie rechteckigen Hohlprofilen, beliebige Schnittgrößenkombination
QST-Rohr	Grenztragfähigkeit nach Plastizitätstheorie kreisförmigen Hohlprofilen, beliebige Schnittgrößenkombination
EC-Nachweise	Nachweise nach Eurocode 3 für I-Profile: Querschnittstragfähigkeit, Biegeknicken, Biegedrillknicken
3. Verbindungen – EC3	
Trägerstoß mit Laschen	Nachweise von biegesteifen Trägerstößen mit Laschen nach Eurocode 3
Trägerstoß mit Stirnplatte 1	Nachweise von biegesteifen Trägerstößen mit überstehenden Stirnplatten nach Eurocode 3
Trägerstoß mit Stirnplatte 2	Nachweise von biegesteifen Trägerstößen mit bündigen Stirnplatten nach Eurocode 3
Träger-Träger-Winkel	Nachweise von gelenkigen Trägeranschlüssen mit Winkeln nach Eurocode 3
Geschraubte Rahmenecke	Nachweis von biegesteifen geschraubten Rahmenecken nach Eurocode 3, komfortables Programm
Geschweißte Rahmenecke	Nachweis von biegesteifen geschweißten Rahmenecken nach Eurocode 3, komfortables Programm
Träger-Stütze-Winkel	Nachweis von gelenkigen Träger-Stützen-Verbindungen mit Winkeln nach Eurocode 3
Träger-Stütze ohne Steifen 1	Nachweis von biegesteifen Träger-Stützen-Anschlüssen mit Stirnplatte nach der Komponentenmethode gem. EC 3
Träger-Stütze ohne Steifen 2	Nachweis von biegesteifen Träger-Stützen-Anschlüssen mit Stirnplatte nach der Komponentenmethode gem. EC 3 – überstehender Anschluss
Schrauben-Abscherkräfte	Berechnung der Schraubenkräfte von regelmäßigen Schraubenbildern, einfaches Programm

Kehlnahtanschlüsse	Nachweise von Doppelkehlnähten nach Eurocode 3, einfaches Programm
Fachwerkknoten mit Blech	Nachweise von Fachwerkknoten mit Knotenblech nach Eurocode 3, Gurtstab aus I-Profil
Fachwerkknoten mit Hohlprofilen	Tragfähigkeit geschweißter Fachwerkknoten nach Eurocode 3, Gurtstab aus I-Profil, Fachwerkstäbe als Hohlprofile
Hohlprofilknoten	Bemessung von Hohlprofilknoten nach Eurocode 3
4. Krafteinleitung – EC3	
Krafteinleitung mit Steifen	Nachweis der Krafteinleitung mit Voll- oder Teilrippe nach Eurocode 3, einfaches Programm
5. Fußpunkte – EC3	
Stützenfuß mit N und V	Nachweis von gelenkigen Stützenfüßen mit Fußplatte gemäß Eurocode 3
6. Diverse – EC 3	
BDK-Nachweise	Biegedrillknicknachweis nach Eurocode 3, $M_{cr,y}$ nach Näherungsformel
BDK-FE-Stäbe	Biegedrillknicknachweis nach Eurocode 3, $M_{cr,y}$ mittels FEM
EC-Nachweise	Siehe 2.
RUBSTAHL-Tafeln	Querschnittskennwerte und Grenzschnittgrößen gewalzter I-, H-, U-, Winkel- und Hohlprofile nach Eurocode 3 für Baustähle der Stahlgüte S 235
Weitere Programme – Querschnittskennwerte (QSW)	
QSW-3Blech	Drei- und Zweiblechquerschnitte: Querschnittskennwerte, einfaches Programm
QSW-Bleche	beliebige dünnwandige Querschnitte: Querschnittskennwerte, Normalspannungen
QSW-I-geschweißt	geschweißte doppeltsymmetrische I-Profile: Querschnittskennwerte, Grenzschnittgrößen
QSW-Offen	offene, dünnwandige Querschnitte: Querschnittskennwerte, Spannungsverteilung
QS-3D-Grafik	Grafische Darstellung: Verwölbung, Normalspannungen, Schubspannungen, kombinierbar mit QSW-offen
QSW-FE ML	beliebige dünnwandige Querschnitte: FEM-Berechnung, Querschnittskennwerte, Spannungsverteilung
QSW-Tabelle	einfachsymmetrische Querschnitte: Tabellarische Ermittlung der Querschnittskennwerte
QSW-Sym-z	wie QSW-Bleche, Querschnitte symmetrisch zur z-Achse
QSW-Polynom	Querschnitte mit polygonalem Umriss: Querschnittskennwerte
QSW-Mitragende Beite	Ermittlung mittragender Breiten von Stahl- und Verbundbrücken nach DIN-Fb 103 bzw. DIN-Fb 104
Weitere Programme – Tragfähigkeit von Verbundträgern und -stützen	
QST-Verbundträger-el	Verbundträgerquerschnitt: Querschnittswerte, Spannungen und Nachweise nach DIN-Fb 104
QST-Verbundträger-pl	Verbundträgerquerschnitt: Plastische Querschnittstragfähigkeit nach DIN-Fb 104
QST-Verbundträger-TSV	Verbundträgerquerschnitt: Plastische Querschnittstragfähigkeit nach TSV
QST-Verbundstütze-TSV	Grenztragfähigkeit von Verbundstützen: teilweise und volleinbetonierte Stahlprofile, ausbetonierte Rohre

1.3 Installations- und Anwendungshinweise

Die RUBSTAHL-Programme basieren auf dem Tabellenkalkulationsprogramm MS-EXCEL und sind, soweit erforderlich, in Visual Basic programmiert. Im Folgenden soll daher kurz auf die Installation der Programme sowie auf die Anwendung der Programme insbesondere im Umgang mit MS Excel eingegangen werden.

Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb der Programme ist MS Excel 2003 oder neuer. Von einzelne RUBSTAHL-Programme existieren mehrere Versionen, die mit verschiedenen Excel-Versionen kompatibel sind. Die Rechenzeit sind insbesondere für die Programme FE-STAB (ehemals KSTAB), FE-Rahmen, FE-Fachwerk und FE-Beulen stark von der Leistung des verwendeten Rechners ab. Aktuelle Rechner mit einer CPU-Taktfrequenz von über 1 GHz und einem Arbeitsspeicher von mindestens 1 GB stellen ausreichende Rechnerleistung zur Verfügung.

Installation der Programme

Die jeweils aktuellste Programmversion steht auf der Homepage des Lehrstuhls für Stahl-, Holz- und Leichtbau unter dem folgendem Link zum Download bereit.

<http://www.ruhr-uni-bochum.de/stahlbau/software/software.html.de>

Nachdem den dort genannten Nutzungsbedingungen zugestimmt wird, kann der Download erfolgen. Nach erfolgtem Download befinden sich die Dateien zunächst in einem *.zip-Verzeichnis, so dass ein entsprechendes Programm zum Entpacken der Programmdateien vorhanden sein muss. Die Programme können in ein beliebiges Verzeichnis kopiert werden.

Makrosicherheit

In vielen Programmen werden Makros zur Berechnung verwendet. Es ist daher unbedingt notwendig, Makros zuzulassen. Die Makrosicherheit darf daher in Excel nicht auf "Hoch" eingestellt sein. Die Makrosicherheit sollte auf "Mittel" eingestellt werden, so dass man beim Programmstart gefragt wird, ob man Makros zulassen möchte oder nicht.

Schreibschutz aufheben (Datei)

Explorer > Datei markieren > Datei > Eigenschaften > Schreibschutz deaktivieren
Für die Anwendung kann es zweckmäßig sein, alle Eingabewerte in einem Programm zu löschen und diese Dateien dann schreibgeschützt zu speichern. Bei der Durchführung von Berechnungen können die Dateien dann unter anderem Namen gespeichert werden, so dass stets eine Originaldatei erhalten bleibt.

Blattschutz

Der Blattschutz sollte nur zur Veränderung von Formaten, der Seiteneinteilung oder eigene ergänzende Berechnungen aufgehoben werden. Danach sollte er stets wieder erneuert werden.

Seiteneinteilung überprüfen

Die Seiteneinteilung hängt vom verwendeten Drucker ab. Sie stimmt daher nicht immer mit der vorgesehenen Einteilung ab. Bitte ggf. durch Verändern von Zeilen bzw. Spalten anpassen.

Drucken

Bitte sehen Sie sich vorher die Seitenansicht an und wählen Sie dann die Seiten für das Drucken aus.

Eingaben

Eingabefelder sind i.d.R. weiß bzw. in den alten Programmversionen nach DIN 18800 hellgrün hinterlegt. Geben Sie bitte dort nur direkt Werte ein, nicht mit der Maus verziehen.

Erläuterungen/Hinweise

Wenn Sie mit der Maus auf rote Dreiecke in der rechten oberen Ecke der Zellen gehen, finden Sie dort Erläuterungen. Teilweise erfolgt dies auch in Gelb hinterlegten Zellen "Hinweise".

Gestaltung

Eine "Gestaltung" der Seiten durch Farbe, Raster oder Rahmen wurde weitgehend vermieden, damit möglichst schnell gedruckt werden kann. Bei Bedarf können die Seiten von Ihnen gestaltet werden.