

# Anforderungen an das Aufstellen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise

## Jetzt gibt es sie auch für Hoch- und Ingenieurbauten außerhalb der ZTV-K

Im Geltungsbereich der ZTV-K gilt die „Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise“, die wir im Heft 18 (April 2001) im Wortlaut veröffentlicht hatten. Da diese Richtlinie für „normale“ Hoch- und Ingenieurbauten zu umfangreich war, hat die Fachkommission der Prüfindenieure in Niedersachsen, Bremen und Hamburg eine verkürzte Version der ZTV-K-Richtlinie erarbeitet, die den Bereich auslässt, der die Prüfung betrifft. Diese Richtlinie kann eine gute Grundlage für Anforderungen an statische Berechnungen im Anwendungsfall außerhalb des Geltungsbereiches der ZTV-K sein. Eine bauaufsichtliche Einführung ist von der ARGE-Bau z. Zt. nicht gewünscht, die Fachkommission Bautechnik der ARGE-Bau empfiehlt jedoch eine Umsetzung als Empfehlung der Prüfindenieure für Baustatik. Diese Empfehlungen sollen den Tragwerksplanern, z.B. in den Ingenieurbüros und bei den Baufirmen, sowie den Softwareherstellern im Bereich Bauwesen als Maßstab für prüffähige Standsicherheitsnachweise dienen. Die neuen Anforderungen sind daher als Empfehlung der Prüfindenieure (Fachkommission in Niedersachsen, Hamburg und Bremen) bei der BVPI ins Internet ([www.bvpi.de](http://www.bvpi.de)) eingestellt und werden hiermit auch an dieser Stelle veröffentlicht. Die Prüfindenieure in Deutschland bitten um ihre Beachtung bei der Aufstellung von statischen Berechnungen unter Verwendung von elektronischen Berechnungen.

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Geltungsbereich
- 2 Unterlagen
  - 2.1 Vollständigkeit und Verantwortung des Aufstellers
  - 2.2 Angaben zu den Programmen
    - 2.2.1 Programmbezeichnung
    - 2.2.2 Anwendungsbereich
    - 2.2.3 Vorschriften, Regelwerke
    - 2.2.4 Begriffe, Formelzeichen, Einheiten
  - 2.3 Formale Anforderungen
    - 2.3.1 Inhaltsverzeichnis
    - 2.3.2 Kennzeichnung der Seiten
    - 2.3.3 Querverweise
    - 2.3.4 Begriffe, Formelzeichen, Einheiten
    - 2.3.5 Ordnungssysteme
  - 2.4 Eingaben
    - 2.4.1 Allgemeine Anforderungen
    - 2.4.2 Mechanisches Strukturmodell
    - 2.4.3 Materialkennwerte, Querschnittsgrößen, Steifigkeiten
    - 2.4.4 Einwirkungen
    - 2.4.5 Zusätzliche Eingaben
  - 2.5 Ergebnisse
    - 2.5.1 Unterteilung der Ergebnisse
    - 2.5.2 Maßgebliche Ergebnisse
    - 2.5.3 Sonstige Ergebnisse
  - 2.6 Aufbereitung der Eingaben und Ergebnisse
- 3 Kontrollen
- 4 Unterschrift des Aufstellers

## 1 Geltungsbereich

Diese Anforderungen gelten für das Aufstellen von Standsicherheitsnachweisen, die teilweise oder ganz aus EDV-Berechnungen bestehen („EDV-unterstützte Standsicherheitsnachweise“).

## 2 Unterlagen

### 2.1 Vollständigkeit und Verantwortung des Aufstellers

Der Aufsteller ist dafür verantwortlich, dass der Standsicherheitsnachweis unter Einschluss

der EDV-Berechnungen und aller sonstigen technischen Unterlagen ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bildet. Er hat sich mit dem von ihm verwendeten Programm vertraut zu machen. Er muss sich auch vergewissern, ob das von ihm verwendete Programm für seine bautechnische Berechnungsaufgabe geeignet ist.

Dem Standsicherheitsnachweis soll eine kurze Erläuterung vorangestellt werden.

Der zur Prüfung und Dokumentation vorzulegende Standsicherheitsnachweis muss mindestens enthalten:

- Programmkenndaten nach Abschnitt 2.2,
- alle Eingaben nach Abschnitt 2.4,
- die maßgeblichen Ergebnisse nach Abschnitt 2.5.

Der Standsicherheitsnachweis muss alle maßgeblichen Bau- und Endzustände sowie die wesentlichen Wechselwirkungen zwischen Bauwerk, Baugrund und Hinterfüllung erfassen (z.B. Baubeschreibung, statisches Konzept, Lastabtrag, Stabilisierung).

## 2.2 Angaben zu den Programmen

Die Programme sind mit Hilfe von Programmkenndaten oder in vergleichbarer Form entsprechend Abs. 2.2.1 bis 2.2.4 zu erläutern, wenn deren Grundlagen, Annahmen und Anwendungsgrenzen aus der Niederschrift des Standsicherheitsnachweises nicht zweifelsfrei erkennbar sind. Diese Programmkenndaten und ggf. erforderliche ergänzende Erläuterungen zum Programm sind in deutscher Sprache abzufassen und dem Standsicherheitsnachweis beizufügen.

### 2.2.1 Programmbezeichnung

Die Bezeichnung des verwendeten Programms muss eindeutig sein und neben dem Programmnamen auch die Versionsnummer und ggf. die Angabe spezieller verwendeter Zusatzmodule enthalten. Die Dokumentation muss den Änderungsstand der aktuellen Version beschreiben.

### 2.2.2 Anwendungsbereich

Die mit dem Programm zu lösende Aufgabe und die dazu verwendeten Methoden und die zugrunde gelegte Theorie sind in einer Kurzbeschreibung zu erläutern. Die Kurzbeschreibung muss auch ergänzende Informationen zur Ein- und Ausgabe enthalten, sofern diese aus dem Ausdruck nicht eindeutig hervorgehen.

### 2.2.3 Vorschriften, Regelwerke

Die Kurzbeschreibung muss Angaben zu den vom Programm berücksichtigten Gesetzen, Normen, Richtlinien, Erlassen und Vorschriften enthalten. Hierbei sind insbesondere auch Anwendungsgrenzen und Einschränkungen klar darzustellen.

### 2.2.4 Begriffe, Formelzeichen, Einheiten

Alle Ein- und Ausgaben sind eindeutig zu bezeichnen. Weichen Begriffe, Formelzeichen und Einheiten von den eingeführten technischen Baubestimmungen ab, ist eine Erläuterung durch den Aufsteller beizufügen.

## 2.3 Formale Anforderungen

### 2.3.1 Inhaltsverzeichnis

Dem Standsicherheitsnachweis ist ein Gesamtinhaltsverzeichnis voranzustellen. Dieses Gesamtinhaltsverzeichnis kann auf detaillierte Unterverzeichnisse verweisen und muss jeweils den aktuellen Bearbeitungsstand widerspiegeln.

### 2.3.2 Kennzeichnung der Seiten

Alle Seiten der Berechnung sind fortlaufend oder abschnittsweise fortlaufend zu nummerieren und so zu kennzeichnen, dass jede Seite eindeutig der Gesamtberechnung zugeordnet werden kann. Austauschseiten und Einschubseiten sind zusätzlich zu kennzeichnen.

### 2.3.3 Querverweise

Wird in einem Standsicherheitsnachweis auf einen Wert oder eine Darstellung Bezug genommen, die an anderer Stelle steht, so ist auf die betreffende Stelle hinzuweisen.

### 2.3.4 Begriffe, Formelzeichen, Einheiten

Begriffe, Formelzeichen, Einheiten müssen den eingeführten technischen Baubestimmungen entsprechen und eindeutig angegeben werden.

### 2.3.5 Ordnungssysteme

Die gewählten Ordnungssysteme sind eindeutig und an exponierter Stelle darzustellen. Werden mehrere Ordnungssysteme verwendet, so müssen die Ordnungssysteme eindeutig einander zugeordnet sein.

Zu den Ordnungssystemen zählen:

- Koordinatensysteme,
- Vorzeichenkonventionen, z.B. bei Schnitt- und Verschiebungsgrößen, bei Spannungen und Dehnungen,

- Zuordnungen, z.B. bei Positionsnummern, Bauteilen, Knoten-Element-Nummerierungen,
- z.B. bei Lastfällen und Kombinationen aus Lastfällen, Teilsystemen aus einem Gesamtsystem.

Die Zuordnung der in den Ordnungssystemen verwendeten Daten (z.B. Eingaben und Ergebnisse) muss eindeutig erkennbar sein.

## 2.4 Eingaben

### 2.4.1 Allgemeine Anforderungen

Die in dem EDV-unterstützten Standsicherheitsnachweis vorzulegenden Eingaben müssen alle Daten umfassen, die für eine Reproduktion der maßgeblichen Ergebnisse notwendig sind. Die Herkunft der Eingaben muss aus dem Standsicherheitsnachweis erkennbar sein. Erforderliche Zuordnungen, Vereinbarungen, Vereinfachungen und Erläuterungen sind dabei anzugeben.

### 2.4.2 Mechanisches Strukturmodell

Die der Berechnung zugrunde gelegten mechanischen Strukturmodelle (statisches System des Tragwerks, aber auch einfache bis komplexe Modelle für z.B. Lager, Gelenke, Federn, Schraub-, Schweißanschlüsse) sind grafisch darzustellen. Geometrie, Exzentrizitäten und Vereinfachungen sind eindeutig anzugeben und, sofern erforderlich, zu begründen.

### 2.4.3 Materialkennwerte, Querschnittsgrößen, Steifigkeiten

Baustoffe und die benötigten Materialkennwerte sind anzugeben. Die Berechnungsgrundlagen für die gewählten Querschnittsgrößen und Steifigkeiten müssen erkennbar sein. Angaben zu den Querschnittsgrößen sind z.B. Schwerpunktlagen, Abstände von Teilquerschnitten, Trägheitsmomente. Angaben zu den Steifigkeiten sind z.B. Dehn-, Biege-, Torsions-, Federsteifigkeiten, Steifezahlen, Bettungsziffern.

### 2.4.4 Einwirkungen

Einwirkungen auf das mechanische Strukturmodell sind als Eingaben eindeutig darzustellen. Einwirkungen sind z.B. ständige Lasten, Verkehrslasten, Temperatur, Vorspannung, Baugrundbewegungen, Lagerverschiebungen, Imperfektionen, Erdbeben. Die Einteilungen der Einwirkungen in Lastfälle mit den Teilsicherheitsbeiwerten und in Lastkombinationen mit den Kombinationsbeiwerten sind zu be-

schreiben. Auf Vorschriften, Richtlinien und Erlasse ist hinzuweisen.

### 2.4.5 Zusätzliche Eingaben

Werden problem- und programmbezogene Eingaben benötigt, so sind sie darzustellen und ggf. zu erläutern.

Hierzu gehören z.B.:

- Verformungsgrenzen,
- durch die Bemessungsvorschriften standardisierte und variable Rechenwerte wie Querdehnzahl, Elastizitätsmodul,
- Vereinfachungen wie Ausrundung von Stützmomenten, Momentenumlagerungen,
- Auswahl von Programmverzweigungen (z.B. drillweiche bzw. drillsteife Platten).

## 2.5 Ergebnisse

### 2.5.1 Unterteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in maßgebliche und sonstige Ergebnisse zu unterteilen.

### 2.5.2 Maßgebliche Ergebnisse

Maßgebliche Ergebnisse sind alle Daten, die für die Prüfung und Beurteilung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks und einzelner Tragwerksteile erforderlich sind.

Hierzu gehören z.B.:

- Maßgebliche Lastfälle und Lastkombinationen,
- Bemessungskräfte mit Querschnittsverformungen und Querschnittsabmessungen,
- Materialgüten,
- Herstellungsvorgaben,
- Nutzungsvorgaben,
- erforderliche Zwischenergebnisse an Schnittstellen der technischen Bearbeitung (z.B. Auflagerkräfte, einschließlich der zugehörigen Sicherheitsbeiwerte).

### 2.5.3 Sonstige Ergebnisse

Sonstige Ergebnisse sind alle übrigen Ergebnisse, z.B. Zustandsgrößen für einzelne Lastfälle und Lastfallkombinationen.

## 2.6 Aufbereitung der Eingaben und Ergebnisse

Die Eingaben und maßgeblichen Ergebnisse sind in den Standsicherheitsnachweis in einer für die Dokumentation geeigneten Form einzu-

arbeiten. Sie sind so darzustellen, dass die Prüfung und Beurteilung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks und einzelner Tragwerksteile durch Dritte jederzeit möglich ist.

Die den EDV-Berechnungen zugrunde liegenden Eingaben sind in einer von den Programmen aufbereiteten und ausgedruckten Form im Standsicherheitsnachweis aufzunehmen. Die Ausgabe von Eingabedaten reicht nicht aus.

Die numerischen Ein- und Ausgaben sind in der Regel durch grafische Darstellungen zu ergänzen. Auch bei grafischen Darstellungen sind die verwendeten Einheiten und der Maßstab eindeutig anzugeben

Alle relevanten Daten müssen nachvollziehbar und reproduzierbar sein (z.B. sind maßgebende Beanspruchungen und Widerstände unter Angabe der charakteristischen Werte sowie der zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsfaktoren darzustellen).

Daten sollen übersichtlich in der Regel auf DIN-A4-Blattformat ausgedruckt werden. Die Daten müssen ausreichend erläutert und für sich verständlich sein. Texte sollen in deutscher Sprache ausgedruckt werden.

### 3 Kontrollen

Der Aufsteller muss sich von der Plausibilität der Eingaben und Ergebnisse durch Kontrollen überzeugen. Diese Kontrollen sind im Standsicherheitsnachweis aufzunehmen.

Hierzu gehören z.B.:

- Kontrollen der Eingaben,
- Gleichgewichts- und Verformungskontrollen,
- Plausibilität der Verformungen mit den Einwirkungen,
- Kontrollen mit vereinfachten Strukturmodellen,
- Berechnungen mit veränderter Netzanordnung bei finiten Elementen,
- Referenzbeispiele.

### 4 Unterschrift des Aufstellers

Die Unterschrift des jeweiligen Aufstellers unter dem Standsicherheitsnachweis muss eindeutig erkennen lassen, für welche Teile der Tragwerksplanung seine fachliche Verantwortung gilt.

Die Zuordnung der Unterschriften darf über das Inhaltsverzeichnis geregelt werden.