

**Fassung
Oktober 2007**

Programm

RSKOMBI

**Generierung von LF-Gruppen
und LF-Kombinationen**

Programm- Beschreibung

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne ausdrückliche Genehmigung der INGENIEUR-SOFTWARE DLUBAL GMBH
ist es nicht gestattet, diese Programm-Beschreibung oder Teile daraus
auf jedwede Art zu vervielfältigen.

© Ingenieur-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49 (0) 9673 9203-0
Fax: +49 (0) 9673 1770
E-Mail: info@dlubal.com
www.dlubal.de

Inhalt

	Inhalt	Seite		Inhalt	Seite
1.	Einleitung	5	3.4.1.1	Lastfallgruppen nach Einwirkungen	34
1.1	Über RSKOMBI	5	3.4.1.2	Lastfallgruppen	35
1.2	Das RSKOMBI-Team	6	3.4.2	Generierung der Lastfallkombinationen	37
1.3	Übersicht über das Handbuch	6	3.4.2.1	Lastfallkombinationen nach Einwirkungen	37
1.4	Systemanforderungen	7	3.4.2.2	Lastfallkombinationen	38
1.5	Installation	7	3.5	Menüs	39
2.	Theoretische Grundlagen	8	3.5.1	Datei	39
2.1	Allgemeines	8	3.5.2	Einstellungen	40
2.2	Normen	8	3.5.3	Hilfe	40
2.2.1	DIN 1055-100	8	4.	Ergebnisse	41
2.2.2	DIN 18800	10	4.1	Ausdrucken	41
2.2.3	EN 1990	11	5.	Beispiele	42
2.3	Reduktion der Lastfallgruppen	13	5.1	Einfeldträger nach DIN 1055-100	42
3.	Arbeiten mit RSKOMBI	14	5.2	Träger mit Kragarm nach DIN 1055-100	47
3.1	RSKOMBI starten	14	5.3	Skelettbau nach DIN 1055-100	52
3.2	Masken	14	5.4	Skelettbau nach DIN 1055-100 mit Imperfektionen	57
3.3	Eingabemasken	16	5.5	Rahmen nach DIN 18800	61
3.3.1	Kombinationsregeln nach DIN 1055-100	16	5.6	Trägerrost nach EN 1990	65
3.3.1.1	Basisangaben	16	A:	Literatur	69
3.3.1.2	Einwirkungen	17			
3.3.1.3	Einwirkungskategorien	19			
3.3.1.4	Imperfektionslastfälle	20			
3.3.1.5	Beiwerte	22			
3.3.2	Kombinationsregeln nach DIN 18800	24			
3.3.2.1	Basisangaben	24			
3.3.2.2	Einwirkungen	25			
3.3.2.3	Einwirkungskategorien	26			
3.3.2.4	Imperfektionslastfälle	26			
3.3.2.5	Beiwerte	27			
3.3.3	Kombinationsregeln nach EN 1990	29			
3.3.3.1	Basisangaben	29			
3.3.3.2	Einwirkungen	30			
3.3.3.3	Einwirkungskategorien	30			
3.3.3.4	Imperfektionslastfälle	31			
3.3.3.5	Beiwerte	32			
3.4	Ergebnismasken	34			
3.4.1	Generierung der Lastfallgruppen	34			

1. Einleitung

1.1 Über RSKOMBI

Sehr verehrte Anwender von RSKOMBI,

die neue Generation von Normen fordern vom Anwender die Untersuchung von vielfältigen Lastfallüberlagerungen. Wird mit größeren räumlichen Systemen gearbeitet, dann kann es sehr zeitaufwändig und fehleranfällig sein, alle Kombinationen händisch zu bilden. Das RSTAB-Zusatzmodul RSKOMBI automatisiert diese Aufgabe. Bei der Gestaltung des Moduls wurde Priorität auf Qualität und Benutzerfreundlichkeit gelegt.

Das Modul RSKOMBI generiert Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen nach den deutschen und europäischen Normen. Unterstützt werden folgende Normen:

- DIN 1055-100 [1]
- DIN 18800 [2]
- EN 1990 [3] mit den zugehörigen nationalen Anwendungsdokumenten

RSKOMBI übernimmt die in RSTAB erzeugten Lastfälle, ordnet sie normgerechten Einwirkungen zu und bildet alle nach der gewählten Norm infrage kommenden Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen. Diese werden wieder an RSTAB übergeben und können ganz normal berechnet werden.

Oft ist es nicht unbedingt erforderlich, alle generierten Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen in RSTAB zu übernehmen. Deswegen können sie vor der Übernahme automatisch oder manuell reduziert werden. Dadurch kann Zeitaufwand für die Berechnung gespart werden.

RSKOMBI zeichnet sich unter anderem durch folgende Leistungsmerkmale aus:

- Generierung von RSTAB-Lastfallgruppen für nichtlineare Berechnungen (einschließlich Imperfektionen)
- Generierung von RSTAB-Lastfallkombinationen für lineare Berechnungen
- Lastfälle können als „alternativ“ definiert werden.
- Die Abhängigkeit der Imperfektionslastfälle von den normalen Lastfällen kann definiert werden.
- Neben den voreingestellten Normenbeiwerten können auch Beiwerte vom Benutzer selbst definiert und gespeichert werden.
- Ergebnisse werden auf zwei Arten dargestellt:
 - *Ergebnisse nach Einwirkungen* entsprechen der Definition in der jeweiligen Normen und ermöglichen einfache Kontrolle.
 - *Ergebnisse nach Lastfällen* entsprechen den Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen im Daten-Navigator von RSTAB.
- Übersichtliche Zusammenfassung der Ergebnisse einschließlich der verwendeten Beiwerte und der Information von Einwirkungen und Lastfällen.
- Reduzierung der zu erzeugenden Lastfallgruppen durch Untersuchung von RSTAB-Ergebnissen
- Ausdruckprotokoll mit individuellen Gestaltungsmöglichkeiten

Ihre Verbesserungsvorschläge und Wünsche aus der praktischen Anwendung sind uns für die Weiterentwicklung von RSKOMBI immer willkommen.

Viel Freude bei der Arbeit mit RSKOMBI wünscht Ihnen

Ihr Team von ING.-SOFTWARE DLUBAL GMBH

1.2 Das RSKOMBI-Team

Folgende Personen waren an der Entwicklung von RSKOMBI beteiligt:

Programmkoordinierung:

- Dipl.-Ing. Georg Dlubal
- Ing. Vladimír Pátý

Programmierung:

- Mgr. Jaroslav Krul

Programmkontrolle, Handbuch und Hilfesystem:

- Ing. Vladimír Pátý
- Bc. Tibor Tóth
- Milan Tobolka
- Dipl.-Ing. Frank Faulstich
- Dipl.-Ing. (FH) Robert Vogl

1.3 Übersicht über das Handbuch

Dieses Handbuch gliedert sich in mehrere Kapitel, die jeweils einen Schwerpunkt des Moduls RSKOMBI ausführlich beschreiben. Es wird davon ausgegangen, dass die Grundlagen der Belastung der Konstruktionen nach jeweiligen Normen und die damit verbundenen Problematiken bekannt sind. Trotzdem sind in diesem Handbuch auch einige theoretische Grundlagen enthalten, die dem besseren Verständnis von RSKOMBI dienen.

Eine kurze Zusammenfassung der Kapitel und Anhänge dieses Handbuchs:

- **Kapitel 1: Einleitung**
Dieses Kapitel beschreibt in Kurzfassung den Leistungsumfang und die Einsatzmöglichkeiten von RSKOMBI.
- **Kapitel 2: Theoretische Grundlagen**
In diesem Kapitel wird der theoretische Hintergrund des Moduls RSKOMBI kurz erläutert. Hier werden die Grundsätze und die Formeln der Normen DIN 1055-100, DIN 18800 und EN 1990 beschrieben, nach denen das Modul Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen generiert. Dieses Kapitel beschäftigt sich außerdem mit der Möglichkeit der Reduzierung der generierten Ergebnisse durch Untersuchung der RSTAB-Ergebnisse.
- **Kapitel 3: Arbeiten mit RSKOMBI**
Dieses Kapitel vermittelt ausführlich den Umgang mit RSKOMBI. Es erklärt die Auswahl der Bemessungssituationen, die Übernahme der Lastfälle aus dem Programm RSTAB, die Zuordnung der Lastfälle zu den Einwirkungen und die Zuordnung der Einwirkungen zu den Einwirkungskategorien. Hier wird außerdem erklärt, wie man eigene Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte definieren und sichern kann. Dieses Kapitel beschreibt auch die Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung. Es wird der Export der generierten Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen nach RSTAB erklärt.
- **Kapitel 4: Beispiele**
In diesem Kapitel sind einige Referenzbeispiele enthalten.

1.4 Systemanforderungen

Die Systemanforderungen unterscheiden sich nicht von den allgemeinen Anforderungen von RSTAB. Deswegen wird hier auf das RSTAB-Handbuch verwiesen.

1.5 Installation

RSKOMBI ist kein separates Programm, sondern ein in RSTAB integriertes Zusatzmodul. Deshalb muss bei einem Neuerwerb dieses Moduls die normale RSTAB-Installation gestartet werden. Bei der Installation ist unbedingt darauf zu achten, dass die neue Autorisierungsdiskette verwendet wird. Durch die Datei auf dieser Diskette wird entschieden, welche Module freigeschaltet werden. Der Ablauf der Installation ist im RSTAB-Handbuch beschrieben.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Allgemeines

Besonders bei der Anwendung der neuen Normen DIN 1055-100 [1] und EN 1990 [3] kann es oft sehr arbeitsaufwändig sein, alle in Frage kommenden Belastungssituationen zu berücksichtigen und die maßgebenden Belastungssituationen auszuwählen.

Die Aufgabe des Moduls RSKOMBI liegt darin, alle nach der jeweiligen Norm möglichen Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen automatisch zusammenzustellen.

Das Modul RSKOMBI ist in das Programm RSTAB integriert. Ausgangsdaten für RSKOMBI sind die in RSTAB definierten Lastfälle. Bei der Übernahme der Lastfälle unterscheidet RSKOMBI zwei Kategorien. Die erste Kategorie sind die normalen Lastfälle und die zweite Kategorie sind Lastfälle mit Imperfektionen. In Hinsicht auf die weitere Arbeit mit Lastfällen in RSKOMBI ist es unwichtig, ob die Lastfälle der ersten Kategorie in RSTAB als ständig, veränderlich, außergewöhnlich, als Vorspannung oder als entlastend bezeichnet wurden.

In Normen werden Regeln vorgegeben, die Kombinationen für unabhängige Einwirkungen bei zugehörigen Bemessungssituationen beschreiben. Nach [4] ist eine unabhängige Einwirkung dann gegeben, wenn charakteristische Werte von Kraft- oder Verformungsgrößen einen Ursprung haben (z. B. Eigenlast, Nutzlasten, Schnee- und Eislasten, Windlasten, Temperatureinwirkungen). Einwirkungen sind voneinander unabhängig, wenn sie aus verschiedenen Ursprüngen herrühren und der zwischen ihnen bestehende Zusammenhang im Hinblick auf die Zuverlässigkeit des Tragwerks vernachlässigt werden darf.

In RSKOMBI werden Einwirkungen definiert. Diesen werden RSTAB-Lastfälle zugewiesen. Die Einwirkungen werden dann den Einwirkungskategorien der Normen zugeordnet.

2.2 Normen

2.2.1 DIN 1055-100

Die DIN 1055-100 [1] verlangt den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.

Grenzzustände der Tragfähigkeit umfassen

- den Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder eines seiner Teile,
- das Versagen des Tragwerks oder eines seiner Teile z. B. durch Bruch, durch übermäßige Verformung, durch Übergang in eine kinematische Kette, durch Verlust der Stabilität oder durch Gleiten,
- das Versagen des Tragwerks oder eines seiner Teile durch Materialermüdung oder durch andere zeitabhängige Auswirkungen.

Die Grenzzustände der Tragfähigkeit sind in vier Bemessungssituationen nachzuweisen. Für diese Bemessungssituationen sind die folgenden Kombinationsregeln festgelegt.

- ständige Situationen, die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen
- vorübergehende Situationen, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks beziehen, z. B. im Bauzustand oder bei der Instandsetzung

Kombinationsregel für ständige und vorübergehende Situationen (Grundkombination):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.1

- außergewöhnliche Situationen, die sich auf außergewöhnliche Einwirkungen des Tragwerks oder seiner Umgebung beziehen, z. B. auf Feuer, Explosion, Anprall

Kombinationsregel für außergewöhnliche Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{PA} \cdot P_k + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.2

- Situationen infolge von Erdbeben

Kombinationsregel für Situationen infolge von Erdbeben:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \gamma_1 \cdot A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.3

Dabei ist in den Formeln:

+	„in Kombination mit“
Σ	„Kombination der unabhängigen Einwirkungen infolge von“
$G_{k,j}$	die unabhängige ständige Einwirkung, bestehend aus einem oder mehreren charakteristischen Werten ständiger Kraft- oder Verformungsgrößen
P_k	die unabhängige Einwirkung infolge Vorspannung (charakteristischer Wert einer Vorspannung)
$Q_{k,1}$	die vorherrschende unabhängige veränderliche Einwirkung, bestehend aus einem oder mehreren charakteristischen Werten veränderlicher Kraft- oder Verformungsgrößen
$Q_{k,i}$	die andere unabhängige veränderliche Einwirkung, bestehend aus einem oder mehreren charakteristischen Werten veränderlicher Kraft- oder Verformungsgrößen
A_d	der Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung
A_{Ed}	der Bemessungswert einer Einwirkung infolge von Erdbeben
$\gamma_{G,j}$	der Teilsicherheitsbeiwert einer unabhängigen ständigen Einwirkung $G_{k,j}$
$\gamma_{GA,j}$	wie $\gamma_{G,j}$, jedoch für außergewöhnliche Bemessungssituationen
γ_P	der Teilsicherheitsbeiwert einer unabhängigen Einwirkung infolge Vorspannung
γ_{PA}	wie γ_P , jedoch für außergewöhnliche Bemessungssituationen
$\gamma_{Q,1}$	der Teilsicherheitsbeiwert für die vorherrschende unabhängige veränderliche Einwirkung $Q_{k,1}$
$\gamma_{Q,i}$	der Teilsicherheitsbeiwert für eine andere unabhängige veränderliche Einwirkung $Q_{k,i}$
γ_1	der Wichtungsfaktor für Einwirkungen aus Erdbeben
Ψ	der jeweilige Kombinationsbeiwert zur Bestimmung repräsentativer Werte veränderlicher Einwirkungen

Die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind in drei Bemessungssituationen nachzuweisen. Für diese Bemessungssituationen sind die folgenden Kombinationsregeln festgelegt.

- seltene Situationen mit nicht umkehrbaren (bleibenden) Auswirkungen auf das Tragwerk

Kombinationsregel für seltene Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.4

- häufige Situationen mit umkehrbaren (nicht bleibenden) Auswirkungen auf das Tragwerk

Kombinationsregel für häufige Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.5

- quasi-ständige Situationen mit Langzeitauswirkungen auf das Tragwerk

Kombinationsregel für quasi-ständige Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.6

Die Symbole gelten sinngemäß wie oben.

2.2.2 DIN 18800

Die DIN 18800 [2] verlangt den Nachweis der Grenzzustände der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.

Die Grenzzustände der Tragsicherheit berücksichtigen zwei Bemessungssituationen. Es sind Grundkombinationen und außergewöhnliche Kombinationen zu bilden.

Grundkombinationen:

- die ständigen Einwirkungen G und alle ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i

Kombinationsregel:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.7

- die ständigen Einwirkungen G und jeweils einer der ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i

Kombinationsregel:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.8

Außergewöhnlichen Kombinationen:

- die ständigen Einwirkungen G , alle ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen Q_i und eine außergewöhnliche Einwirkung A

Kombinationsregel:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi \cdot Q_{k,i} + \gamma_{A,i} \cdot A_{k,i}$$

Formel 2.9

Dabei ist in den Formeln :

+	„in Kombination mit“
Σ	„Kombination der unabhängigen Einwirkungen infolge von“
$G_{k,j}$	die unabhängige ständige Einwirkung, bestehend aus einem oder mehreren charakteristischen Werten ständiger Kraft- oder Verformungsgrößen
$Q_{k,i}$	die unabhängige veränderliche Einwirkung, bestehend aus einem oder mehreren charakteristischen Werten veränderlicher Kraft- oder Verformungsgrößen
$A_{k,i}$	die unabhängige außergewöhnliche Einwirkung, bestehend aus einem oder mehreren charakteristischen Werten veränderlicher Kraft- oder Verformungsgrößen
$\gamma_{G,j}$	der Teilsicherheitsbeiwert einer unabhängigen ständigen Einwirkung $G_{k,j}$
$\gamma_{Q,j}$	der Teilsicherheitsbeiwert einer unabhängigen veränderlichen Einwirkung $Q_{k,1}$
$\gamma_{A,i}$	der Teilsicherheitsbeiwert einer unabhängigen außergewöhnlichen Einwirkung $A_{k,i}$
$\gamma_{G,j}$	wie $\gamma_{G,j}$, jedoch für außergewöhnliche Bemessungssituationen
ψ	der jeweilige Kombinationsbeiwert zur Bestimmung repräsentativer Werte veränderlicher Einwirkungen

2.2.3 EN 1990

Die EN 1990 [3] verlangt den Nachweis der Grenzzustände der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.

Grenzzustände der Tragfähigkeit:

- **EQU:** Der Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder eines seiner Teile dort, wo
 - auch kleine Schwankungen der Werten oder der räumlichen Anordnung von den Einwirkungen des gleichen Ursprungs von Bedeutung sind
 - die Festigkeiten von den konstruktiven Materialien oder vom Baugrund nicht maßgebend sind.
- **STR:** Das innere Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks oder eines seiner Teile einschließlich Fundamentfuß, Pfähle, Untergrundwände usw., wo die Festigkeit von konstruktiven Materialien maßgebend ist.
- **GEO:** Das Versagen oder übermäßige Verformungen vom Baugrund, wo Baugrund- oder Felsuntergrundfestigkeit von Bedeutung für Tragfähigkeit ist.
- **FAT:** Das Ermüdungsversagen des Tragwerks oder von den Tragelementen.

Grenzzustände der Tragfähigkeit sind in vier Bemessungssituationen nachzuweisen. Für diese Bemessungssituation sind Kombinationsregeln festgestellt:

- ständige Situationen, die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen
- vorübergehende Situationen, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks beziehen, z. B. im Bauzustand oder bei der Instandsetzung

Kombinationsregel für ständige und vorübergehende Situationen (Grundkombination) entweder nach Formel

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.10

oder alternativ für Grenzzustände STR und GEO als die ungünstigere Kombination aus Formel 2.11 und Formel 2.12

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.11

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.12

- außergewöhnliche Situationen, die sich auf außergewöhnliche Einwirkungen des Tragwerks oder seiner Umgebung beziehen, z. B. auf Feuer, Explosion, Anprall

Kombinationsregel für außergewöhnliche Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.13

- Situationen infolge von Erdbeben

Kombinationsregel für Situationen infolge von Erdbeben:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.14

Dabei ist in Formel 2.12 ξ_i der Reduktionsbeiwert der ständigen ungünstigen Einwirkungen. Die andere Symbole gelten sinngemäß.

Die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind in drei Bemessungssituationen nachzuweisen, die identisch wie nach DIN 1055-100 sind. Für diese Bemessungssituationen sind Kombinationsregeln festgestellt:

- seltene Situationen mit nicht umkehrbaren (bleibenden) Auswirkungen auf das Tragwerk

Kombinationsregel für seltene Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.15

- häufige Situationen mit umkehrbaren (nicht bleibenden) Auswirkungen auf das Tragwerk

Kombinationsregel für häufige Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.16

- quasi-ständige Situationen mit Langzeitauswirkungen auf das Tragwerk

Kombinationsregel für quasi-ständige Situationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Formel 2.17

In der europäischen Norm EN 1990 sind die Kombinationsregel zwar fest bestimmt, aber die einzelnen Staaten dürfen die Werte der verwendeten Beiwerte modifizieren. Im Modul RSKOMBI werden bei der Auswahl von **EN 1990 CEN** die Beiwerte nach der europäischen Kommission CEN übernommen, bei der Auswahl von **EN 1990 CZ** werden die nationalen tschechischen Beiwerte verwendet.

2.3 Reduktion der Lastfallgruppen

Die Komplexität des Tragwerks und die Anzahl der Einwirkungen und Lastfälle beeinflussen die Anzahl der generierten Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen erheblich. Besonders nach DIN 1055-100 und EN 1990 bekommt man oft sehr viele Lastfallgruppen.

In RSKOMBI steht eine Option zur Verfügung, die die Anzahl der möglichen Lastfallgruppen wirkungsvoll reduziert und mit der nur die maßgebenden Lastfallgruppen generiert werden.

Dafür werden eine oder mehrere Lastfallkombinationen automatisch generiert und in RSTAB berechnet. Die Anzahl der Lastfallkombinationen ist von der gewählten Bemessungssituation abhängig.

An jeder x-Stelle wird untersucht, ob ein Lastfall dort ein Maximum oder ein Minimum hervorruft. Nur diese Lastfälle werden in RSKOMBI für die Bildung von Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen benutzt.

Die Reduzierung mit Hilfe von automatisch generierten Kombinationen gewährleistet, dass die Ergebnisse von RSKOMBI alle maßgebenden Lastfallgruppen umfassen. Statt automatisch generierter Kombinationen kann man für Reduzierung auch eigene Lastfallkombinationen in RSTAB bilden und in RSKOMBI verwenden. Die Funktionsweise gleicht der Reduzierung mittels automatisch generierten Lastfallkombinationen.

Die Reduzierung ist nur für das Generieren von Lastfallgruppen möglich, nicht für die Generierung von Lastfallkombinationen.

3. Arbeiten mit RSKOMBI

3.1 RSKOMBI starten

RSKOMBI kann aus dem Menü **Zusatzmodule** → **Sonstige** → **RSKOMBI 2006** oder im **Daten-Navigator** über den Eintrag **Zusatzmodule** → **RSKOMBI 2006** aufgerufen werden.

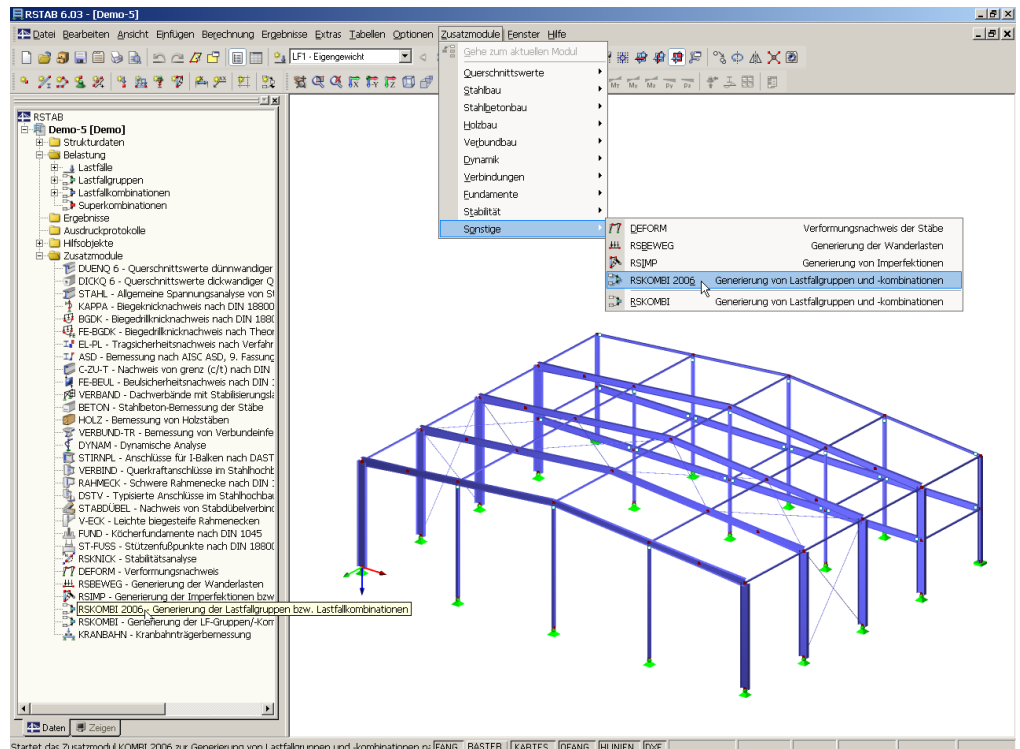


Bild 3.1: Aufruf von RSKOMBI aus dem **Daten-Navigator** und über das Menü **Zusatzmodule**

3.2 Masken

Sowohl die Eingaben zur Definition der RSKOMBI-Fälle als auch die numerischen Ausgaben der Ergebnisse auf dem Bildschirm erfolgen in Masken.

Auf der linken Seite stellt der Navigator in einer Liste alle verfügbaren Masken dar. Darüber befindet sich eine Liste mit den eventuell bereits vorhandenen Fällen.

Die Ansteuerung aller Masken kann wahlweise durch Anklicken des entsprechenden Eintrages im Navigator oder sequentielles Durchblättern geschehen. Geblättert werden kann mit den Tasten [F2] und [F3] oder durch Anklicken der Schaltflächen [←] und [⇒].

Mit der Schaltfläche [Berechnung] wird nach Abschluss aller Eingaben die Generierung gestartet.

[OK] sichert vor dem Verlassen von RSKOMBI die Eingaben und Ergebnisse, während die Schaltfläche [Abbruch] RSKOMBI verlässt, ohne zuvor die Daten zu sichern.

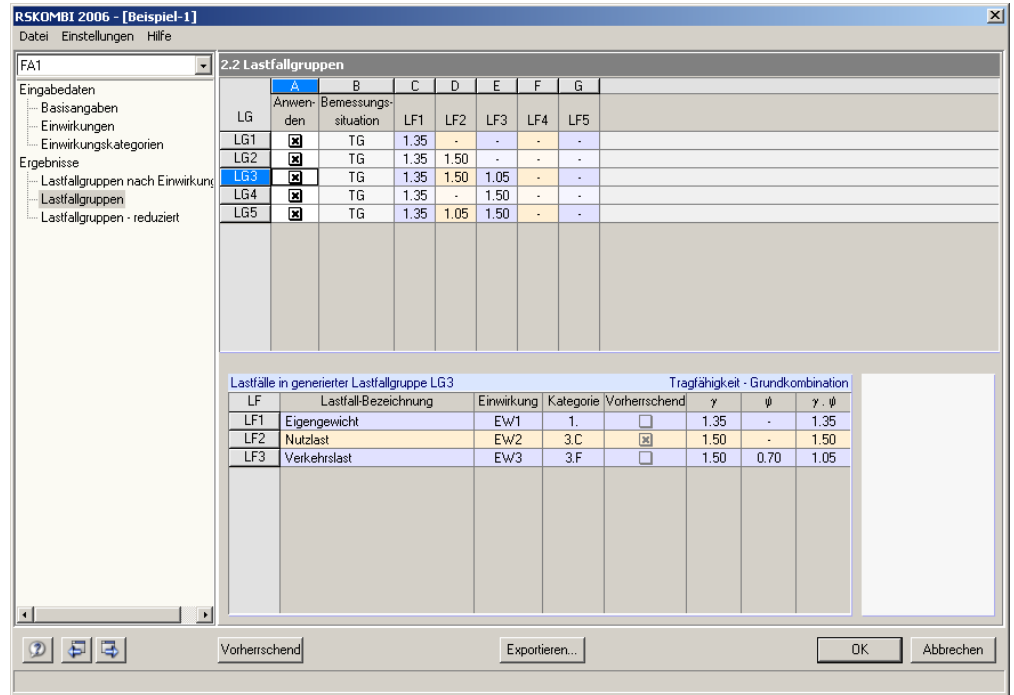
[?] oder die Funktionstaste [F1] aktivieren die Online-Hilfe.

Die Schaltfläche [Beiwerte] öffnet einen Dialog, in dem die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte definiert werden können.

Mit der Schaltfläche [Kontrolle] kann eine Plausibilitätskontrolle durchgeführt werden.

Die Schaltflächen [Berechnung], [Beiwerte] und [Kontrolle] sind nur in den Eingabemasken vorhanden.

Wenn nach der erfolgreichen Berechnung eine der Ergebnismasken geöffnet ist, dann steht die Schaltfläche [Exportieren] zur Verfügung. Dadurch werden die generierten Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen nach RSTAB exportiert.



RSKOMBI 2006 - [Beispiel-1]

Datei Einstellungen Hilfe

FA1

2.2 Lastfallgruppen

LG	A	B	C	D	E	F	G
	Anw.	Bemessungssituation	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5
LG1	☒	TG	1.35	-	-	-	-
LG2	☒	TG	1.35	1.50	-	-	-
LG3	☒	TG	1.35	1.50	1.05	-	-
LG4	☒	TG	1.35	-	1.50	-	-
LG5	☒	TG	1.35	1.05	1.50	-	-

Lastfälle in generierter Lastfallgruppe LG3

LF	Lastfall-Bezeichnung	Einwirkung	Kategorie	Vorherrschaft	γ	φ	γ · φ
LF1	Eigengewicht	EW1	1.	☐	1.35	-	1.35
LF2	Nutzlast	EW2	3.C	☒	1.50	-	1.50
LF3	Verkehrslast	EW3	3.F	☐	1.50	0.70	1.05

Vorherrschaft Exportieren... OK Abbrechen

Bild 3.2: Prinzipieller Aufbau der Ergebnismasken

3.3 Eingabemasken

Alle zur Berechnung erforderlichen Daten und Parameter werden in den Eingabemasken festgelegt.

3.3.1 Kombinationsregeln nach DIN 1055-100

3.3.1.1 Basisangaben

Nach dem Aufruf von RSKOMBI wird das RSKOMBI-Fenster mit der Maske 1.1 *Basisangaben* eingeblendet.

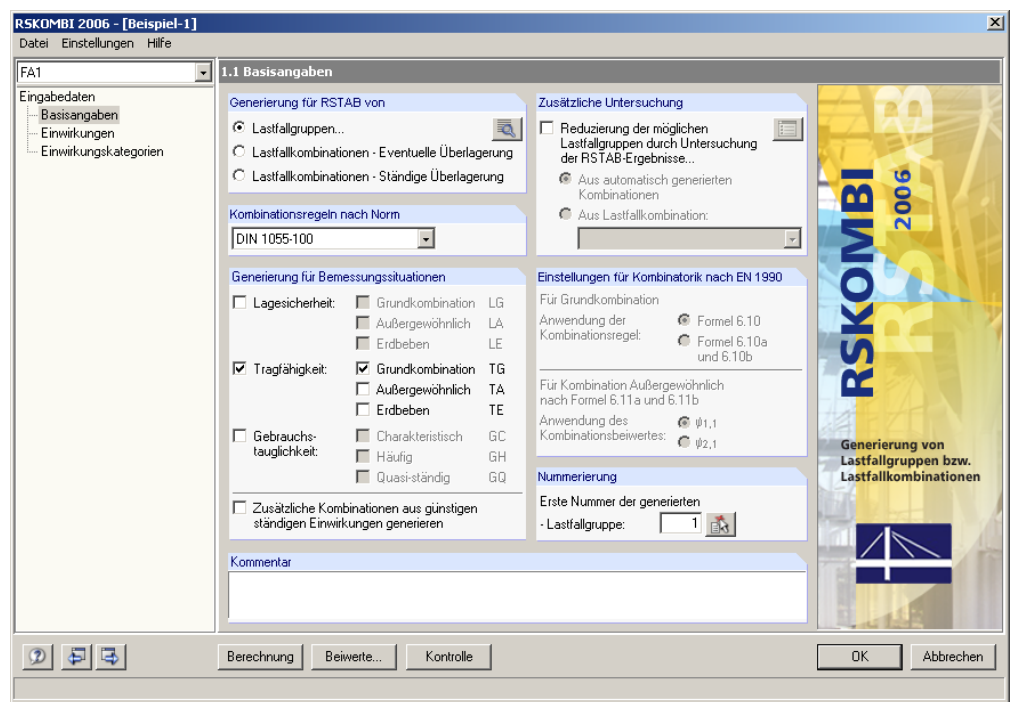


Bild 3.3: Maske 1.1 *Basisangaben*

Im Abschnitt *Generierung für RSTAB* entscheidet man, ob *Lastfallgruppen* oder *Lastfallkombinationen* mit eventueller oder ständiger Überlagerung zu generieren sind. Der genaue Unterschied zwischen Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen ist im RSTAB-Handbuch erläutert. Mit der Option *Lastfallkombinationen - Ständige Überlagerung* werden alle Lastfälle mit dem Attribut „/ständig“ berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass eine deutlich erhöhte Anzahl von Lastfallkombinationen generiert wird.

Im Abschnitt *Kombinationsregeln* wählt man die Norm und damit gleichzeitig auch die Regeln zur Generierung von Lastfallgruppen oder Lastfallkombinationen aus. Es stehen die Normen *DIN 1055-100*, *DIN 18800*, *EN 1990* sowie *DIN 1052* zur Verfügung. Die weitere Erläuterung bezieht sich auf die *DIN 1055-100*.

Die *DIN 1055-100* verlangt, Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Beim Grenzzustand der Tragfähigkeit wird unterschieden, ob der Verlust der Lagesicherheit oder das Versagen des Tragwerkes durch Bruch zu berücksichtigen ist. Das Modul RSKOMBI ermöglicht die Generierung für folgende *Bemessungssituationen*:

- Lagesicherheit (Grenzzustand der Tragfähigkeit, Teilsicherheitsbeiwerte im Nachweiskriterium Verlust der Lagesicherheit)
 - Grundkombination – nach Formel 2.1
 - Außergewöhnlich – nach Formel 2.2
 - Erdbeben – nach Formel 2.3

- Tragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit, Teilsicherheitsbeiwerte im Nachweiskriterium Versagen des Tragwerkes durch Bruch)
 - Grundkombination – nach Formel 2.1
 - Außergewöhnlich – nach Formel 2.2
 - Erdbeben – nach Formel 2.3
- Gebrauchstauglichkeit (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit)
 - Selten – nach Formel 2.4
 - Häufig – nach Formel 2.5
 - Quasi-ständig – nach Formel 2.6

Die Option *Zusätzliche Kombinationen aus günstigen ständigen Einwirkungen generieren* bewirkt, dass günstig und ungünstig wirkende ständige Einwirkungen unterschieden werden und mit unterschiedlichen Teilsicherheitsbeiwerten in die Berechnung eingehen. Das betrifft nur die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit‘. Für die Bemessungssituation ‚Lagesicherheit‘ wird immer so unterschieden, während für die Bemessungssituation ‚Gebrauchstauglichkeit‘ die günstigen und ungünstigen Einwirkungen nicht differenziert werden.

Im Abschnitt *Zusätzliche Untersuchung* kann man die *Reduzierung der möglichen Lastfallgruppen* durch Untersuchung der RSTAB-Ergebnisse aktivieren. Man soll entscheiden, ob die automatisch generierten Kombinationen in RSTAB ermittelt werden oder ob man andere Kombinationen für diesen Zweck auswählt. Diese Kombinationen sollen dann aber im voraus in RSTAB definiert werden. Das Prinzip der Reduzierung wird im Kapitel 2.3 beschrieben.

Im Abschnitt *Nummerierung* kann man die erste Nummer der generierten Lastfallgruppe bzw. Lastfallkombination eingeben, die nach dem Export in RSTAB angelegt wird. Durch Anklicken der Schaltfläche wird die erste freie Nummer für die Nummer der zu generierenden Lastfallgruppe bzw. Lastfallkombination voreingestellt.



3.3.1.2 Einwirkungen

In der Maske 1.2 *Einwirkungen* werden Einwirkungen angelegt und die in RSTAB definierten Lastfälle zu den Einwirkungen zugeordnet. Diese Maske besteht aus den Abschnitten *Einwirkungen*, *Vorhandene Lastfälle* und *In Einwirkung EW aufzunehmende Lastfälle*.

Bild 3.4: Maske 1.2 *Einwirkungen*

Im Abschnitt *Einwirkungen* ist das Verzeichnis aller bereits gebildeten Einwirkungen zu finden. Es ist möglich, die Einwirkungen mit einer *Einwirkung-Bezeichnung* oder mit einem *Kommentar zur Einwirkung* zu versehen.



Eine neue Einwirkung wird durch Anklicken der Schaltfläche links unten im Abschnitt *Einwirkungen* angelegt.



Durch die zweite Schaltfläche werden so viele neue Einwirkungen angelegt, wie Lastfälle vorhanden sind. Jeder Einwirkung wird genau ein Lastfall zugeordnet.



Die nächste Schaltfläche löscht die selektierte Einwirkung.



Die letzte Schaltfläche löscht alle bisher gebildeten Einwirkungen.

Im Abschnitt *Vorhandene Lastfälle* sind nach dem Öffnen der Maske alle aus RSTAB übergenommene Lastfälle aufgelistet, die noch keiner Einwirkung zugeordnet sind. Lastfälle, die in RSTAB als Lastfalltyp 'Imperfektion' definiert wurden, sind nicht in der Liste enthalten.



Wenn die Schaltfläche links unten im Abschnitt *Vorhandene Lastfälle* gedrückt ist, dann werden in der Liste alle noch nicht zugeordneten Lastfälle angezeigt. Ist die Schaltfläche nicht gedrückt, so werden alle Lastfälle angezeigt.



Die zweite Schaltfläche in diesem Abschnitt ermöglicht das Bearbeiten der Basisangaben des selektierten Lastfalls.



Das Verzeichnis der Lastfälle, die der jeweiligen Einwirkung zugeordnet sind, wird im Abschnitt *In Einwirkung EW aufzunehmende Lastfälle* angezeigt. Die Zuordnung von Lastfällen geschieht durch Anklicken von Pfeilen zwischen Abschnitten *Vorhandene Lastfälle* und *In Einwirkung EW aufzunehmende Lastfälle*. Man kann entweder nur die selektierten oder alle vorhandenen Lastfälle gleichzeitig zuordnen. Jeder Lastfall kann nur zu einer Einwirkung zugeordnet werden. Die Schaltfläche unten im Teil *In Einwirkung EW aufzunehmende Lastfälle* ermöglicht das Bearbeiten der Basisangaben des selektierten Lastfalls.

Zwei oder mehrere Lastfälle können als einander ausschließend definiert werden. Das heißt, dass diese Lastfälle nie zugleich in einer Lastfallgruppe bzw. Lastfallkombination auftreten. Lastfälle sind alternativ, wenn sie in der Spalte *Alternativ* die gleiche Bezeichnung haben.

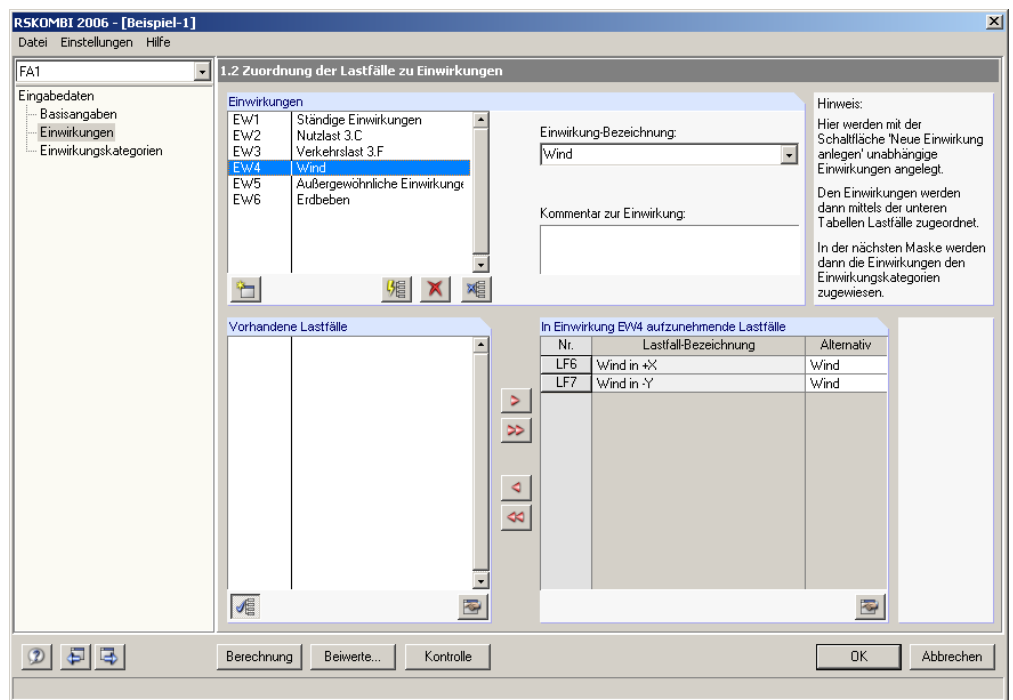


Bild 3.5: Alternative Beziehung zwischen LF6 und LF7

3.3.1.3 Einwirkungskategorien

Die Maske 1.3 *Einwirkungskategorien* dient der Zuordnung der Einwirkungen zu den Einwirkungskategorien.

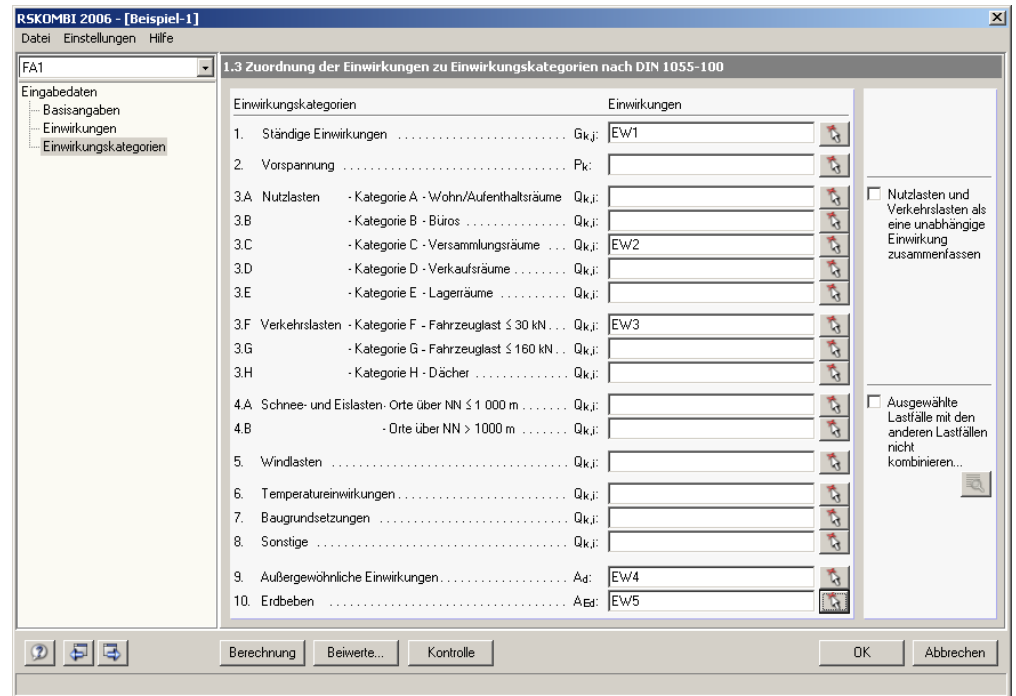


Bild 3.6: Maske 1.3 *Einwirkungskategorien*



Die Zuordnung erfolgt zur Eingabe der Bezeichnung in den Eingabefeldern *Einwirkung* und wird durch die Pick-Funktion unterstützt. Dadurch wird der Dialog *Einwirkungen auswählen* geöffnet, der in einer Liste alle noch nicht zugeordneten Einwirkungen anzeigt.

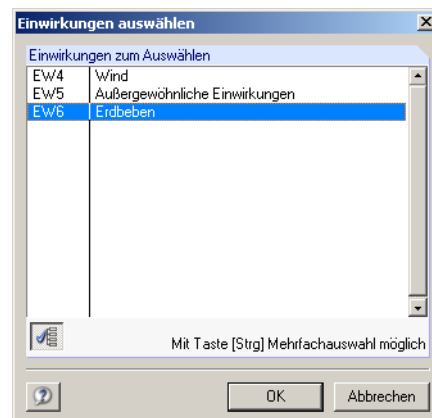


Bild 3.7: Dialog *Einwirkungen auswählen*

In Maske 1.3 steht auch die Option *Nutzlasten und Verkehrslasten als eine unabhängige Einwirkung zusammenfassen* zur Verfügung. Die Möglichkeit, Nutz- und Verkehrslasten innerhalb eines Gebäudes zusammenzufassen, ist z. B. in [4], Anhang A, Seite 37 erläutert. Diese Option beeinflusst die Generierung der Lastfallgruppen bzw. -kombinationen nach Formel 2.1, Formel 2.2, Formel 2.4 und Formel 2.5, in denen die vorherrschende veränderliche Einwirkung $Q_{k,1}$ verwendet wird. Wenn die Option aktiviert ist, werden alle Nutzlasten und Verkehrslasten gleichzeitig entweder als vorherrschende Einwirkung betrachtet oder keine von ihnen wird als vorherrschende Einwirkung klassifiziert. Damit werden alle Nutzlasten und Verkehrslasten immer mit dem gleichen Kombinationsbeiwert ψ multipliziert.

3.3.1.4 Imperfektionslastfälle

Die Maske 1.4 *Imperfektionslastfälle* wird nur dann angezeigt, wenn Lastfallgruppen generiert werden sollen. Nur diese können nach Theorie II. und III. Ordnung berechnet werden.

Diese Maske besteht aus den Abschnitten *Vorhandene Lastfälle des Typs ,Imperfektion‘*, *In Kombinatorik aufzunehmende Imperfektionslastfälle* und *Optionen*.

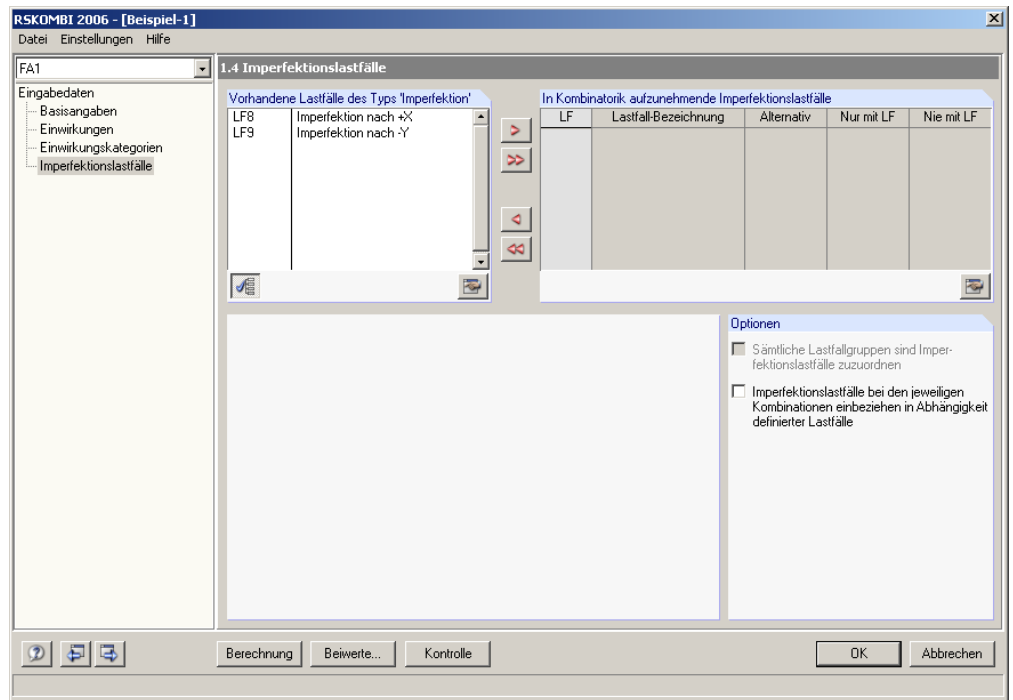


Bild 3.8: Maske 1.4 *Imperfektionslastfälle*

Der Abschnitt *Vorhandene Lastfälle des Typs ,Imperfektion‘* enthält eine Liste aller Imperfektionslastfälle, die in RSTAB angelegt wurden und die noch nicht in die Kombinatorik zur Generierung übernommen wurden. Die Schaltflächen in den Abschnitten haben die gleichen Funktionen wie in Maske 1.2.

RSKOMBI berücksichtigt nur die Imperfektionslastfälle, die im Abschnitt *In Kombinatorik aufzunehmende Imperfektionslastfälle* ausgewählt wurden.

Wurde mindestens ein Imperfektionslastfall ausgewählt, wird jede mögliche Lastfallgruppe mit und ohne Imperfektion gebildet. Wenn nur Lastfallgruppen mit Imperfektion gebildet werden sollen, dann muss das Kontrollfeld *Sämtlichen Lastfallgruppen sind Imperfektionslastfälle zuzuordnen* im Abschnitt *Optionen* aktiviert werden.

Im Bild 3.9 werden die Lastfälle LF8 und LF9 bei der Generierung der Lastfallgruppen verwendet. Zuerst werden alle Lastfallgruppen ohne Imperfektionslastfälle generiert, dann mit LF8, dann mit LF9 und dann noch mit LF8 und LF9 zusammen.

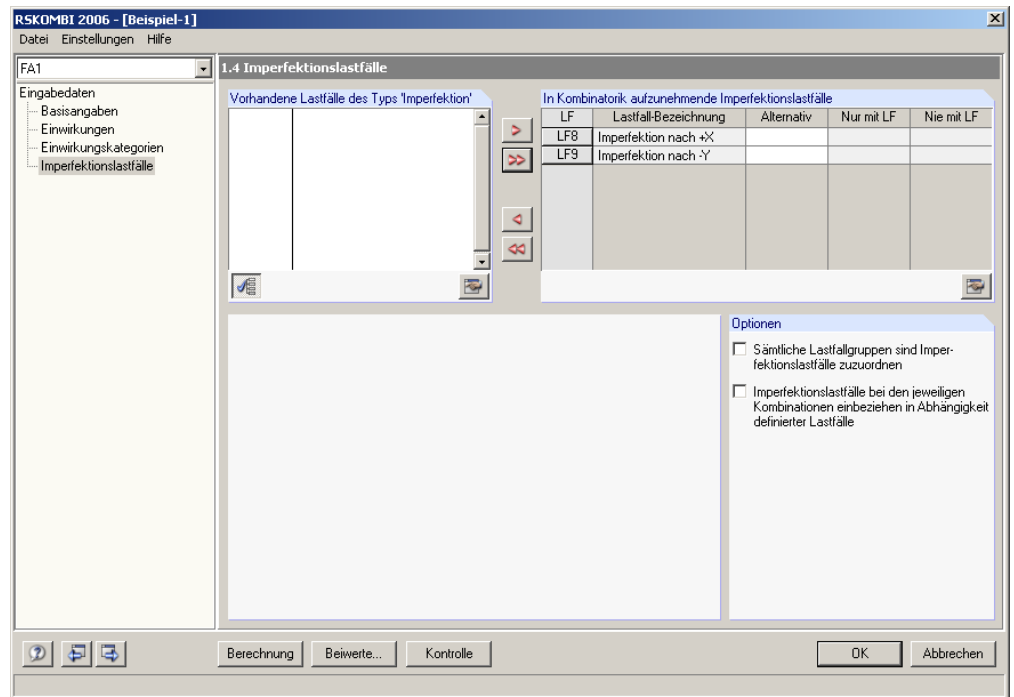


Bild 3.9: Maske 1.4 Imperfektionslastfälle, Abschnitt In Kombinatorik aufzunehmende Imperfektionslastfälle

Imperfektionslastfälle können ähnlich wie Lastfälle auch als *Alternativ* definiert werden. Dann wird pro Lastfallgruppe nur ein Imperfektionslastfall hinzugefügt.

Mit den Eingabefeldern *Nur mit LF* und *Nie mit LF* ist es möglich, die Anzahl der generierten Lastfallgruppen weiter zu reduzieren. Hierzu ist es erforderlich, im Abschnitt *Optionen* das Kontrollfeld *Imperfektionslastfälle bei den jeweiligen Kombinationen einbeziehen in Abhängigkeit definierter Lastfälle* zu aktivieren. Man kann auf dieser Weise eine Beziehung zwischen dem zugehörigen Imperfektionslastfall und dem Lastfall definieren.

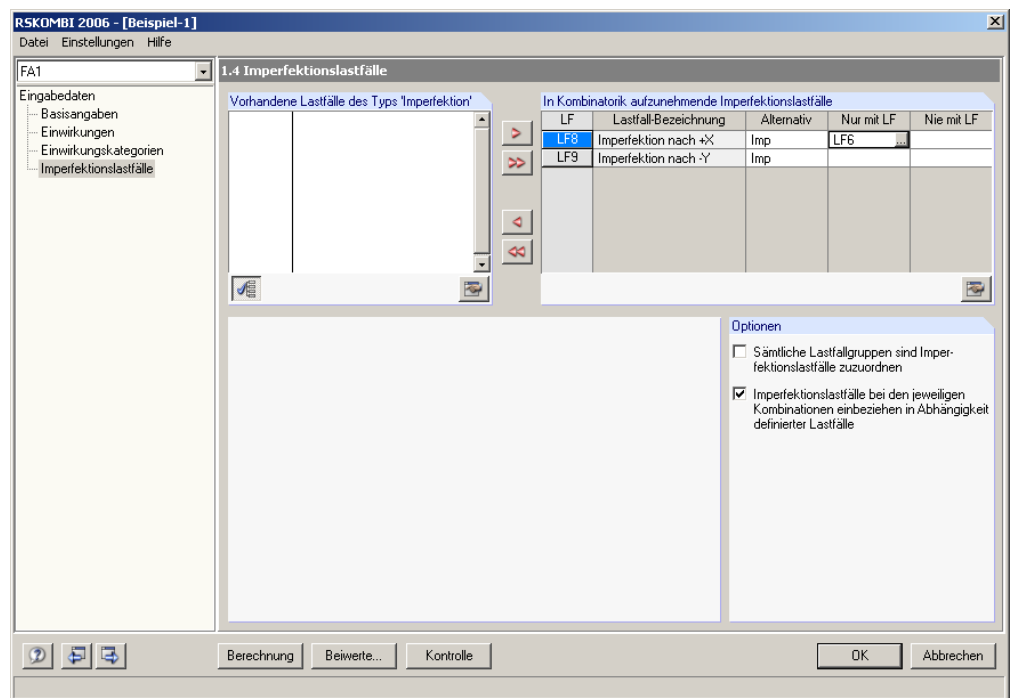


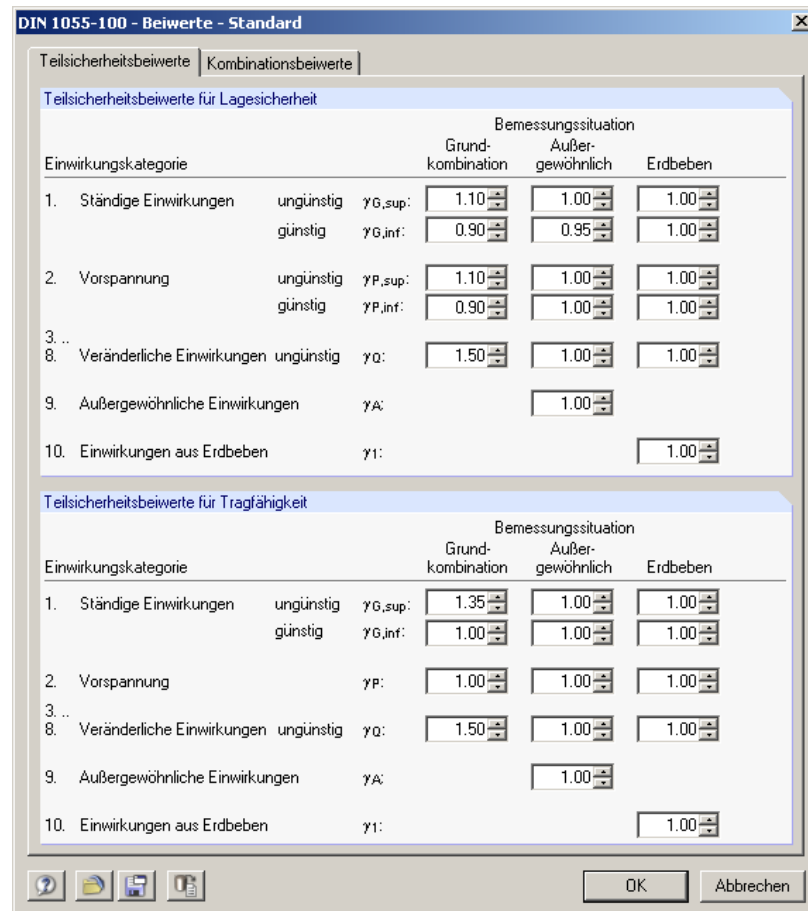
Bild 3.10: Maske 1.4 Imperfektionslastfälle, Abschnitt Optionen

3.3.1.5 Beiwerte

Der Dialog *Beiwerte* wird mit der Schaltfläche [Beiwerte] geöffnet. Der Dialog besteht aus zwei Registern.

In diesen Registern sind die *Teilsicherheitsbeiwerte* und die *Kombinationsbeiwerte* nach der DIN 1055-100 voreingestellt, die für die Generierung von Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen verwendet werden.

Sowohl die Bemessungssituation der Lagesicherheit als auch die der Tragfähigkeit werden im Register *Teilsicherheitsbeiwerte* definiert. Der Unterschied liegt nur in den verwendeten Teilsicherheitsbeiwerten.



Einwirkungskategorie			Bemessungssituation		
			Grundkombination	Außergewöhnlich	Erdbeben
1. Ständige Einwirkungen	ungünstig	$\gamma_{G,sup}$:	1.10	1.00	1.00
	günstig	$\gamma_{G,inf}$:	0.90	0.95	1.00
2. Vorspannung	ungünstig	$\gamma_{P,sup}$:	1.10	1.00	1.00
	günstig	$\gamma_{P,inf}$:	0.90	1.00	1.00
3. ...					
8. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q :	1.50	1.00	1.00
9. Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A :		1.00	
10. Einwirkungen aus Erdbeben		γ_I :			1.00

Einwirkungskategorie			Bemessungssituation		
			Grundkombination	Außergewöhnlich	Erdbeben
1. Ständige Einwirkungen	ungünstig	$\gamma_{G,sup}$:	1.35	1.00	1.00
	günstig	$\gamma_{G,inf}$:	1.00	1.00	1.00
2. Vorspannung		γ_P :	1.00	1.00	1.00
3. ...					
8. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q :	1.50	1.00	1.00
9. Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A :		1.00	
10. Einwirkungen aus Erdbeben		γ_I :			1.00

Bild 3.11: Dialog *Beiwerte*, Voreingestellte Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1055-100

Die Kombinationsbeiwerte unterscheiden sich nach den Einwirkungskategorien.

Einwirkungskategorie	ψ_0	ψ_1	ψ_2
3.A Nutzlasten - Kategorie A - Wohn/Aufenthaltsräume	0.70	0.50	0.30
3.B - Kategorie B - Büros	0.70	0.50	0.30
3.C - Kategorie C - Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60
3.D - Kategorie D - Verkaufsräume	0.70	0.70	0.60
3.E - Kategorie E - Lagerräume	1.00	0.90	0.80
3.F Verkehrslasten - Kategorie F - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	0.70	0.70	0.60
3.G - Kategorie G - Fahrzeuglast ≤ 160 kN	0.70	0.50	0.30
3.H - Kategorie H - Dächer	0.00	0.00	0.00
4.A Schnee- und Eislasten - Orte über NN $\leq 1\,000$ m	0.50	0.20	0.00
4.B - Orte über NN $> 1\,000$ m	0.70	0.50	0.20
5. Windlasten	0.60	0.50	0.00
6. Temperatureinwirkungen (kein Brand)	0.60	0.50	0.00
7. Baugrundsetzungen	1.00	1.00	1.00
8. Sonstige	0.80	0.70	0.50

Bild 3.12: Dialog *Beiwerte*, Voreingestellte Kombinationsbeiwerte nach DIN 1055-100

Außer den nach den Normen voreingestellten Beiwerten kann man auch eigene Sätze von Beiwerten erstellen und sichern. Durch Anklicken der Schaltfläche [Beiwerte sichern] öffnet sich ein Dialog zur Eingabe eines Namens.

Bild 3.13: Dialog *Beiwerte sichern*

Der Satz kann als Standard gesetzt werden.

Mit der Schaltfläche [Bereits gesicherte Beiwerte einlesen] öffnet sich der Dialog zum Einlesen von früher definierten Beiwertsätzen (siehe Bild 3.14 auf folgender Seite).

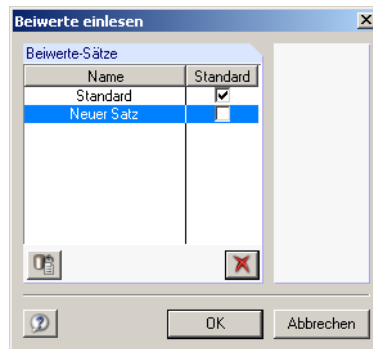


Bild 3.14: Dialog *Beiwerte einlesen*

An erster Stelle in der Liste befindet sich unter dem Namen *Standard* der Satz mit Beiwerten nach der Norm. Dieser Satz kann weder geändert noch gelöscht werden.

Ein Satz kann mit dem Kontrollfeld neben dem Namen hier als Standard gesetzt werden.

3.3.2 Kombinationsregeln nach DIN 18800

3.3.2.1 Basisangaben

Nach dem Aufruf von RSKOMBI wird das RSKOMBI-Fenster mit der Maske 1.1 *Basisangaben* eingeblendet.

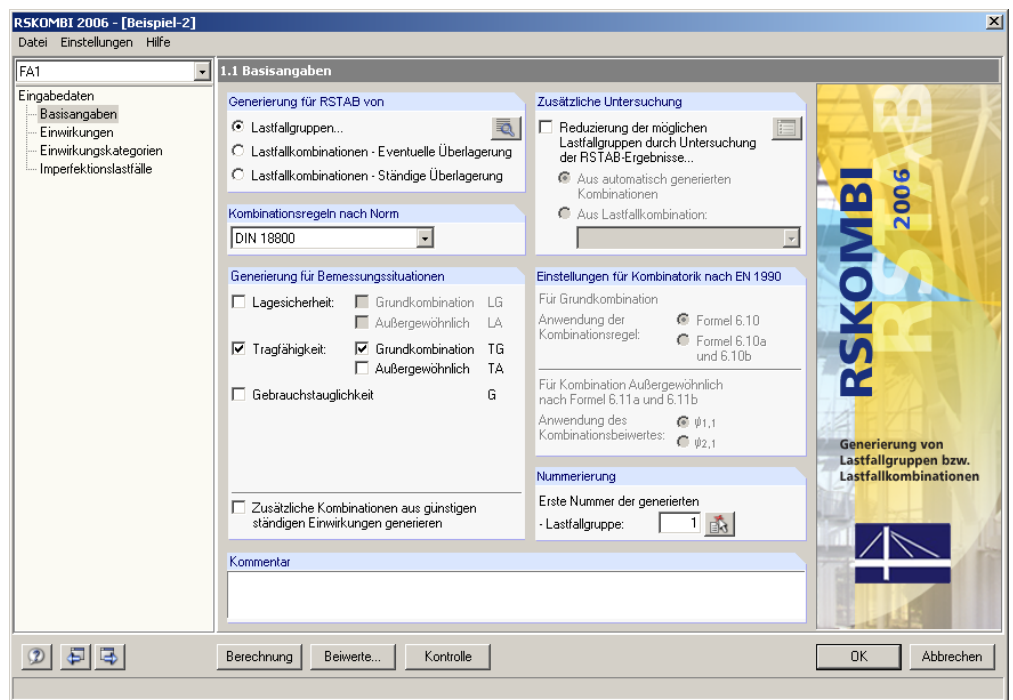


Bild 3.15: Maske 1.1 *Basisangaben*

Diese Maske unterscheidet sich nur im Abschnitt *Generierung der Bemessungssituationen* von der im Kapitel 3.3.1.1 auf Seite 16 beschriebenen Maske.

Die DIN 18800 verlangt, die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Beim Grenzzustand der Tragfähigkeit soll man unterscheiden, ob der Verlust der Lagesicherheit oder das Versagen des Tragwerkes durch Bruch berücksichtigt ist.

RSKOMBI ermöglicht Generierung für folgende Bemessungssituationen:

- Lagesicherheit (Grenzzustand der Tragfähigkeit, Teilsicherheitsbeiwerte im Nachweiskriterium Verlust der Lagesicherheit)
 - Grundkombination – nach Formel 2.7 und Formel 2.8
 - Außergewöhnlich – nach Formel 2.9
- Tragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit, Teilsicherheitsbeiwerte im Nachweiskriterium Versagen des Tragwerkes durch Bruch)
 - Grundkombination – nach Formel 2.7 und Formel 2.8
 - Außergewöhnlich – nach Formel 2.9
- Gebrauchstauglichkeit (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) – nach Formel 2.7

3.3.2.2 Einwirkungen

In dieser Maske werden Einwirkungen angelegt und die in RSTAB definierten Lastfälle zu den Einwirkungen zugeordnet.

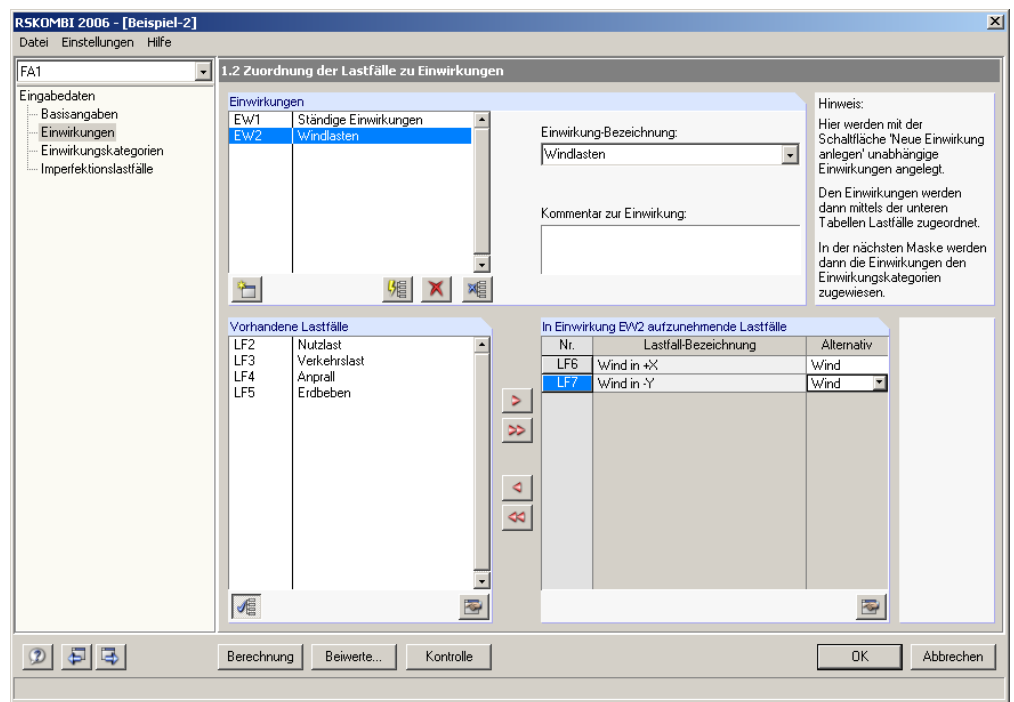


Bild 3.16: Maske 1.2 Einwirkungen

Die Funktion der Maske ist nicht von der Auswahl der Norm abhängig. Die Beschreibung der Funktionen ist im Kapitel 3.3.1.2 auf Seite 17 zu finden.

3.3.2.3 Einwirkungskategorien

In dieser Maske werden die Einwirkungen den Einwirkungskategorien zugeordnet.

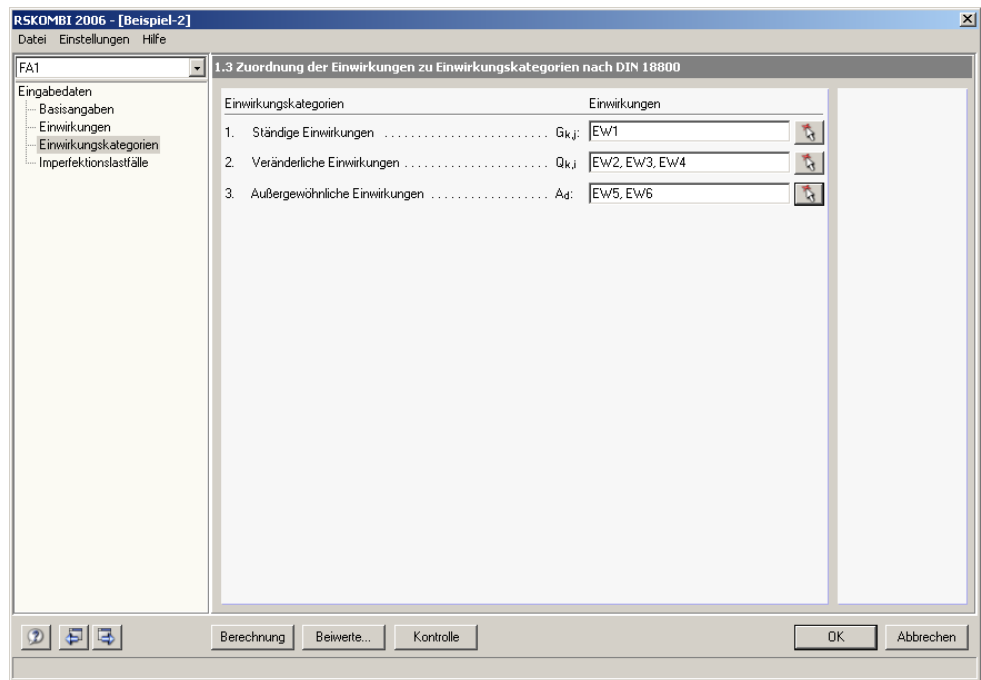


Bild 3.17: Maske 1.3 *Einwirkungskategorien*

Im Falle der DIN 18800 ist die Vorgehensweise, Einwirkungen Einwirkungskategorien zuzuordnen, identisch mit der DIN1055-100 und ist im Kapitel 3.3.1.3 auf Seite 19 beschrieben.

3.3.2.4 Imperfektionslastfälle

Die Maske 1.4 *Imperfektionslastfälle* steht nur zur Verfügung, wenn Lastfallgruppen generiert werden sollen. Nur diese können nach Theorie II. und III. Ordnung berechnet werden.

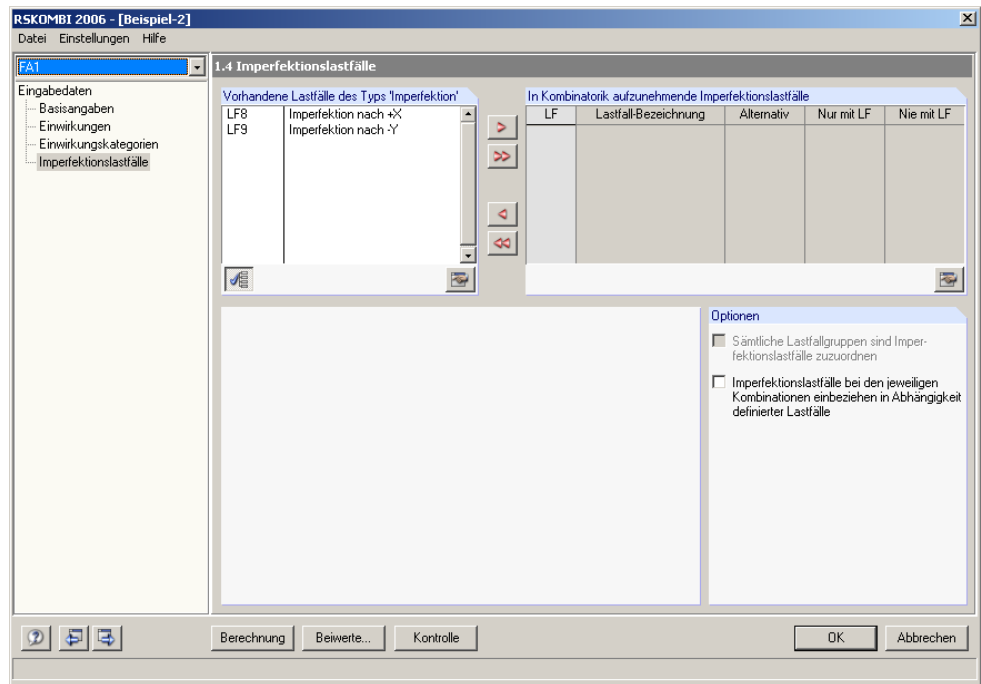


Bild 3.18: Maske 1.4 Imperfektionslastfälle

Diese Maske besteht aus den Abschnitten *Vorhandene Lastfälle des Typs ,Imperfektion'*, *In Kombinatorik aufzunehmende Imperfektionslastfälle* und *Optionen*.

Die Arbeit mit der Maske wird nicht durch die Auswahl der Norm beeinflusst und ist im Kapitel 3.3.1.4 auf Seite 20 beschrieben.

3.3.2.5 Beiwerte

Der Dialog *Beiwerte* wird mit der Schaltfläche [Beiwerte] geöffnet. Der Dialog besteht aus zwei Registern.

In diesen Registern sind die *Teilsicherheitsbeiwerte* und die *Kombinationsbeiwerte* nach der DIN 18800 voreingestellt, die für die Generierung von Lastfallgruppen bzw. -kombinationen verwendet werden.

Sowohl die Bemessungssituation der Lagesicherheit als auch die der Tragfähigkeit werden im Register *Teilsicherheitsbeiwerte* definiert. Der Unterschied liegt nur in den verwendeten Teilsicherheitsbeiwerten.

DIN 18800 - Beiwerte - Standard

Teilsicherheitsbeiwerte | Kombinationsbeiwerte

Teilsicherheitsbeiwerte für Lagesicherheit

Einwirkungskategorie			Bemessungssituation
			Grund-kombination Außer-gewöhnlich
1. Ständige Einwirkungen	ungünstig	$\gamma_{G,sup}$:	1.10
	günstig	$\gamma_{G,inf}$:	0.90
2. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q :	1.50
			1.00
3. Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A :	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte für Tragfähigkeit

Einwirkungskategorie			Bemessungssituation
			Grund-kombination Außer-gewöhnlich
1. Ständige Einwirkungen	ungünstig	$\gamma_{G,sup}$:	1.35
	günstig	$\gamma_{G,inf}$:	1.00
2. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q :	1.50
			1.00
3. Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A :	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte für Gebrauchstauglichkeit

Einwirkungskategorie			Bemessungssituation
			Grund-kombination
1. Ständige Einwirkungen		γ_G :	1.00
2. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q :	1.00

OK | Abbrechen

Bild 3.19: Dialog *Beiwerte*, Voreingestellte Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 18800

Auch die Kombinationsbeiwerte können sich nach Bemessungssituationen unterscheiden.

DIN 18800 - Beiwerte - Standard

Teilsicherheitsbeiwerte | Kombinationsbeiwerte

Kombinationsbeiwerte der veränderlichen Einwirkungen

Bemessungssituation	ψ
Lagesicherheit	0.90
Tragfähigkeit	0.90
Gebrauchstauglichkeit	1.00

OK | Abbrechen

Bild 3.20: Dialog *Beiwerte*, Voreingestellte Kombinationsbeiwerte nach DIN 18800

Außer den nach den Normen voreingestellten Beiwerten kann man auch eigene Sätze von Beiwerten erstellen und sichern (vgl. Kapitel 3.3.1.5 auf Seite 22).

3.3.3 Kombinationsregeln nach EN 1990

3.3.3.1 Basisangaben

Nach dem Aufruf von RSKOMBI erscheint die Maske 1.1 *Basisangaben*.

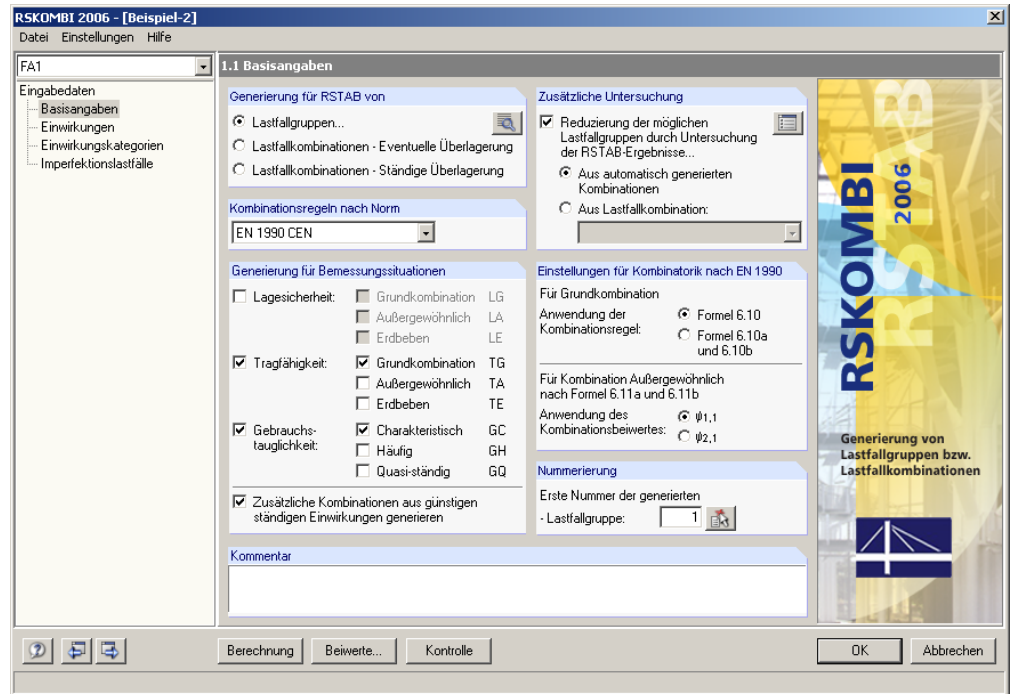


Bild 3.21: Maske 1.1 *Basisangaben*

Diese Maske unterscheidet sich nur im Abschnitt *Generierung für Bemessungssituationen* von der im Kapitel 3.3.1.1 auf Seite 16 beschriebenen Maske.

In der nachfolgenden Beschreibung wird vorausgesetzt, dass die Norm EN 1990 ausgewählt wurde. Es kann sich um EN 1990 CEN oder um EN 1990 CZ handeln, die sich nur in den voreingestellten Beiwerten unterscheiden.

Die Norm EN 1990 verlangt, Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Beim Grenzzustand der Tragfähigkeit soll man unterscheiden, ob der Verlust der Lagesicherheit oder das Versagen des Tragwerkes durch Bruch berücksichtigt ist. RSKOMBI ermöglicht die Generierung für folgende Bemessungssituationen:

- Lagesicherheit (Grenzzustand der Tragfähigkeit, Teilsicherheitsbeiwerte im Nachweiskriterium Verlust der Lagesicherheit)
 - Grundkombination – nach Formel 2.10, Formel 2.11 oder Formel 2.12
 - Außergewöhnlich – nach Formel 2.13
 - Erdbeben – nach Formel 2.14
- Tragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit, Teilsicherheitsbeiwerte im Nachweiskriterium Versagen des Tragwerkes durch Bruch)
 - Grundkombination – nach Formel 2.10, Formel 2.11 oder Formel 2.12
 - Außergewöhnlich – nach Formel 2.13
 - Erdbeben – nach Formel 2.14
- Gebrauchstauglichkeit (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit)
 - Selten – nach Formel 2.15
 - Häufig – nach Formel 2.16
 - Quasi-ständig – nach Formel 2.17

3.3.3.2 Einwirkungen

In der Maske 1.2 *Einwirkungen* werden Einwirkungen angelegt und die in RSTAB definierten Lastfälle zu den Einwirkungen zugeordnet.

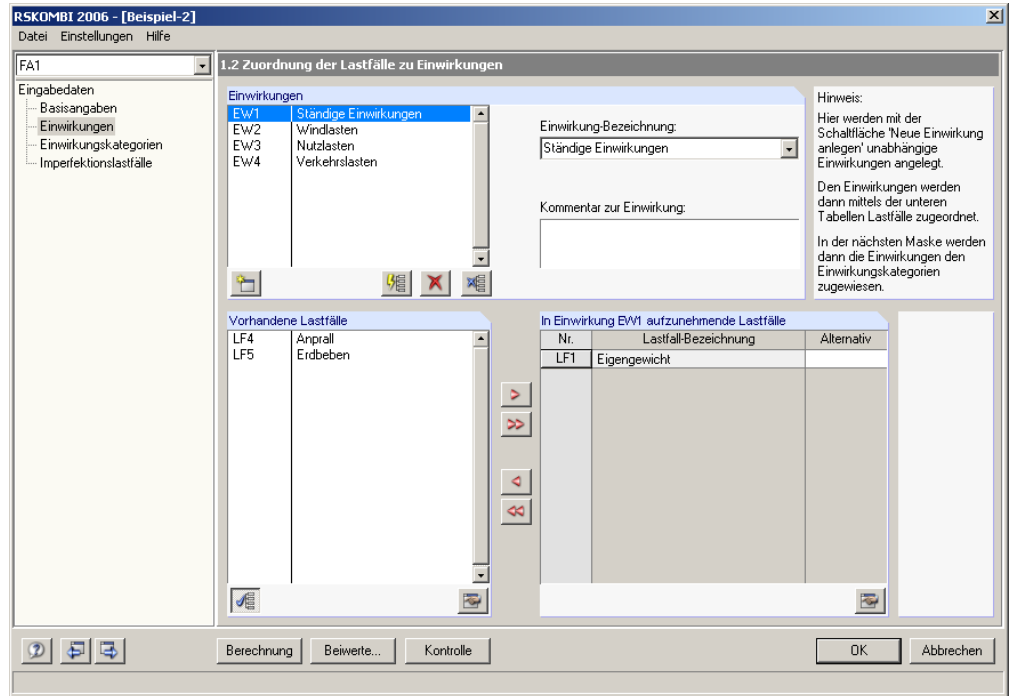


Bild 3.22: Maske 1.2 *Einwirkungen*

Die Funktion der Maske ist nicht von der Auswahl der Norm abhängig. Die Beschreibung der Funktionen ist im Kapitel 3.3.1.2 auf Seite 17 zu finden.

3.3.3.3 Einwirkungskategorien

In Maske 1.3 werden die Einwirkungen den Einwirkungskategorien zugeordnet.

Bild 3.23: Maske 1.3 *Einwirkungskategorien*

Die Vorgehensweise bei der Zuordnung der Einwirkungen zu Einwirkungskategorien ist für EN 1990 ist identisch mit DIN1055-100 und ist im Kapitel 3.3.1.3 auf Seite 19 beschrieben.

3.3.3.4 Imperfektionslastfälle

Die Maske 1.4 *Imperfektionslastfälle* wird nur dann angezeigt, wenn Lastfallgruppen generiert werden sollen. Nur diese können nach Theorie II. und III. Ordnung berechnet werden.

Bild 3.24: Maske 1.4 *Imperfektionslastfälle*

Diese Maske besteht aus den Abschnitten *Vorhandene Lastfälle des Typs „Imperfektion“*, *In Kombinatorik aufzunehmende Imperfektionslastfälle* und *Optionen*.

Die Arbeit mit der Maske wird nicht durch Auswahl der Norm beeinflusst und ist im Kapitel 3.3.1.4 auf Seite 20 beschrieben.

3.3.3.5 Beiwerte

Der Dialog *Beiwerte* wird mit der Schaltfläche [Beiwerte] geöffnet. Dieser Dialog besteht aus zwei Registern.

Es sind die *Teilsicherheitsbeiwerte* und die *Kombinationsbeiwerte* nach EN 1990 voreingestellt, die für die Generierung von Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen verwendet werden.

Sowohl die Bemessungssituation der Lagesicherheit als auch die der Tragfähigkeit werden im Register *Teilsicherheitsbeiwerte* definiert. Der Unterschied liegt nur in den verwendeten Teilsicherheitsbeiwerten.

Einwirkungskategorie			Bemessungssituation		
			Grundkombination	Außergewöhnlich	Erdbeben
1. Ständige Einwirkungen	ungünstig	$\gamma_{G,sup}$	1.10	1.00	1.00
	günstig	$\gamma_{G,inf}$	0.90	1.00	1.00
2. Vorspannung	ungünstig	$\gamma_{P,sup}$	1.10	1.00	1.00
	günstig	$\gamma_{P,inf}$	0.90	1.00	1.00
3. ...					
6. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q	1.50	1.00	1.00
7. Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A		1.00	
8. Einwirkungen aus Erdbeben		γ_I			1.00

Einwirkungskategorie			Bemessungssituation		
			Grundkombination	Außergewöhnlich	Erdbeben
1. Ständige Einwirkungen	ungünstig	$\gamma_{G,sup}$	1.35	1.00	1.00
	günstig	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00
2. Vorspannung		γ_P	1.00	1.00	1.00
3. ...					
6. Veränderliche Einwirkungen	ungünstig	γ_Q	1.50	1.00	1.00
7. Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A		1.00	
8. Einwirkungen aus Erdbeben		γ_I			1.00

Bild 3.25: Dialog *Beiwerte*, Voreingestellte Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 1990

Die Kombinationsbeiwerte unterscheiden sich nach Einwirkungskategorien.

EC 1 - Beiwerte - Standard

Teilsicherheitsbeiwerte **Kombinationsbeiwerte**

Kombinationsbeiwerte der veränderlichen Einwirkungen

Einwirkungskategorie	ψ_0	ψ_1	ψ_2
3.A Nutzlasten - Kategorie A - Wohn/Aufenthaltsräume	0.70	0.50	0.30
3.B - Kategorie B - Büros	0.70	0.50	0.30
3.C - Kategorie C - Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60
3.D - Kategorie D - Verkaufsräume	0.70	0.70	0.60
3.E - Kategorie E - Lagerräume	1.00	0.90	0.80
3.F Verkehrslasten - Kategorie F - Fahrzeuglast ≤ 30 kN	0.70	0.70	0.60
3.G - Kategorie G - Fahrzeuglast ≤ 160 kN	0.70	0.50	0.30
3.H - Kategorie H - Dächer	0.00	0.00	0.00
4.A Schnee- und Eislasten - Finn-, Island, Norw., Schwed.	0.70	0.50	0.20
4.B - andere CEN-Länder - Orte über NN $\leq 1\,000$ m	0.70	0.50	0.20
4.C - Orte über NN $> 1\,000$ m	0.50	0.20	0.00
5. Windlasten	0.60	0.20	0.00
6. Temperatureinwirkungen	0.60	0.50	0.00

Einstellung für Kombinationsregel nach Formeln 6.10a und 6.10b

Reduktionsbeiwert der ständigen ungünstigen Einwirkungen für Kombinationsregel nach Formel 6.10b

ξ

0.85

OK Abbrechen

Bild 3.26: Dialog *Beiwerte*, Voreingestellte Kombinationsbeiwerte nach EN 1990

Außer den nach den Normen voreingestellten Beiwerten kann man auch eigene Sätze von Beiwerten erstellen und sichern. Diese Möglichkeit ist im Kapitel 3.3.1.5 auf Seite 22 beschrieben.

Neben den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten soll bei der Auswahl der EN 1990 auch der Beiwert ξ angegeben werden. Man verwendet den Beiwert ξ in der Formel 2.12 (entspricht Formel 6.10b nach EN 1990).

In den Bildern sind die voreingestellten Beiwerte nach EN 1990 CEN dargestellt. Bei der Auswahl der Norm EN 1990 CZ ändern sich einige Beiwerte.

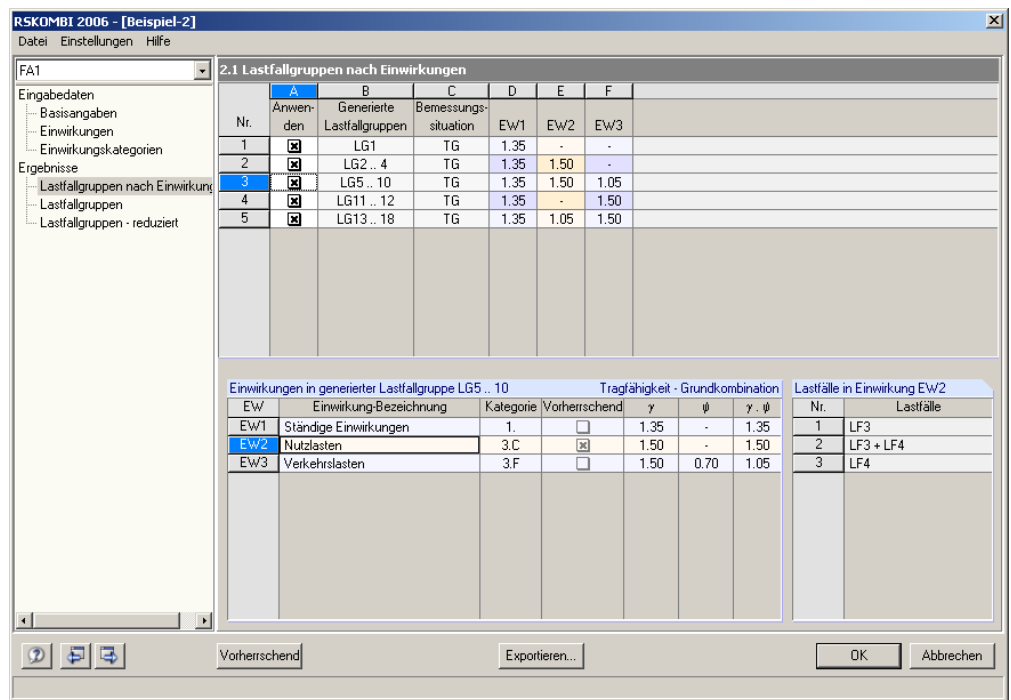
3.4 Ergebnismasken

In RSKOMBI gibt es zwei Ergebnismasken. In der ersten werden die generierten Ergebnisse nach Einwirkungen dargestellt. Diese Übersicht entspricht der Art und Weise, wie die Einwirkungen in der Norm definiert sind. In der zweiten Ergebnismaske werden die generierten Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen einzeln gelistet und über Lastfälle ausgedrückt.

3.4.1 Generierung der Lastfallgruppen

3.4.1.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen

Die Maske 2.1 *Lastfallgruppen nach Einwirkungen* besteht aus zwei Teilen. Im oberen Teil werden die generierten Lastfallgruppen allgemein nach Einwirkungen aufgelistet. Im unteren Teil werden die Details zur oben ausgewählten Zeile angezeigt.



Nr.	Anwenden	Generierte Lastfallgruppen	Bemessungssituation	EW1	EW2	EW3
1	☒	LG1	TG	1.35	-	-
2	☒	LG2...4	TG	1.35	1.50	-
3	☒	LG5...10	TG	1.35	1.50	1.05
4	☒	LG11...12	TG	1.35	-	1.50
5	☒	LG13...18	TG	1.35	1.05	1.50

EW	Einwirkung-Bezeichnung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
EW1	Ständige Einwirkungen	1.	☐	1.35	-	1.35
EW2	Nutzlasten	3.C	☒	1.50	-	1.50
EW3	Verkehrslasten	3.F	☐	1.50	0.70	1.05

Nr.	Lastfälle
1	LF3
2	LF3 + LF4
3	LF4

Bild 3.27: Maske 2.1 *Lastfallgruppen nach Einwirkungen*

Der obere Teil der Maske besteht aus mehreren Spalten. In der ersten Spalte *Nr.* sind die einzelnen Einträge nach Nummern geordnet. In der Spalte *Anwenden* kann man mit dem Kontrollfeld festlegen, ob die Lastfallgruppe nach RSTAB exportiert werden soll. Die Spalte *Generierte Lastfallgruppen* zeigt, welche Lastfallgruppen zum Eintrag gehören. In der Spalte *Bemessungssituation* wird die Bemessungssituation bezeichnet, für die die Lastfallgruppen generiert werden. Es werden die Bezeichnungen aus Maske 1.1 verwendet. In den restlichen Spalten sind die Einwirkungen mit den zugehörigen Faktoren zu finden.

Wenn man auf einen Eintrag im oberen Teil der Maske 2.1 klickt, so sind im unteren Teil dieser Maske weitere Angaben zu finden. Im Abschnitt *Einwirkungen in generierter Lastfallgruppe* werden die vorhandenen Einwirkungen mitsamt *Bezeichnung* und *Kategorie* (siehe Maske 1.3) aufgelistet.

In Spalte *Vorherrschend* ist die Leiteinwirkung markiert. Die Einwirkung ist vorherrschend, wenn sie als Einwirkung $Q_{k,1}$ in Formel 2.1, Formel 2.2, Formel 2.4, Formel 2.5, Formel 2.10, Formel 2.11, Formel 2.13 oder Formel 2.14 eingesetzt wird. Die verwendeten Beiwerte γ , ψ und ξ für jede Einwirkung ergeben sich aus der Bemessungssituation und Einwirkungskategorie. Das Produkt dieser Beiwerte ist der Faktor der Einwirkung im zugehörigen Eintrag.

Wenn man auf eine Einwirkung im Abschnitt *Einwirkungen in generierter Lastfallgruppe* klickt, werden im Abschnitt *Lastfälle in Einwirkung* nicht nur die zugehörigen Lastfälle dargestellt, sondern auch alle Möglichkeiten, wie diese Lastfälle innerhalb der Einwirkung berücksichtigt werden können. Diese Möglichkeiten sind von der Einwirkungskategorie und von der eventuellen Beziehung ‚Alternativ‘ unter Einwirkungen abhängig. Es ist vorausgesetzt, dass bei Einwirkungen der Kategorien ‚Ständig‘ und ‚Vorspannung‘ alle zugeordneten Lastfälle stets zusammen verwendet werden, sofern keine Alternativbeziehung definiert ist. Bei Einwirkungen der Kategorien ‚Veränderlich‘, ‚Außergewöhnlich‘ und ‚Erdbeben‘ können die zugeordneten Lastfälle in allen infrage kommenden Kombinationen überlagert werden.

Im Bild 3.27 ist ersichtlich, dass für die Bemessungssituation ‚Trägfähigkeit Grundkombination‘ insgesamt 18 Lastfallgruppen generiert wurden. Es ist in fünf Einträgen dargestellt, wie die zugehörigen Einwirkungen in die Formel für diese Bemessungssituation eingesetzt wurden. Der dritte Eintrag lautet $1.35 \text{ EW1} + 1.50 \text{ EW2} + 1.05 \text{ EW3}$. Beim Einsetzen der Einwirkungen entstehen sechs Lastfallgruppen, die dort als LG5 .. 10 bezeichnet werden.

Die erste Einwirkung EW1 ist mit der Bezeichnung *Ständige Einwirkungen* versehen, ist in Maske 1.3 der Kategorie 1 (*Ständige Einwirkungen*) zugeordnet und ist in den generierten Lastfallgruppen mit dem Faktor $\gamma = 1.35$ versehen.

Die zweite Einwirkung EW2 ist mit der Bezeichnung *Nutzlasten* versehen, ist in Maske 1.3 der Kategorie 3.C (*Nutzlasten, Kategorie C - Versammlungsräume*) zugeordnet und ist in den generierten Lastfallgruppen mit dem Faktor $\gamma = 1.50$ versehen. Es handelt sich hierbei um die vorherrschende Einwirkung, die die Form *LF3* oder *LF3 + LF4* oder *LF4* haben kann.

Die dritte Einwirkung EW3 ist mit der Bezeichnung *Verkehrslasten* versehen, ist in Maske 1.3 der Kategorie 3.F (*Verkehrslasten, Kategorie F - Fahrzeuglast < 30 kN*) zugeordnet und wird in den generierten Lastfallgruppen mit dem Faktor $\gamma^*\psi = 1.50 \cdot 0.70 = 1.05$ multipliziert.

3.4.1.2 Lastfallgruppen

Die Maske 2.2 *Lastfallgruppen* besteht aus zwei Teilen. Im oberen Teil werden alle generierten Lastfallgruppen angeführt und im unteren Teil werden Details zu den oben ausgewählten Lastfallgruppen dargestellt.

RSKOMBI 2006 - [Beispiel-2]

Datei Einstellungen Hilfe

FA1

Eingabedaten

- Basisangaben
- Einwirkungen
- Einwirkungskategorien

Ergebnisse

- Lastfallgruppen nach Einwirkung
- Lastfallgruppen**
- Lastfallgruppen - reduziert

2.2 Lastfallgruppen

LG	Anwender	Bemessungssituation	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6
LG1	☒	TG	1.35	1.35	-	-	-	-
LG2	☒	TG	1.35	1.35	1.50	-	-	-
LG3	☒	TG	1.35	1.35	1.50	1.50	-	-
LG4	☒	TG	1.35	1.35	-	1.50	-	-
LG5	☒	TG	1.35	1.35	1.50	-	1.05	-
LG6	☒	TG	1.35	1.35	1.50	-	-	1.05
LG7	☒	TG	1.35	1.35	1.50	1.50	1.05	-
LG8	☒	TG	1.35	1.35	1.50	1.50	-	1.05
LG9	☒	TG	1.35	1.35	-	1.50	1.05	-
LG10	☒	TG	1.35	1.35	-	1.50	-	1.05
LG11	☒	TG	1.35	1.35	-	-	1.50	-
LG12	☒	TG	1.35	1.35	-	-	-	1.50

Lastfälle in generierter Lastfallgruppe LG5

LF	Lastfall-Bezeichnung	Einwirkung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
LF1	Eigengewicht Feld	EW1	1.	☐	1.35	-	1.35
LF2	Eigengewicht Kragarm	EW1	1.	☐	1.35	-	1.35
LF3	Nutzlast Feld	EW2	3.C	☒	1.50	-	1.50
LF5	Verkehrslast Feld	EW3	3.F	☐	1.50	0.70	1.05

Vorherrschend Exportieren... OK Abbrechen

Bild 3.28: Maske 2.1 Lastfallgruppen

Der obere Teil der Maske besteht aus mehreren Spalten. In der ersten Spalte *LG* werden die Nummern der generierten Lastfallgruppen angeführt. In der Spalte *Anwenden* kann man mit dem Kontrollfeld festlegen, ob die jeweilige Lastfallgruppe nach RSTAB exportiert werden soll. Diese Spalte ist mit der in Maske 2.1 synchronisiert. In Spalte *Bemessungssituation* wird die Bemessungssituation bezeichnet, für die die Lastfallgruppen generiert werden. In den restlichen Spalten werden die generierten Lastfallgruppen eingetragen.

Wenn man auf einen Eintrag im oberen Teil dieser Maske klickt, kann man im unteren Teil der Maske die Details der zugehörigen Lastfallgruppe finden. In der Spalte *LF* des unteren Teiles werden alle Lastfälle mit der eventuellen *Bezeichnung* angeführt, die in der zugehörigen Lastfallgruppe enthalten sind. In der Spalte *Einwirkung* wird für jeden Lastfall die Einwirkung angeführt, der der Lastfall in Maske 1.2 zugeordnet wurde. In der Spalte *Kategorie* wird die Einwirkungskategorie angeführt und in der Spalte *Vorherrschend* ist die Einwirkung markiert, die in der zugehörigen Lastfallgruppe vorherrschend ist. Die in der Lastfallgruppe verwendeten Beiwerte γ , ψ und ξ für jede Einwirkung ergeben sich aus der Bemessungssituation und aus der Einwirkungskategorie. Das Produkt aus diesen Beiwerten ergibt den Faktor der zugeordneten Lastfälle.

Im Bild 3.28 werden die ersten zwölf Lastfallgruppen von insgesamt 18 generierten Lastfallgruppen dargestellt. Die LG5 besteht aus $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.5LF3 + 1.05LF5$. Die Lastfälle LF1 und LF2 gehören zur Einwirkung EW1. Die Einwirkung EW1 wurde in Maske 1.3 der Kategorie 1 (*Ständige Einwirkungen*) zugeordnet und wird in der Lastfallgruppe LG5 mit dem Faktor $\gamma = 1.35$ multipliziert. Der Lastfall LF3 gehört zu der Einwirkung EW2. Die Einwirkung EW2 wurde der Kategorie 3.C (*Nutzlasten, Kategorie C - Versammlungsräume*) zugeordnet, wirkt in der LG5 als vorherrschend und wird mit dem Faktor $\gamma = 1.50$ multipliziert. Der Lastfall LF5 gehört zu der Einwirkung EW3. Die Einwirkung EW3 wurde in der Maske 1.3 der Kategorie 3.F (*Verkehrslasten, Kategorie F - Fahrzeuglast < 30 kN*) zugeordnet und wird in der Lastfallgruppe LG5 mit dem Faktor $\gamma \cdot \psi = 1.50 \cdot 0.70 = 1.05$ multipliziert.

Wenn man Bild 3.27 und Bild 3.28 vergleicht, stellt man fest, dass der dritte Eintrag der generierten Lastfallgruppen im Bild 3.27 ($1.35EW1 + 1.50EW2 + 1.05EW3$) den Lastfallgruppen LG5 .. 10 entspricht. Die LG5 bis LG10 sind im Bild 3.28 wie folgt beschrieben:

- LG5: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.05LF5$
- LG6: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.05LF6$
- LG7: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.50LF4 + 1.05LF5$
- LG8: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.50LF4 + 1.05LF6$
- LG9: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF4 + 1.05LF5$
- LG10: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF4 + 1.05LF6$

Die Einwirkung EW1 umfasst LF1 und LF2. Da es sich um eine ständige Einwirkung handelt, können die beiden Lastfälle nur gemeinsam auftreten. Die Einwirkung EW2 umfasst LF3 und LF4. Da es sich hier um eine veränderliche Einwirkung handelt, sind die drei Kombinationen $LF3$ oder $LF3 + LF4$ oder $LF4$ möglich. Die Einwirkung EW3 umfasst LF5 und LF6. Hier handelt es sich um eine veränderliche Einwirkung, und da zwischen LF5 und LF6 die Beziehung ‚Alternativ‘ definiert wurde, ergeben sich daraus die Kombinationen $LF5$ oder $LF6$. Nach dem Einsetzen der Lastfälle anstelle der Einwirkungen entstanden also aus einem Eintrag $1.35EW1 + 1.50EW2 + 1.05EW3$ insgesamt $1 \cdot 3 \cdot 2 = 6$ Lastfallgruppen, die als LG5 .. 10 bezeichnet wurden.

Auf diesem Wege kann man aus jedem Eintrag in Maske 2.1 die zugehörigen Lastfallgruppen in Maske 2.2 erschließen. Es werden alle möglichen Kombinationen ermittelt, sofern nicht in der Maske 1.1 die Option *Reduzierung der möglichen Kombinationen durch Untersuchung der RSTAB-Ergebnisse* gewählt wurde. Ist diese Option aktiviert, so werden nur die maßgebenden Lastfallgruppen generiert. Man kann zwar auch in diesem Fall aus Maske 2.1 die Lastfallgruppen in Maske 2.2 bilden, aber man muss in Betracht ziehen, dass viele der gebildeten Lastfallgruppen vernachlässigt werden.

3.4.2 Generierung der Lastfallkombinationen

3.4.2.1 Lastfallkombinationen nach Einwirkungen

Die Maske 2.1 *Lastfallkombinationen nach Einwirkungen* besteht aus zwei Teilen. Im oberen Teil werden die generierten Lastfallkombinationen allgemein nach Einwirkungen aufgelistet. Im unteren Teil sind die Details zur oben ausgewählten Zeile zu finden.

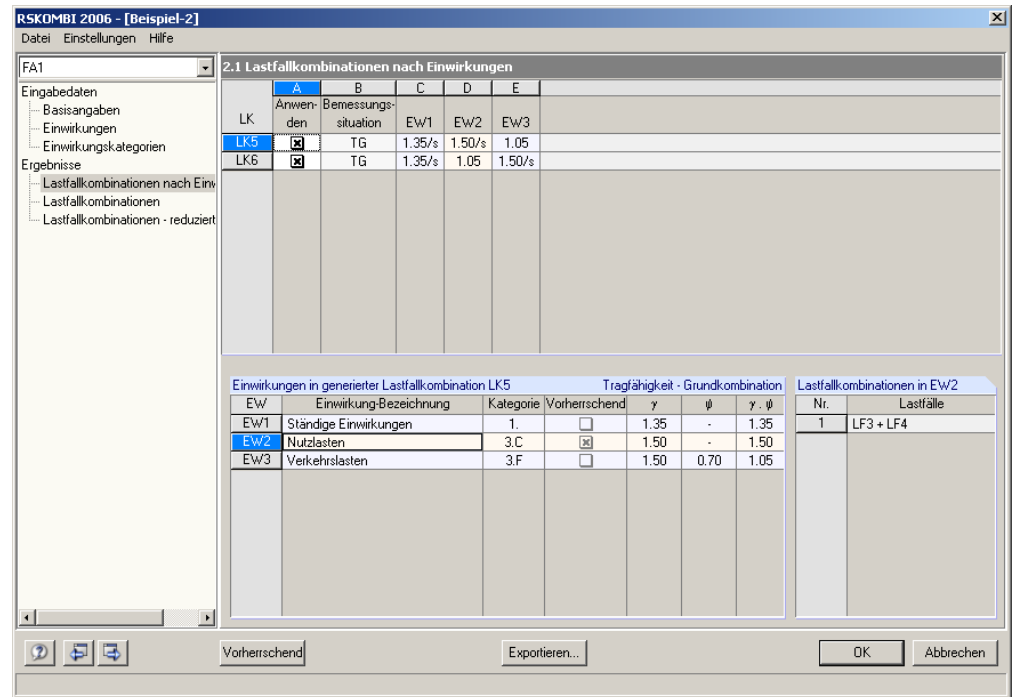


Bild 3.29: Maske 2.1 *Lastfallkombinationen nach Einwirkungen*

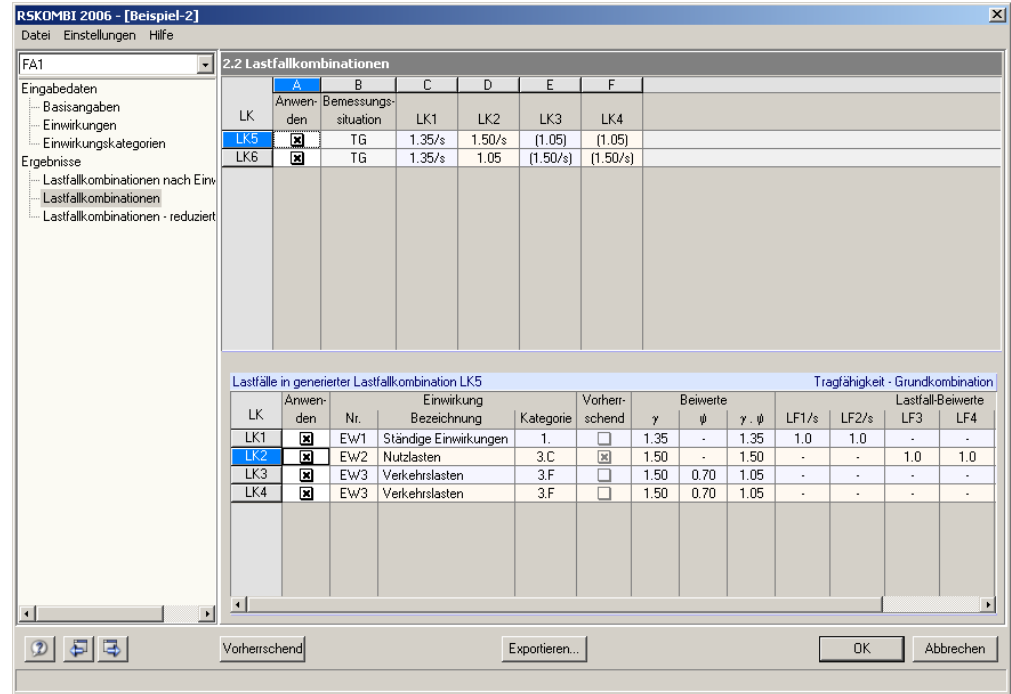
Diese Maske ist analog der im Kapitel 3.4.1.1 auf Seite 34 beschriebenen Maske aufgebaut und wird deswegen hier nicht weiter erläutert.

Bild 3.29 zeigt die Ergebnisse des gleichen Beispiels wie im Bild 3.27 dargestellt. Der Unterschied liegt darin, dass Lastfallkombinationen mit eventueller Überlagerung generiert sind.

Im Bild 3.29 ist erkennbar, dass für die Bemessungssituation 'Tragfähigkeit - Grundkombination' zwei Lastfallkombinationen für Nachweise der Konstruktion generiert wurden. Es handelt sich um LK5 und LK6. Daraus ergibt sich, dass auch vier innere Kombinationen von Lastfällen in einzelnen Einwirkungen generiert werden sollten. Zum Beispiel ist die Lastfallkombination LK5 $1.35EW1/s + 1.50EW2/s + 1.05EW3$. Einwirkungen mit dem Symbol „/s“ werden in der Kombination als 'ständig' berücksichtigt, Einwirkungen ohne Symbol als 'eventuell'. Die erste Einwirkung EW1 in LK5 ist mit der Bezeichnung *Ständige Einwirkungen* versehen, ist in Maske 1.3 der Kategorie 1 (*Ständige Einwirkungen*) zugeordnet und wird in der generierten Lastfallkombination mit dem Faktor $\gamma = 1.35$ multipliziert. Die zweite Einwirkung EW2 ist mit der Bezeichnung *Nutzlasten* versehen, wurde in Maske 1.3 der Kategorie 3.C (*Nutzlasten, Kategorie C - Versammlungsräume*) zugeordnet und wird in der generierten Lastfallkombination mit dem Faktor $\gamma = 1.50$ multipliziert. Es handelt sich dabei um die vorherrschende Einwirkung. Die Einwirkung EW2 umfasst die Lastfälle LF3 und LF4. Die innere Kombination LK2 ist $LF3 + LF4$ (siehe Bild 3.30) und enthält alle Möglichkeiten, wie LF3 und LF4 in der Einwirkung EW2 kombiniert werden können. Die dritte Einwirkung EW3 ist mit der Bezeichnung *Verkehrslasten* versehen, wurde in der Maske 1.3 der Kategorie 3.F (*Verkehrslasten, Kategorie F - Fahrzeuglast < 30 kN*) zugeordnet und wird in der generierten Lastfallkombination mit dem Faktor $\gamma \cdot \psi = 1.50 \cdot 0.70 = 1.05$ multipliziert.

3.4.2.2 Lastfallkombinationen

Die Maske 2.2 *Lastfallkombinationen* besteht aus zwei Teilen. Im oberen Teil werden alle generierten Lastfallkombinationen angeführt und im unteren Teil werden die Details zu der oben markierten Lastfallkombination dargestellt.



2.2 Lastfallkombinationen

LK	Anwenden	Bemessungssituation	LK1	LK2	LK3	LK4
LK5	☒	TG	1.35/s	1.50/s	(1.05)	(1.05)
LK6	☒	TG	1.35/s	1.05	(1.50/s)	(1.50/s)

Lastfälle in generierter Lastfallkombination LK5

LK	Anwenden	Nr.	Einwirkung Bezeichnung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$	LF1/s	LF2/s	Lastfall-Beiwerte	LF3	LF4
LK1	☒	EW1	Ständige Einwirkungen	1.	☐	1.35	-	1.35	1.0	1.0	-	-	-
LK2	☒	EW2	Nutzlasten	3.C	☒	1.50	-	1.50	-	-	1.0	1.0	-
LK3	☒	EW3	Verkehrslasten	3.F	☐	1.50	0.70	1.05	-	-	-	-	-
LK4	☒	EW3	Verkehrslasten	3.F	☐	1.50	0.70	1.05	-	-	-	-	-

Bild 3.30: Maske 2.2 *Lastfallkombinationen*

Diese Maske ist analog der im Kapitel 3.4.1.2 auf Seite 35 beschriebenen Maske aufgebaut und wird deshalb hier nicht weiter erläutert.

Im Bild 3.30 ist ersichtlich, dass für die Bemessungssituation 'Tragfähigkeit Grundkombination' die beiden Lastfallkombinationen LK5 und LK6 generiert wurden. Die Lastfallkombination LK5 ist definiert als $1.35LK1/s + 1.50LK2/s + 1.05LK3$ oder $1.05LK4$. Die erste innere Lastfallkombination LK1 gehört zur Einwirkung EW1, die mit der Bezeichnung „ständig“ versehen wurde und der Kategorie 1 (*Ständige Einwirkungen*) zugeordnet wurde. Sowohl EW1 als auch LK1 werden in der Lastfallkombination LK5 mit dem Faktor $\gamma = 1.35$ multipliziert. Die Lastfallkombination LK1 ist $LF1/s + LF2/s$. Die zweite innere Lastfallkombination LK2 gehört zur Einwirkung EW2, die mit der Bezeichnung *Nutzlasten* versehen wurde und der Kategorie 3.C (*Nutzlasten, Kategorie C - Versammlungsräume*) zugeordnet ist. Es handelt sich um die vorherrschende Einwirkung. Sowohl EW2 als auch LK2 werden in der Lastfallkombination LK5 mit dem Faktor $\gamma = 1.35$ multipliziert. Die Lastfallkombination LK2 ist $LF3 + LF4$. Die dritte und vierte innere Lastfallkombination LK3 und LK4 gehören zur Einwirkung EW3, die mit der Bezeichnung *Verkehrslasten* versehen und der Kategorie 3.F (*Verkehrslasten, Kategorie F - Fahrzeuglast < 30 kN*) zugeordnet wurde. Sowohl EW3 als auch LK3 und LK4 werden in Lastfallkombination LK5 mit dem Faktor $\gamma \cdot \psi = 1.5 \cdot 0.70 = 1.05$ multipliziert. Die Lastfallkombination LK3 ist LF5 und die Lastfallkombination LK4 ist LF6.

3.5 Menüs

Die Menüs enthalten alle notwendigen Funktionen zur Verwaltung der Fälle. Sie aktivieren ein Menü durch Anklicken des Menünamens oder Drücken von [Alt] gefolgt von der Taste des im Menütitel unterstrichenen Buchstabens. Im Falle des Menüs *Datei* wäre dies also die Tastenfolge [Alt+D]. Die im Menü enthaltenen Funktionen rufen Sie dann analog dazu auf, indem Sie wiederum die Taste des im Funktionsnamen unterstrichenen Buchstaben drücken.

3.5.1 Datei

Neu

Legt einen neuen Fall an.

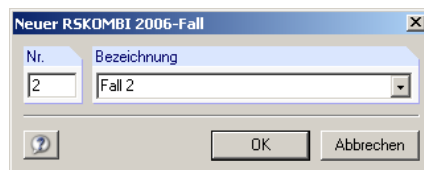


Bild 3.31: Dialog *Neuer RSKOMBI-Fall*

Dazu muss für den neuen Generierungsfall eine *Nummer* und eine *Bezeichnung* vergeben werden. In der Liste befinden sich alle bereits verwendeten Bezeichnungen.

In einem Generierungsfall kann ein weiterer unabhängiger Satz von Eingabe- und Ausgabedaten gespeichert werden.

Umbenennen

Mit dieser Funktion kann der aktuelle Generierungsfall umbenannt werden. Dazu muss die *Bezeichnung* geändert und eventuell auch eine andere *Nr.* gewählt werden.

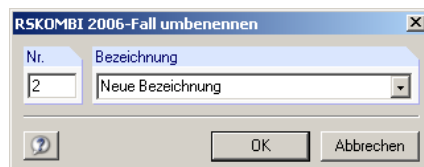


Bild 3.32: Dialog *RSKOMBI-Fall umbenennen*

Kopieren

Mit dieser Funktion werden die Daten des aktuellen Generierungsfalls in einen neuen Fall kopiert. Für den neuen Fall kann die *Nr.* geändert und eine *Bezeichnung* vergeben werden.

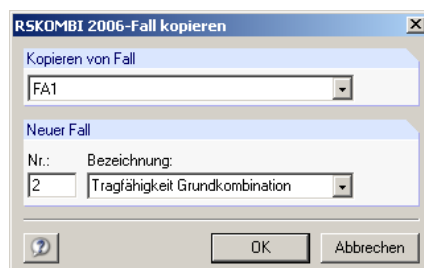


Bild 3.33: Dialog *RSKOMBI-Fall kopieren*

Löschen

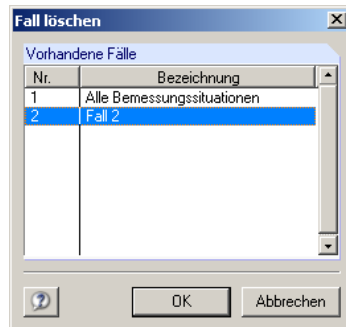


Bild 3.34: Dialog RSKOMBI-Fall löschen

In der Liste kann der zu löschende Fall markiert werden. Nach dem Beenden des Dialoges mit [OK] wird der Fall gelöscht. Wenn mehrere Fälle markiert werden sollen, so muss beim Klicken die [Strg]-Taste gedrückt gehalten werden.

3.5.2 Einstellungen

Reduktion durch Auswahl vorherrschender Einwirkungen

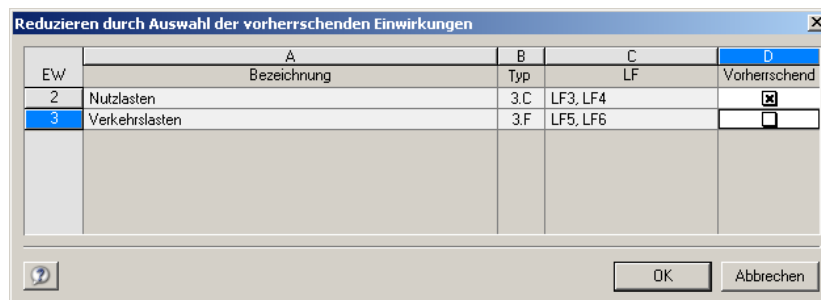


Bild 3.35: Dialog Reduzieren durch Auswahl vorherrschender Einwirkungen

Über die Kontrollfelder in Spalte D *Vorherrschend* ist es möglich, die Anzahl der generierten Lastfallgruppen bzw. Lastfallkombinationen durch eine Vorauswahl der relevanten vorherrschenden Einwirkungen einzuschränken.

3.5.3 Hilfe

Öffnet die Online-Hilfe.

4. Ergebnisse

4.1 Ausdrucken

Um die numerischen Ergebnisse auszudrucken, muss zuerst zu RSTAB zurückgekehrt werden, um dort das Ausdruckprotokoll aufzurufen. Im Ausdruckprotokoll sind sämtliche Bearbeitungs- und Gestaltungsmöglichkeiten vorhanden, wie sie bereits ausführlich im RSTAB-Handbuch beschrieben wurden. Im Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion* stehen zusätzliche Selektionsregister zur Verfügung. Um die Register anzuzeigen, muss in der linken Liste *Programm/Modul* der Eintrag **RSKOMBI** aktiviert werden.

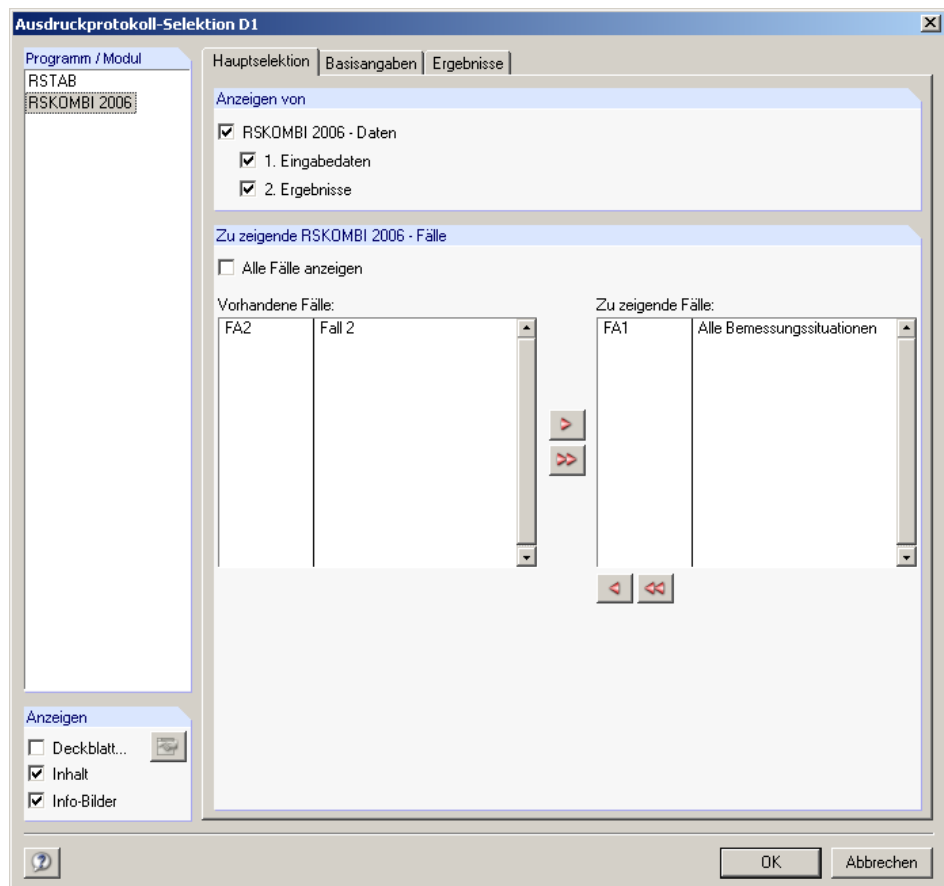


Bild 4.1: Dialog *Ausdruckprotokoll-Selektion*: RSKOMBI und seine Detailregister

5. Beispiele

5.1 Einfeldträger nach DIN 1055-100

System und Belastung

Ein Einfeldträger wird durch fünf Lastfälle belastet. Jeder Lastfall stellt eine unabhängige Einwirkung dar. Sowohl die Lastfälle als auch der Träger wurden bereits im Programm RSTAB definiert.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1	EW1	ständig
LF2	EW2	Nutzlast, 3.C –Versammlungsräume $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
LF3	EW3	Verkehrslast, 3.F – Fahrzeuglast < 30 kN $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
LF4	EW4	außergewöhnlich
LF5	EW5	Erdbeben

Tabelle 5.1: Lastfälle und Einwirkungen

Die Lastfallgruppen nach DIN 1055-100 für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ und dann auch für alle anderen Bemessungssituationen sind zu generieren und in RSTAB zu exportieren.

Eingaben

In Maske 1.1 *Basisangaben* wird die Generierung von **Lastfallgruppen** nach den Kombinationsregeln der **DIN 1055-100** und die Generierung für die Bemessungssituation **Tragfähigkeit Grundkombination** festgelegt.

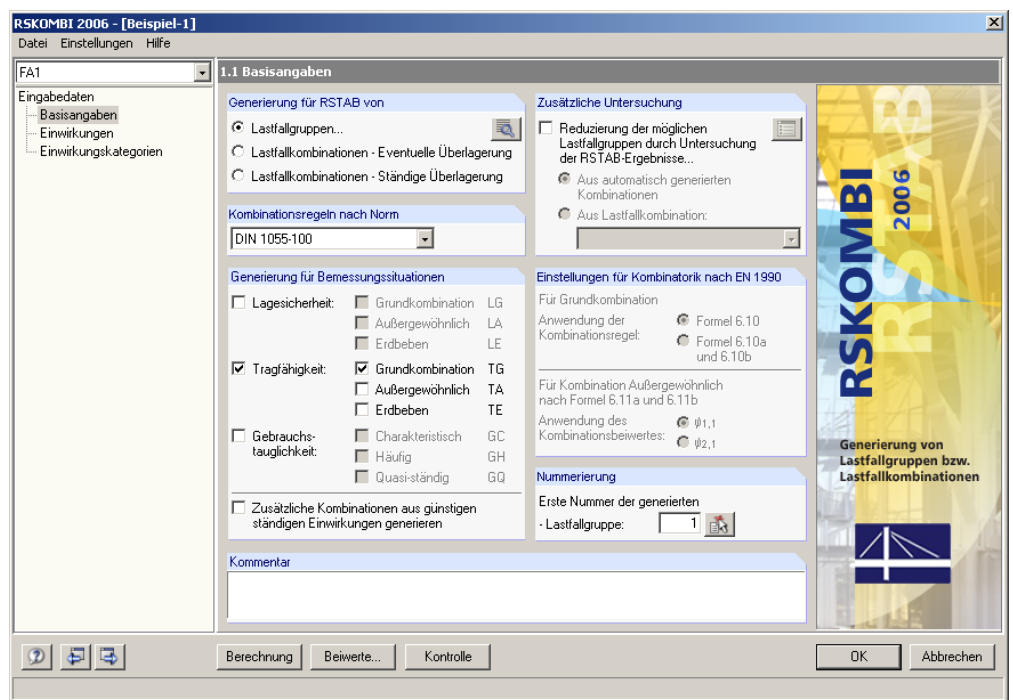


Bild 5.1: Maske 1.1 *Basisangaben*

Nach dem Öffnen der Maske 1.2 ist die Einwirkung **EW1** automatisch angelegt und der Lastfall **LF1** ist der EW1 zugeordnet. Die anderen in RSTAB definierten Lastfälle sind in der Liste *Vorhandene Lastfälle* dargestellt.

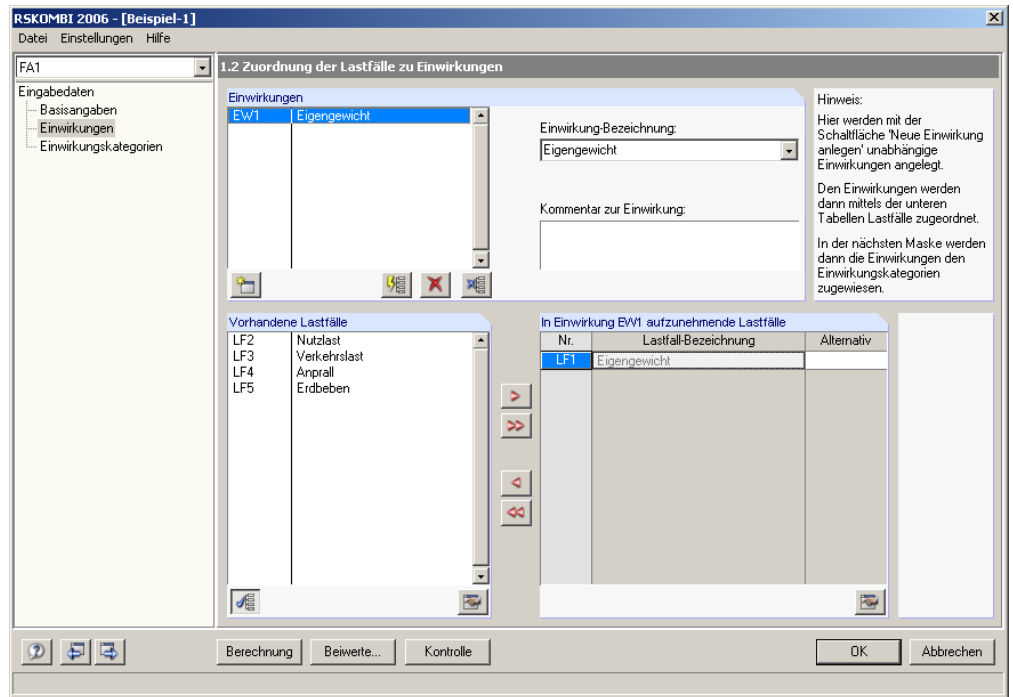


Bild 5.2: Maske 1.2 *Einwirkungen*



Weil jeder Lastfall eine Einwirkung darstellt, kann man die zugehörigen Einwirkungen schnell durch Anklicken der zweiten Schaltfläche von links im Abschnitt *Einwirkungen* erzeugen. Die einzelnen Lastfälle werden dann den Einwirkungen automatisch zugeordnet. Man kann die Einwirkungen noch mit einer Bezeichnung versehen.

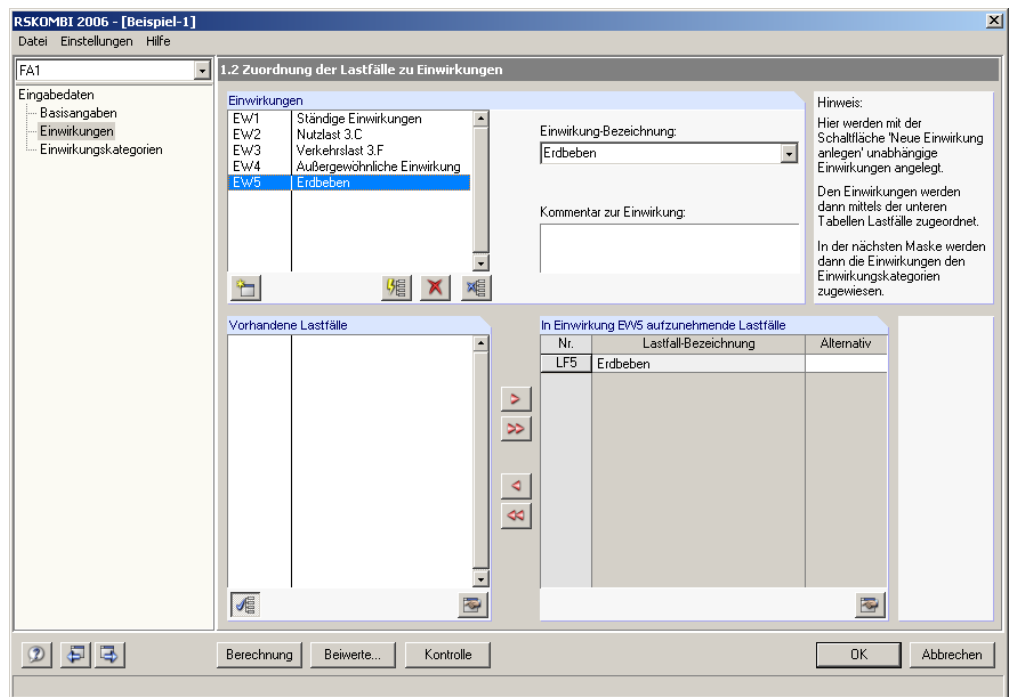


Bild 5.3: Einwirkungen mit zugeordneten Lastfällen



Die Einwirkungen müssen nun in Maske 1.3 *Einwirkungskategorien* den so genannten Einwirkungskategorien zugeordnet werden.

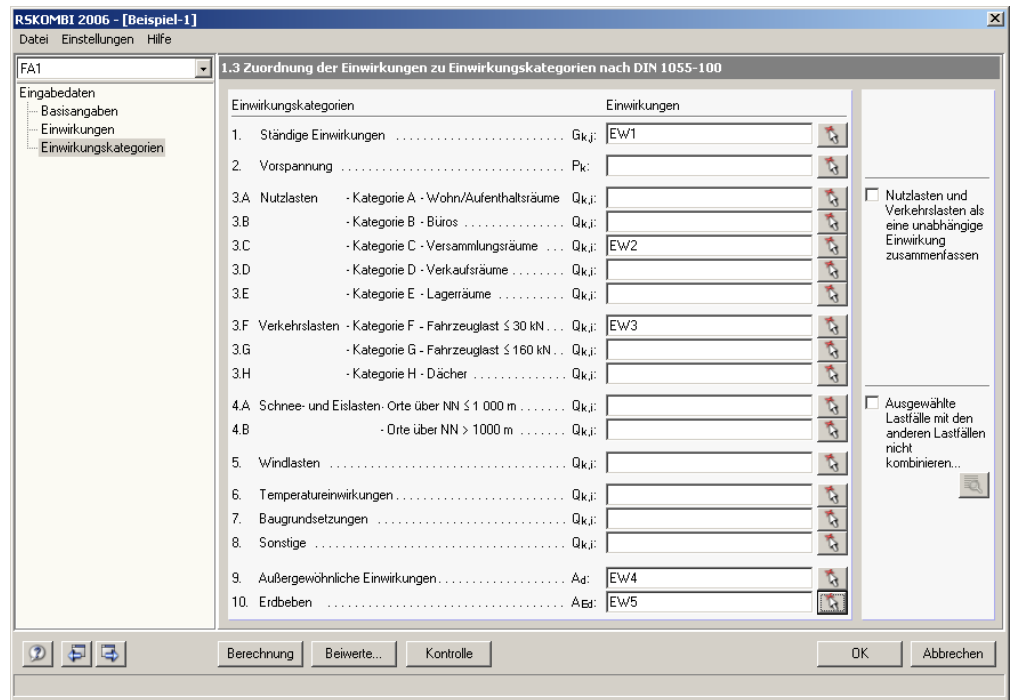


Bild 5.4: Maske 3.1 *Einwirkungskategorien*

Weil für dieses Beispiel in RSTAB keine Imperfektionslastfälle definiert wurden, ist die Eingabe des Beispiels damit beendet.

Ergebnisse für Tragfähigkeit-Grundkombination

Es werden für die Bemessungssituation Tragfähigkeit Grundkombination fünf Lastfallgruppen nach Formel 2.1 erzeugt.

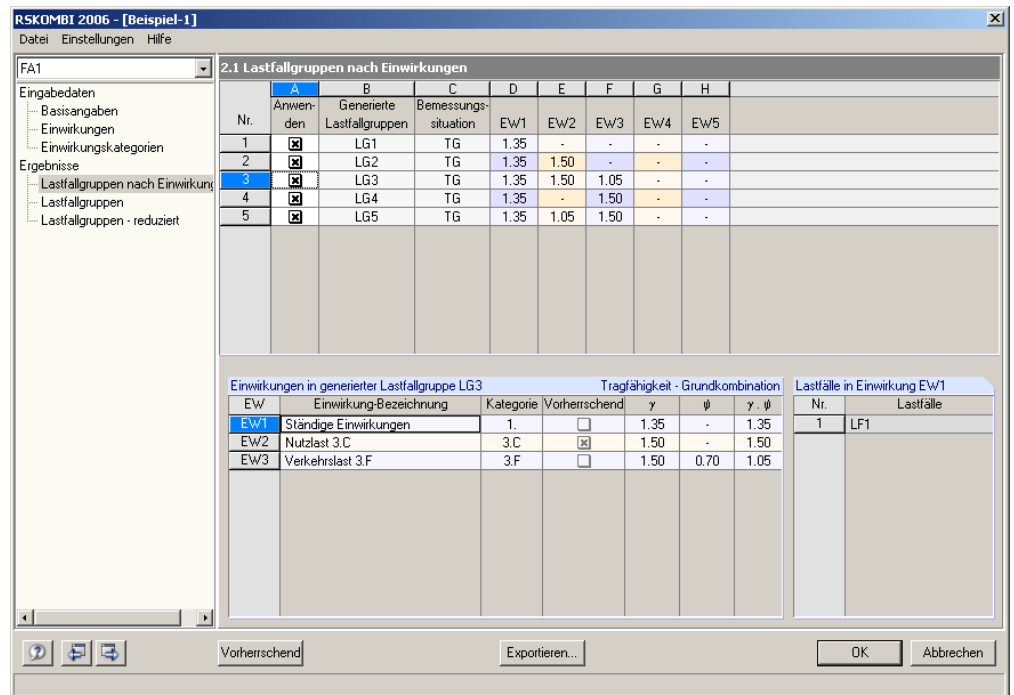


Bild 5.5: Maske 2.1 *Lastfallgruppen nach Einwirkungen*

In Maske 2.2 findet man in diesem Beispiel analoge Ergebnisse, nur wird die Bezeichnung „Einwirkung“ durch die Bezeichnung „Lastfall“ ersetzt.

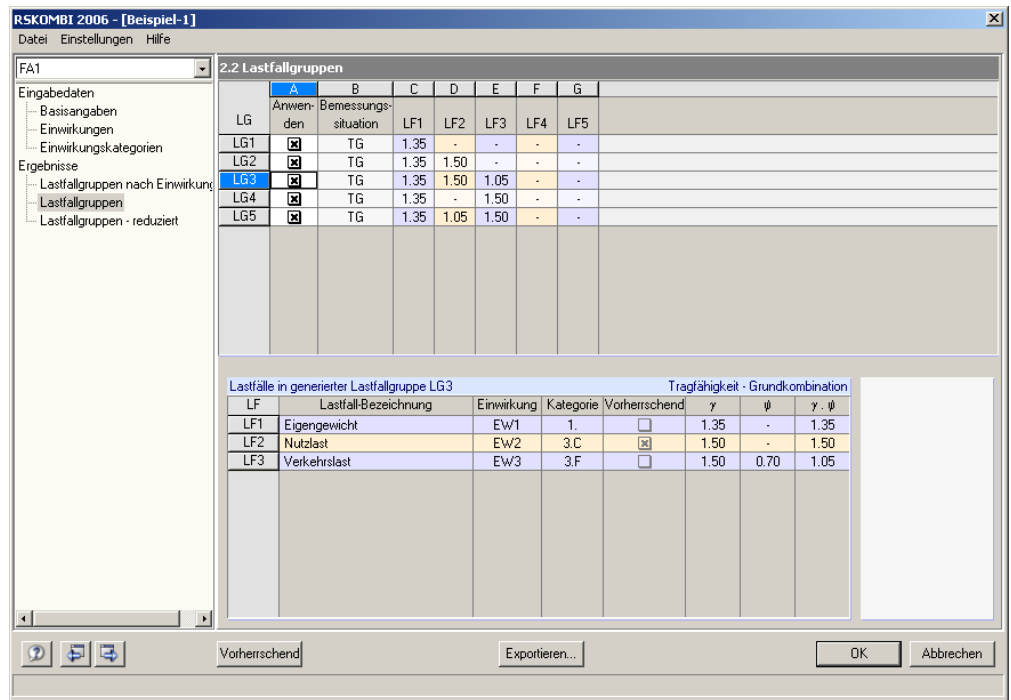


Bild 5.6: Maske 2.2 Lastfallgruppen

Ergebnisse für alle Bemessungssituationen

Wenn man in Maske 1.1 die Generierung von allen Bemessungssituationen festlegt, ergeben sich folgende Lastfallgruppen:

- 10 LF-Gruppen für ‚Lagesicherheit-Grundkombination‘ (LG, LG1 .. 10, nach Formel 2.1)
- 10 LF-Gruppen für ‚Lagesicherheit-Außergewöhnlich‘ (LA, LG11 .. 20, nach Formel 2.2)
- 4 LF-Gruppen für ‚Lagesicherheit-Erdbeben‘ (LE, LG21 .. 24, nach Formel 2.3)
- 5 LF-Gruppen für ‚Tragfähigkeit-Grundkombination‘ (TG, LG25 .. 29, nach Formel 2.1)
- 5 LF-Gruppen für ‚Tragfähigkeit-Außergewöhnlich‘ (TA, LG30 .. 34, nach Formel 2.2)
- 4 LF-Gruppen für ‚Tragfähigkeit-Erdbeben‘ (TE, LG35 .. 38, nach Formel 2.3)
- 5 LF-Gruppen für ‚Gebrauchstauglichkeit-Charakteristisch‘ (GS, LG39 .. 43, nach Formel 2.4)
- 5 LF-Gruppen für ‚Gebrauchstauglichkeit-Häufig‘ (GH, LG44 .. 48, nach Formel 2.5)
- 4 LF-Gruppen für ‚Gebrauchstauglichkeit- Quasi-ständig‘ (GQ, LG49 .. 52, nach Formel 2.6)

2.2 Lastfallgruppen							
LG	A	B	C	D	E	F	G
	Anwen- den	Bemessungs- situation	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5
LG1	☒	LG	1.10	-	-	-	-
LG2	☒	LG	1.10	1.50	-	-	-
LG3	☒	LG	1.10	1.50	1.05	-	-
LG4	☒	LG	1.10	-	1.50	-	-
LG5	☒	LG	1.10	1.05	1.50	-	-
LG6	☒	LG	0.90	-	-	-	-
LG7	☒	LG	0.90	1.50	-	-	-
LG8	☒	LG	0.90	1.50	1.05	-	-
LG9	☒	LG	0.90	-	1.50	-	-
LG10	☒	LG	0.90	1.05	1.50	-	-
LG11	☒	LA	1.00	-	-	1.00	-
LG12	☒	LA	1.00	0.70	-	1.00	-
LG13	☒	LA	1.00	0.70	0.60	1.00	-
LG14	☒	LA	1.00	-	0.70	1.00	-
LG15	☒	LA	1.00	0.60	0.70	1.00	-
LG16	☒	LA	0.95	-	-	1.00	-
LG17	☒	LA	0.95	0.70	-	1.00	-
LG18	☒	LA	0.95	0.70	0.60	1.00	-
LG19	☒	LA	0.95	-	0.70	1.00	-
LG20	☒	LA	0.95	0.60	0.70	1.00	-
LG21	☒	LE	1.00	-	-	-	1.00
LG22	☒	LE	1.00	0.60	-	-	1.00
LG23	☒	LE	1.00	0.60	0.60	-	1.00
LG24	☒	LE	1.00	-	0.60	-	1.00
LG25	☒	TG	1.35	-	-	-	-
LG26	☒	TG	1.35	1.50	-	-	-
LG27	☒	TG	1.35	1.50	1.05	-	-
LG28	☒	TG	1.35	-	1.50	-	-
LG29	☒	TG	1.35	1.05	1.50	-	-
LG30	☐	TA	1.00	-	-	1.00	-
LG31	☐	TA	1.00	0.70	-	1.00	-
LG32	☐	TA	1.00	0.70	0.60	1.00	-
LG33	☐	TA	1.00	-	0.70	1.00	-
LG34	☐	TA	1.00	0.60	0.70	1.00	-
LG35	☐	TE	1.00	-	-	-	1.00
LG36	☐	TE	1.00	0.60	-	-	1.00
LG37	☐	TE	1.00	0.60	0.60	-	1.00
LG38	☐	TE	1.00	-	0.60	-	1.00
LG39	☒	GC	1.00	-	-	-	-
LG40	☒	GC	1.00	1.00	-	-	-
LG41	☒	GC	1.00	1.00	0.70	-	-
LG42	☒	GC	1.00	-	1.00	-	-
LG43	☒	GC	1.00	0.70	1.00	-	-
LG44	☐	GH	1.00	-	-	-	-
LG45	☒	GH	1.00	0.70	-	-	-
LG46	☒	GH	1.00	0.70	0.60	-	-
LG47	☒	GH	1.00	-	0.70	-	-
LG48	☒	GH	1.00	0.60	0.70	-	-
LG49	☐	GQ	1.00	-	-	-	-
LG50	☒	GQ	1.00	0.60	-	-	-
LG51	☒	GQ	1.00	0.60	0.60	-	-
LG52	☒	GQ	1.00	-	0.60	-	-

Bild 5.7: Maske 2.2 Lastfallgruppen, alle Bemessungssituationen (Gesamtdarstellung)

Wenn man die Ergebnisse in RSTAB exportiert, kann man neben den generierten 52 Lastfallgruppen auch drei Entweder-Oder-Kombinationen exportieren. Das muss im Abschnitt *Entweder-Oder-Lastkombination* des Dialogs *Exportieren* festgelegt werden.



Bild 5.8: Dialog Exportieren

Es werden drei Lastfallkombinationen erzeugt:

- LK1: LG1/s oder LG2/s oder LG3/s oder oder LG24/s
- LK2: LG25/s oder LG26/s oder LG27/s oder LG28/s oder LG29/s
- LK3: LG39/s oder LG40/s oder LG41/s oder oder LG52/s

LK 1 ermittelt die Extremwerte für die Bemessungssituation ‚Lagesicherheit‘, LK 2 die Extremwerte für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit‘ und LK 3 die Extremwerte für die Bemessungssituation ‚Gebrauchstauglichkeit‘.

5.2 Träger mit Kragarm nach DIN 1055-100

System und Belastung

Ein Einfeldträger mit Auskragung wird ähnlich wie im Beispiel 1 durch ständige Last, Nutzlast und Verkehrslasten belastet. Die Nutzlast wird in zwei Lastfälle aufgeteilt: Ein Teil wirkt auf das Feld, der zweite Teil auf die Auskragung.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1, LF2	EW1	ständig
LF3, LF4	EW2	Nutzlast, 3.C –Versammlungsräume $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
LF5 oder LF6	EW3	Verkehrslast, 3.F – Fahrzeuglast < 30 kN $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$

Tabelle 5.2: Lastfälle und Einwirkungen

Es sind die Lastfallgruppen nach DIN 1055-100 für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ zu generieren.

Eingaben

In Maske 1.1 werden die Generierung von **Lastfallgruppen**, die Kombinationsregeln nach den Regeln der **DIN 1055-100** und Generierung für die Bemessungssituation **Tragfähigkeit Grundkombination** festgelegt. Zur Unterscheidung der günstigen und ungünstigen Wirkung der ständigen Einwirkung wird die Option *Zusätzliche Kombinationen aus günstigen ständigen Einwirkung generieren* aktiviert.

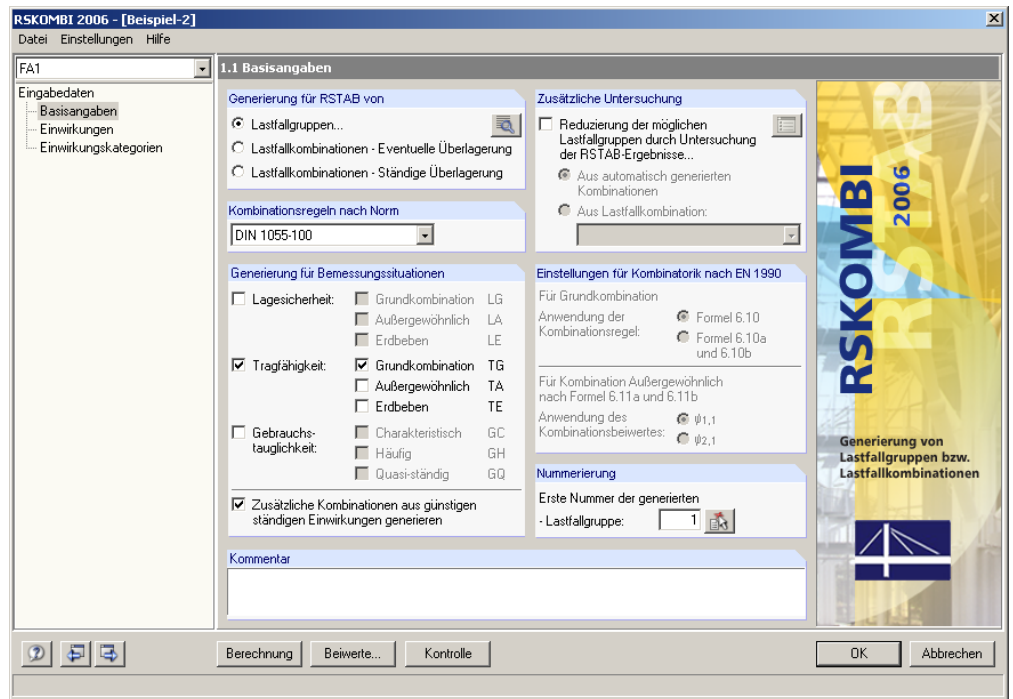


Bild 5.9: Maske 1.1 Basisangaben

Nach dem Öffnen der Maske 1.2 ist die Einwirkung **EW1** automatisch angelegt und der Lastfall **LF1** ist der EW1 zugeordnet. Das Aussehen der Maske 1.2 ist identisch mit dem Beispiel 1 im Bild 5.2. Im Unterschied zum Beispiel 1 muss aber noch der LF2 zur EW1 zugeordnet werden. Dies geschieht über die links dargestellte Schaltfläche.

Die EW2 und die EW3 werden mittels der Schaltfläche [Neue Einwirkung anlegen] im Abschnitt *Einwirkung* angelegt. Bei der Zuordnung von LF5 und LF6 zu EW3 muss darauf geachtet werden, dass die Lastfälle einander ausschließen. Das wird durch die gleiche Bezeichnung in der Spalte *Alternativ* gekennzeichnet.

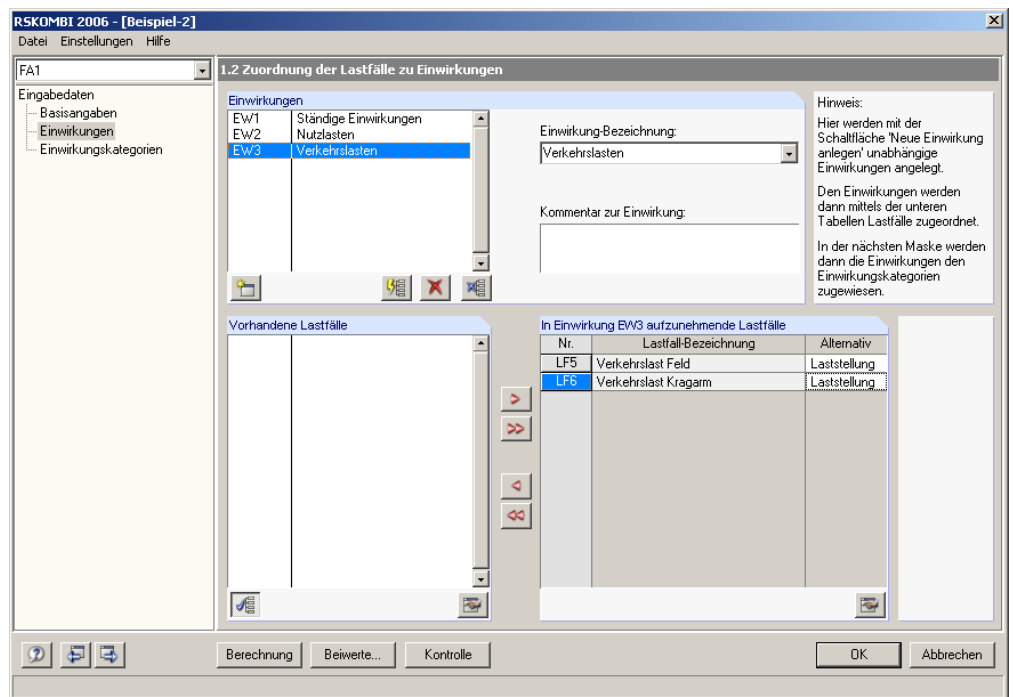


Bild 5.10: Maske 1.2 Einwirkungen

Die Zuordnung der Einwirkungen EW1, EW2 und EW3 zu den zugehörigen Einwirkungskategorien geschieht analog zu Beispiel 1. Es gibt auch in diesem Beispiel keine Imperfektionslastfälle.

Ergebnisse

Es werden für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ 36 Lastfallgruppen nach Formel 2.1 generiert. Diese sind in Maske 2.1 in zehn Einträgen zusammengefasst.

RSKOMBI 2006 - [Beispiel-2]

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen

Nr.	Anwenden	Generierte Lastfallgruppen	Bemessungssituation	EW1	EW2	EW3
1	☒	LG1	TG	1.35	-	-
2	☒	LG2 .. 4	TG	1.35	1.50	-
3	☒	LG5 .. 10	TG	1.35	1.50	1.05
4	☒	LG11 .. 12	TG	1.35	-	1.50
5	☒	LG13 .. 18	TG	1.35	1.05	1.50
6	☒	LG19	TG	1.00	-	-
7	☒	LG20 .. 22	TG	1.00	1.50	-
8	☒	LG23 .. 28	TG	1.00	1.50	1.05
9	☒	LG29 .. 30	TG	1.00	-	1.50
10	☒	LG31 .. 36	TG	1.00	1.05	1.50

Einwirkungen in generierter Lastfallgruppe LG5 .. 10

EW	Einwirkungs-Bezeichnung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
EW1	Ständige Einwirkungen	1.	☐	1.35	-	1.35
EW2	Nutzlasten	3.C	☒	1.50	-	1.50
EW3	Verkehrslasten	3.F	☐	1.50	0.70	1.05

Lastfälle in Einwirkung EW2

Nr.	Lastfälle
1	LF3
2	LF3 + LF4
3	LF4

Vorherrschend Exportieren... OK Abbrechen

Bild 5.11: Maske 2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen

Die einzelnen generierten Lastfallgruppen sind in Maske 2.2 Lastfallgruppen angeführt.

2.2 Lastfallgruppen									
LG	A	B	C	D	E	F	G	H	
	Anwen- den	Bemessungs- situation	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6	
LG1	☒	TG	1.35	1.35	-	-	-	-	
LG2	☒	TG	1.35	1.35	1.50	-	-	-	
LG3	☒	TG	1.35	1.35	1.50	1.50	-	-	
LG4	☒	TG	1.35	1.35	-	1.50	-	-	
LG5	☒	TG	1.35	1.35	1.50	-	1.05	-	
LG6	☒	TG	1.35	1.35	1.50	-	-	1.05	
LG7	☒	TG	1.35	1.35	1.50	1.50	1.05	-	
LG8	☒	TG	1.35	1.35	1.50	1.50	-	1.05	
LG9	☒	TG	1.35	1.35	-	1.50	1.05	-	
LG10	☒	TG	1.35	1.35	-	1.50	-	1.05	
LG11	☒	TG	1.35	1.35	-	-	1.50	-	
LG12	☒	TG	1.35	1.35	-	-	-	1.50	
LG13	☒	TG	1.35	1.35	1.05	-	1.50	-	
LG14	☒	TG	1.35	1.35	1.05	-	-	1.50	
LG15	☒	TG	1.35	1.35	1.05	1.05	1.50	-	
LG16	☒	TG	1.35	1.35	1.05	1.05	-	1.50	
LG17	☒	TG	1.35	1.35	-	1.05	1.50	-	
LG18	☒	TG	1.35	1.35	-	1.05	-	1.50	
LG19	☒	TG	1.00	1.00	-	-	-	-	
LG20	☒	TG	1.00	1.00	1.50	-	-	-	
LG21	☒	TG	1.00	1.00	1.50	1.50	-	-	
LG22	☒	TG	1.00	1.00	-	1.50	-	-	
LG23	☒	TG	1.00	1.00	1.50	-	1.05	-	
LG24	☒	TG	1.00	1.00	1.50	-	-	1.05	
LG25	☒	TG	1.00	1.00	1.50	1.50	1.05	-	
LG26	☒	TG	1.00	1.00	1.50	1.50	-	1.05	
LG27	☒	TG	1.00	1.00	-	1.50	1.05	-	
LG28	☒	TG	1.00	1.00	-	1.50	-	1.05	
LG29	☒	TG	1.00	1.00	-	-	1.50	-	
LG30	☒	TG	1.00	1.00	-	-	-	1.50	
LG31	☒	TG	1.00	1.00	1.05	-	1.50	-	
LG32	☒	TG	1.00	1.00	1.05	-	-	1.50	
LG33	☒	TG	1.00	1.00	1.05	1.05	1.50	-	
LG34	☒	TG	1.00	1.00	1.05	1.05	-	1.50	
LG35	☒	TG	1.00	1.00	-	1.05	1.50	-	
LG36	☒	TG	1.00	1.00	-	1.05	-	1.50	

Bild 5.12: Maske 2.2 Lastfallgruppen (Gesamtdarstellung)

Wenn man die Masken 2.1 (Bild 5.11) und 2.2 (Bild 5.12) vergleicht, sieht man, dass dem dritten Eintrag in Maske 2.1 $1.35EW1 + 1.50EW2 + 1.05EW3$ sechs Lastfallgruppen in Maske 2.2 entsprechen:

- LG5: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.05LF5$
- LG6: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.05LF6$
- LG7: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.50LF4 + 1.05LF5$
- LG8: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF3 + 1.50LF4 + 1.05LF6$
- LG9: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF4 + 1.05LF5$
- LG10: $1.35LF1 + 1.35LF2 + 1.50LF4 + 1.05LF6$

Die Lastfallgruppen ergeben sich aus dem Eintrag, wenn man anstelle der Einwirkungen schrittweise alle in Frage kommenden Kombinationen von Lastfällen bildet:

- EW1: LF1 + LF2
- EW2: LF3
LF3 + LF4
LF4
- EW3: LF5
LF6

Anmerkung

Die ständigen Lasten LF1 im Feld und LF2 auf der Auskragung wurden der Einwirkung EW1 zugeordnet. Deshalb sind den beiden Lastfällen in den Lastfallgruppen immer die gleichen Teilsicherheitsbeiwerte (1.35 oder 1.00) zugeordnet. Falls LF1 und LF2 unabhängig wirken, wäre es notwendig, diese Lastfälle unterschiedlichen Einwirkungen zuzuordnen.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1	EW1	ständig
LF2	EW2	ständig
LF3, LF4	EW3	Nutzlast, 3.C – Versammlungsräume $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60, \psi_2 = 0,60$
LF5 oder LF6	EW4	Verkehrslast, 3.F – Fahrzeuglast < 30 kN $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$

Tabelle 5.3: LF1 und LF2 in unterschiedlichen Einwirkungen

Dann werden die Lastfälle LF1 und LF2 auch mit unterschiedlichen Teilsicherheitsfaktoren multipliziert. Man erhält auf diese Weise 72 Lastfallgruppen.

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen							
Nr.	A Anwen- den	B Generierte Lastfallgruppen	C Bemessungs- situation	D EW1	E EW2	F EW3	G EW4
1	☒	LG1	TG	1.35	1.35	-	-
2	☒	LG2 .. 4	TG	1.35	1.35	1.50	-
3	☒	LG5 .. 10	TG	1.35	1.35	1.50	1.05
4	☒	LG11 .. 12	TG	1.35	1.35	-	1.50
5	☒	LG13 .. 18	TG	1.35	1.35	1.05	1.50
6	☒	LG19	TG	1.00	1.35	-	-
7	☒	LG20 .. 22	TG	1.00	1.35	1.50	-
8	☒	LG23 .. 28	TG	1.00	1.35	1.50	1.05
9	☒	LG29 .. 30	TG	1.00	1.35	-	1.50
10	☒	LG31 .. 36	TG	1.00	1.35	1.05	1.50
11	☒	LG37	TG	1.00	1.00	-	-
12	☒	LG38 .. 40	TG	1.00	1.00	1.50	-
13	☒	LG41 .. 46	TG	1.00	1.00	1.50	1.05
14	☒	LG47 .. 48	TG	1.00	1.00	-	1.50
15	☒	LG49 .. 54	TG	1.00	1.00	1.05	1.50
16	☒	LG55	TG	1.35	1.00	-	-
17	☒	LG56 .. 58	TG	1.35	1.00	1.50	-
18	☒	LG59 .. 64	TG	1.35	1.00	1.50	1.05
19	☒	LG65 .. 66	TG	1.35	1.00	-	1.50
20	☒	LG67 .. 72	TG	1.35	1.00	1.05	1.50

Bild 5.13: Maske 2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen (LF1 und LF2 zu unterschiedlichen EW)

5.3 Skelettbau nach DIN 1055-100

System und Belastung

Ein Skelettbau wird durch ständige Last, Nutzlast für Büros, Nutzlast für Verkaufsräume, Wind und Schnee belastet.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1	EW1	ständig
LF2, LF3	EW2	Nutzlast, 3.B – Büros $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0,30$
LF4, LF5	EW3	Nutzlast, 3.D - Verkaufsräume $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
LF6 oder LF7	EW4	5. – Windlasten $\psi_0 = 0,60, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0$
LF8	EW5	4.A – Schnee- und Eislasten – Orte bis NN + 1000 m $\psi_0 = 0,50, \psi_1 = 0,20, \psi_2 = 0$

Tabelle 5.4: Lastfälle und Einwirkungen

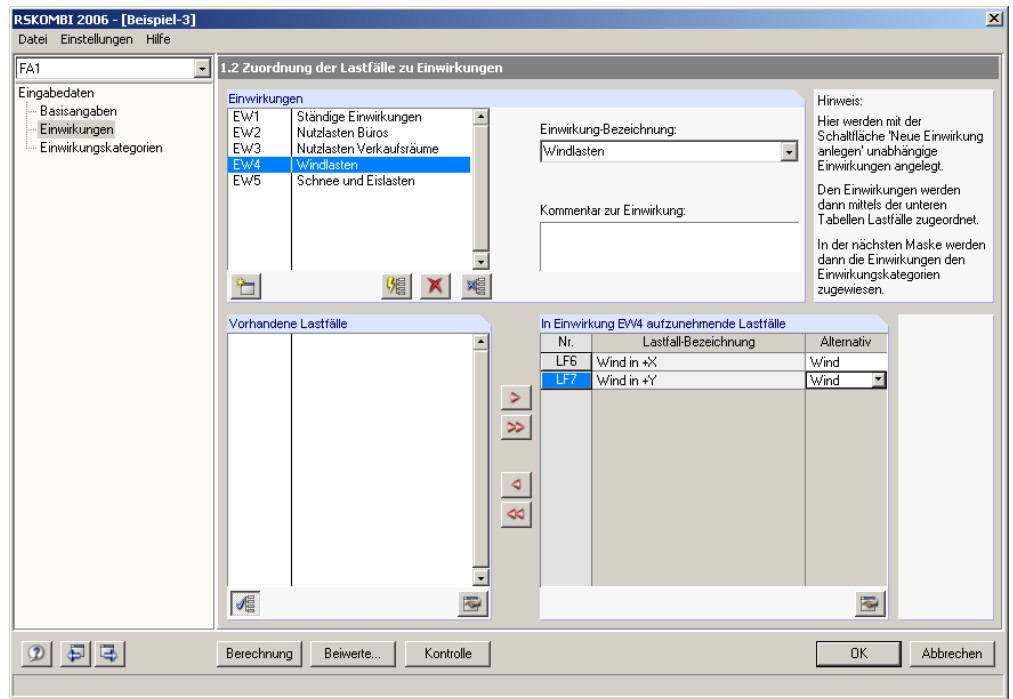
Es sind Lastfallgruppen und Lastfallkombinationen nach DIN 1055-100 für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ zu generieren.

Eingaben für die Generierung von Lastfallgruppen

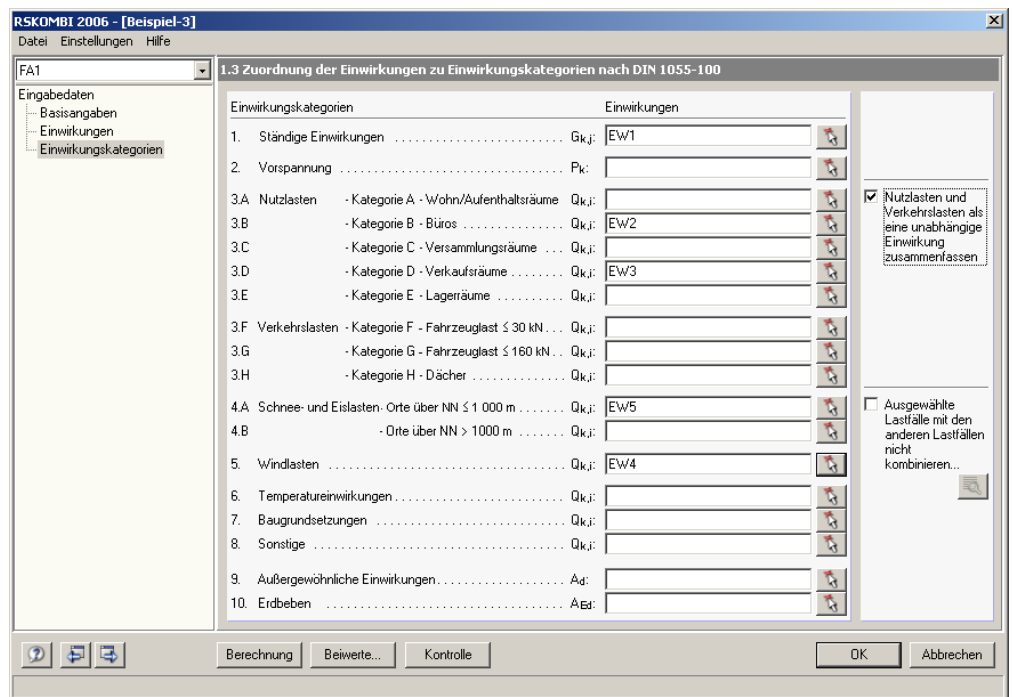
In der Maske 1.1 *Basisangaben* wird die Generierung von **Lastfallgruppen**, Kombinationsregeln nach den Regeln der **DIN 1055-100** und Generierung für die Bemessungssituation **Tragfähigkeit Grundkombination** festgelegt.



Nach dem Öffnen der Maske 1.2 ist die Einwirkung **EW1** automatisch angelegt und der Lastfall **LF1** ist der EW1 zugeordnet. Das Aussehen der Maske 1.2 ist identisch zu Beispiel 1 im Bild 5.2. Die EW2 bis EW5 werden mittels der Schaltfläche [Neue Einwirkung anlegen] im Abschnitt *Einwirkung* erzeugt. Bei der Zuordnung von LF6 und LF7 zur EW4 muss darauf geachtet werden, dass die Lastfälle einander ausschließen. Dies wird durch eine gleiche Bezeichnung in der Spalte *Alternativ* erreicht.

Bild 5.14: Maske 1.2 *Einwirkungen*

Die Einwirkungen werden in Maske 1.3 den Einwirkungskategorien zugeordnet. Es ist notwendig, für die Nutzlasten die beiden Einwirkungen EW2 und EW3 anzulegen, weil für Büros (LF2 und LF3, EW2) und für Verkaufsräume (LF4 und LF5, EW3) unterschiedliche Kombinationsbeiwerte ψ gelten. Nach [4], Anhang A, S. 37 werden aber Nutzlasten und Verkehrslasten innerhalb eines Gebäudes in der Regel zu einer unabhängigen Einwirkung zusammengefasst. Alle Nutz- und Verkehrslasten werden bei der Kombination nach der Formel 2.1 für 'Tragfähigkeit Grundkombination' als eine Einwirkung betrachtet, wenn man die Option *Nutzlasten und Verkehrslasten als eine unabhängige Einwirkung zusammenfassen* aktiviert.

Bild 5.15: Maske 1.3 *Einwirkungskategorien*

Es gibt auch in diesem Beispiel keine Imperfektionslastfälle.

Ergebnisse

Es wird für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ 203 Lastfallgruppen nach der Formel 2.1 generiert. In der Maske 2.1 sind diese zu sehen:

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen									
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	
Anwen-	Generierte	Bemessungs-	EW1	EW2	EW3	EW4	EW5		
den	Lastfallgruppen	situation							
1	☒	LG1	TG	1.35	-	-	-	-	-
2	☒	LG2 .. 4	TG	1.35	1.50	-	-	-	-
3	☒	LG5 .. 13	TG	1.35	1.50	1.50	-	-	-
4	☒	LG14 .. 31	TG	1.35	1.50	1.50	0.90	-	-
5	☒	LG32 .. 49	TG	1.35	1.50	1.50	0.90	0.75	-
6	☒	LG50 .. 58	TG	1.35	1.50	1.50	-	0.75	-
7	☒	LG59 .. 64	TG	1.35	1.50	-	0.90	-	-
8	☒	LG65 .. 70	TG	1.35	1.50	-	0.90	0.75	-
9	☒	LG71 .. 73	TG	1.35	1.50	-	-	0.75	-
10	☒	LG74 .. 76	TG	1.35	-	1.50	-	-	-
11	☒	LG77 .. 82	TG	1.35	-	1.50	0.90	-	-
12	☒	LG83 .. 88	TG	1.35	-	1.50	0.90	0.75	-
13	☒	LG89 .. 91	TG	1.35	-	1.50	-	0.75	-
14	☒	LG92 .. 93	TG	1.35	-	-	1.50	-	-
15	☒	LG94 .. 99	TG	1.35	1.05	-	1.50	-	-
16	☒	LG100 .. 117	TG	1.35	1.05	1.05	1.50	-	-
17	☒	LG118 .. 135	TG	1.35	1.05	1.05	1.50	0.75	-
18	☒	LG136 .. 141	TG	1.35	1.05	-	1.50	0.75	-
19	☒	LG142 .. 147	TG	1.35	-	1.05	1.50	-	-
20	☒	LG148 .. 153	TG	1.35	-	1.05	1.50	0.75	-
21	☒	LG154 .. 155	TG	1.35	-	-	1.50	0.75	-
22	☒	LG156	TG	1.35	-	-	-	1.50	-
23	☒	LG157 .. 159	TG	1.35	1.05	-	-	1.50	-
24	☒	LG160 .. 168	TG	1.35	1.05	1.05	-	1.50	-
25	☒	LG169 .. 186	TG	1.35	1.05	1.05	0.90	1.50	-
26	☒	LG187 .. 192	TG	1.35	1.05	-	0.90	1.50	-
27	☒	LG193 .. 195	TG	1.35	-	1.05	-	1.50	-
28	☒	LG196 .. 201	TG	1.35	-	1.05	0.90	1.50	-
29	☒	LG202 .. 203	TG	1.35	-	-	0.90	1.50	-

Bild 5.16: Maske 2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen (Gesamtdarstellung)

Die Tatsache, dass die Einwirkungen EW2 und EW3 als eine Einwirkung betrachtet werden, kann man in den Ergebnissen sehen. Diese beiden Einwirkungen sind gleichzeitig entweder als die vorherrschende Einwirkung $Q_{k,1}$ (Koeffizient 1.5) oder gleichzeitig als eine andere Einwirkung $Q_{k,i}$ (Koeffizient 1.05) berücksichtigt.

In den Lastfallgruppen LG14 bis LG31 sind sowohl EW2 als auch EW3 als *Vorherrschend* berücksichtigt.

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen									
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	
Anwen-	Generierte	Bemessungs-	EW1	EW2	EW3	EW4	EW5		
den	Lastfallgruppen	situation							
1	☒	LG1	TG	1.35	-	-	-	-	-
2	☒	LG2 .. 4	TG	1.35	1.50	-	-	-	-
3	☒	LG5 .. 13	TG	1.35	1.50	1.50	-	-	-
4	☒	LG14 .. 31	TG	1.35	1.50	1.50	0.90	-	-
5	☒	LG32 .. 49	TG	1.35	1.50	1.50	0.90	0.75	-
6	☒	LG50 .. 58	TG	1.35	1.50	1.50	-	0.75	-
7	☒	LG59 .. 64	TG	1.35	1.50	-	0.90	-	-
8	☒	LG65 .. 70	TG	1.35	1.50	-	0.90	0.75	-
9	☒	LG71 .. 73	TG	1.35	1.50	-	-	0.75	-
10	☒	LG74 .. 76	TG	1.35	-	1.50	-	-	-
11	☒	LG77 .. 82	TG	1.35	-	1.50	0.90	-	-
12	☒	LG83 .. 88	TG	1.35	-	1.50	0.90	0.75	-

Einwirkungen in generierter Lastfallgruppe LG14 .. 31					Tragfähigkeit - Grundkombination			
EW	Einwirkungs-Bezeichnung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$		
EW1	Ständige Einwirkungen	1.	☐	1.35	-	1.35		
EW2	Nutzlasten Büros	3.B	☒	1.50	-	1.50		
EW3	Nutzlasten Verkaufsräume	3.D	☒	1.50	-	1.50		
EW4	Windlasten	5.	☐	1.50	0.60	0.90		

Bild 5.17: Einwirkungen in generierten Lastfallgruppen LG14 .. 31

Eingaben für Generierung der Lastfallkombinationen

Der einzige Unterschied zur vorigen Eingabe liegt in Maske 1.1. Im Abschnitt *Generierung* muss die Option **Lastfallkombinationen - eventuelle Überlagerung** ausgewählt werden.

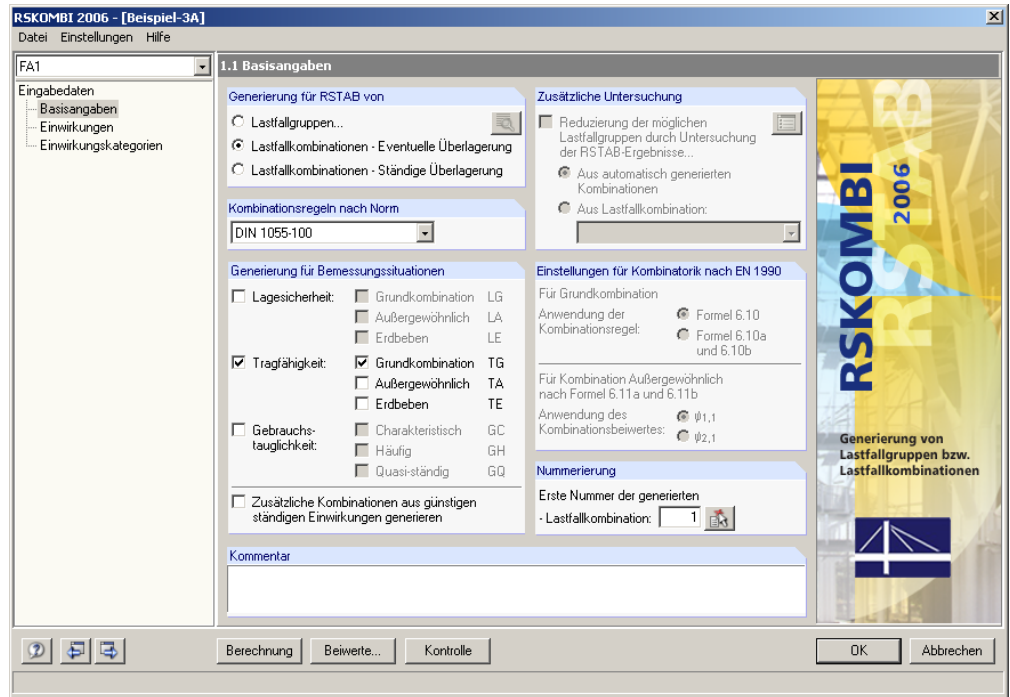
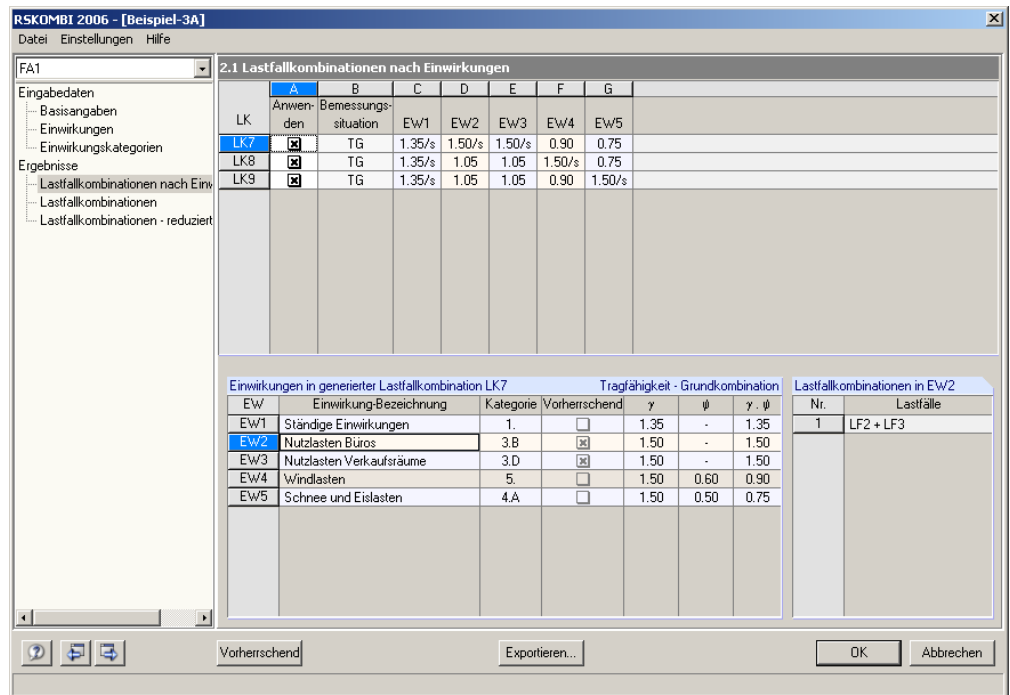


Bild 5.18: Maske 1.1 *Basisangaben*: Generierung von Lastfallkombinationen

Ergebnisse für Generierung der Lastfallkombinationen

Es werden für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ die drei Lastfallkombinationen LK7 bis LK9 für den Nachweis der Konstruktion generiert. Die Lastfallkombinationen werden nach der Formel 2.1 gebildet.



LK	Anwen-den	Bemessungs-situation	EW1	EW2	EW3	EW4	EW5
LK7	☒	TG	1.35/s	1.50/s	1.50/s	0.90	0.75
LK8	☒	TG	1.35/s	1.05	1.05	1.50/s	0.75
LK9	☒	TG	1.35/s	1.05	1.05	0.90	1.50/s

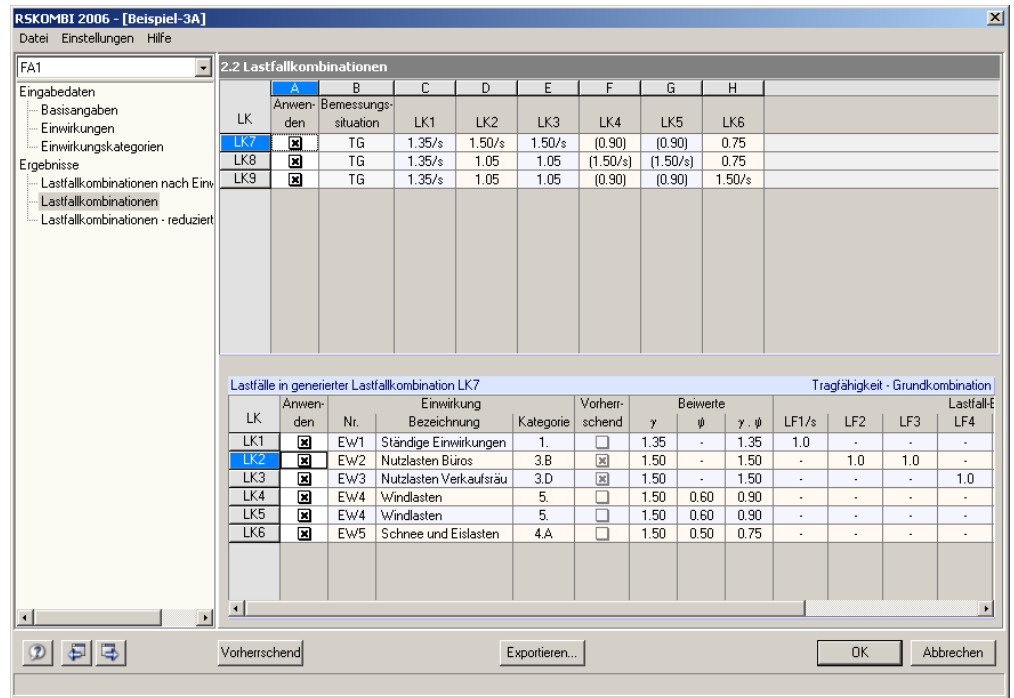
EW	Einwirkung-Bezeichnung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	$\gamma \cdot \psi$
EW1	Ständige Einwirkungen	1.	☐	1.35	-	1.35
EW2	Nutzlasten Büros	3.B	☒	1.50	-	1.50
EW3	Nutzlasten Verkaufsräume	3.D	☒	1.50	-	1.50
EW4	Windlasten	5.	☐	1.50	0.60	0.90
EW5	Schnee und Eislasten	4.A	☐	1.50	0.50	0.75

Nr.	Lastfälle
1	LF2 + LF3

Bild 5.19: Maske 2.1 *Lastfallkombinationen nach Einwirkungen*

Die Kombinationen LK1 bis LK6 sind alle möglichen Kombinationen von Lastfällen innerhalb der zugehörigen Einwirkungen. Im unteren Teil der Maske 2.1 im Bild 5.19 ist zu sehen, dass alle Möglichkeiten des Vorkommens von Lastfällen in der Einwirkung EW2 die innere Kombination LK2 $LF2+LF3$ darstellt. Wenn man auf andere Einwirkungen dort klickt, werden die inneren Kombinationen für diese Einwirkungen angezeigt.

Die Maske 2.2 unterscheidet sich von der Maske 2.1 hauptsächlich dadurch, dass die Einwirkungen durch die inneren Lastfallkombinationen im oberen Teil der Maske ersetzt werden. Wenn einige innere Lastfallkombinationen in Klammern sind, so stehen diese inneren Lastfallkombinationen in der Beziehung *Alternativ*.



LK	Anwenden	Bemessungssituation	LK1	LK2	LK3	LK4	LK5	LK6
LK7	☒	TG	1.35/s	1.50/s	1.50/s	(0.90)	(0.90)	0.75
LK8	☒	TG	1.35/s	1.05	1.05	(1.50/s)	(1.50/s)	0.75
LK9	☒	TG	1.35/s	1.05	1.05	(0.90)	(0.90)	1.50/s

LK	Anwenden	Nr.	Einwirkung Bezeichnung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ψ	Beiwerte $\gamma \cdot \psi$	Tragfähigkeit - Grundkombination	Lastfall-E
LK1	☒	EW1	Ständige Einwirkungen	1.	☐	1.35	-	1.35	1.0	-
LK2	☒	EW2	Nutzlasten Büros	3.B	☒	1.50	-	1.50	-	1.0
LK3	☒	EW3	Nutzlasten Verkaufsräume	3.D	☒	1.50	-	1.50	-	1.0
LK4	☒	EW4	Windlasten	5.	☐	1.50	0.60	0.90	-	-
LK5	☒	EW4	Windlasten	5.	☐	1.50	0.60	0.90	-	-
LK6	☒	EW5	Schnee und Eislasten	4.A	☐	1.50	0.50	0.75	-	-

Bild 5.20: Maske 2.2 Lastfallkombinationen

Im unteren Teil der Maske 2.2 werden die inneren Lastfallkombinationen aufgelistet.

Die Lastfallkombination LK7 wird zum Beispiel in der Maske 2.1 (Bild 5.19) so ausgedrückt:

$$1.35EW1/s + 1.50EW2/s + 1.50EW3 + 0.90EW4 + 0.75EW5$$

Wenn man EW1 durch LK1, EW2 durch LK2, EW3 durch LK3, EW4 durch LK4 oder LK5 und EW5 durch LK6 ersetzt, dann bekommt man:

$$LK7: 1.35LK1/s + 1.50LK2/s + 1.50LK3/s + 0.90LK4 \text{ oder } 0.90LK5 + 0.75LK6.$$

5.4 Skelettbau nach DIN 1055-100 mit Imperfektionen

System und Belastung

Der Skelettbau aus Beispiel 3 wird wieder durch ständige Last, Nutzlast für Büros, Nutzlast für Verkaufsräume, Wind und Schnee belastet. Im Unterschied zum Beispiel 3 werden im Beispiel 4 auch Imperfektionen angesetzt.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1	EW1	ständig
LF2, LF3	EW2	Nutzlast, 3.B – Büros $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0,30$
LF4, LF5	EW3	Nutzlast, 3.D – Verkaufsräume $\psi_0 = 0,70, \psi_1 = 0,70, \psi_2 = 0,60$
LF6 oder LF7	EW4	5. – Windlasten $\psi_0 = 0,60, \psi_1 = 0,50, \psi_2 = 0$
LF8	EW5	4.A – Schnee- und Eislasten – Orte bis NN + 1000 m $\psi_0 = 0,50, \psi_1 = 0,20, \psi_2 = 0$
LF9, LF10		Imperfektionslastfälle

Tabelle 5.5: Lastfälle und Einwirkungen

Die Lastfallgruppen nach DIN 1055-100 für die Bemessungssituation Tragfähigkeit Grundkombination sind zu generieren.

Eingaben

Die Eingaben in den Masken 1.1, 1.2 und 1.3 sind identisch mit Beispiel 3.

Nach dem Öffnen der Maske 1.4 werden die Imperfektionslastfälle LF9 und LF10 aufgelistet.

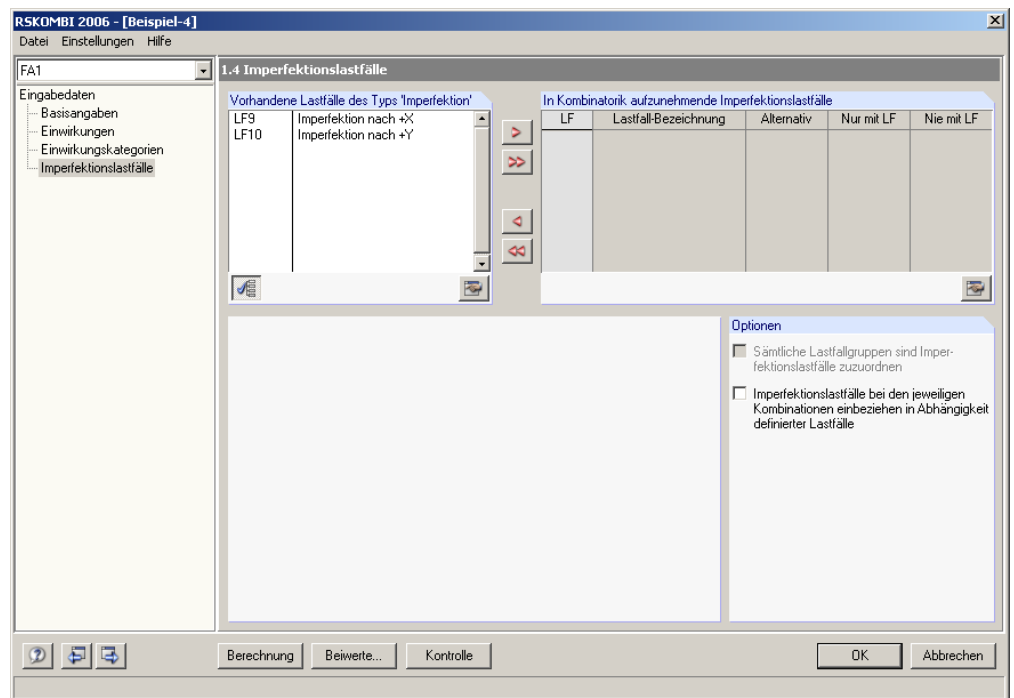


Bild 5.21: Maske 1.4 Imperfektionslastfälle



Damit sowohl der Lastfall LF9 als auch der Lastfall LF10 in den generierten Lastfallgruppen berücksichtigt werden, müssen sie mittels der Pfeile in die Liste *Im Kombinatorik aufzunehmende Lastfälle* aufgenommen werden. Die Imperfektionen LF9 und LF10 können nie zusammen wirken, deshalb müssen beide Lastfälle in der Spalte *Alternativ* mit der gleichen Bezeichnung versehen werden.

Die Berechnung von Lastfallgruppen wird nach der Theorie II. Ordnung durchgeführt. Deshalb sollte jede Lastfallgruppe einen Imperfektionslastfall beinhalten. Aus diesem Grund wird die Option *Sämtlichen Lastfallgruppen sind Imperfektionslastfälle zuzuordnen* aktiviert.

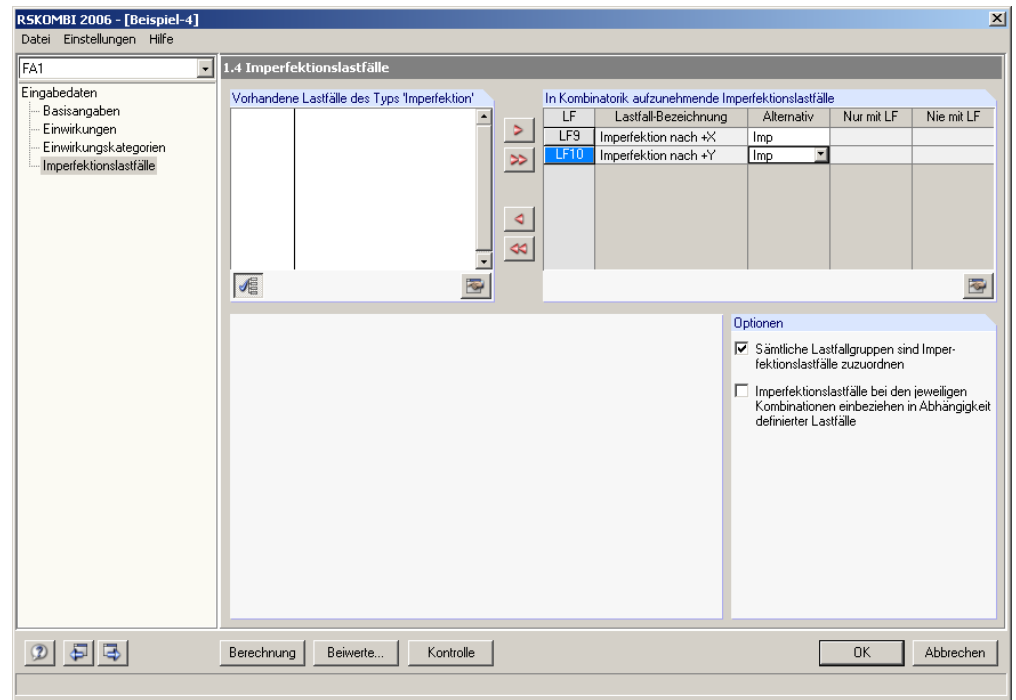


Bild 5.22: Maske 1.4 Imperfektionslastfälle, LF9 und LF10 in Kombinatorik

Ergebnisse

Es werden für die Bemessungssituation ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ 406 Lastfallgruppen nach Formel 2.1 generiert, die in der Maske 2.1 zu sehen sind (Bild 5.23).

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen								
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H
Anwen-	Generierte	Bemessungs-	EW1	EW2	EW3	EW4	EW5	
den	Lastfallgruppen	situation						
1	☒	LG1 .. 2	TG	1.35	-	-	-	-
2	☒	LG3 .. 8	TG	1.35	1.50	-	-	-
3	☒	LG9 .. 26	TG	1.35	1.50	1.50	-	-
4	☒	LG27 .. 62	TG	1.35	1.50	1.50	0.90	-
5	☒	LG63 .. 98	TG	1.35	1.50	1.50	0.90	0.75
6	☒	LG99 .. 116	TG	1.35	1.50	1.50	-	0.75
7	☒	LG117 .. 128	TG	1.35	1.50	-	0.90	-
8	☒	LG129 .. 140	TG	1.35	1.50	-	0.90	0.75
9	☒	LG141 .. 146	TG	1.35	1.50	-	-	0.75
10	☒	LG147 .. 152	TG	1.35	-	1.50	-	-
11	☒	LG153 .. 164	TG	1.35	-	1.50	0.90	-
12	☒	LG165 .. 176	TG	1.35	-	1.50	0.90	0.75
13	☒	LG177 .. 182	TG	1.35	-	1.50	-	0.75
14	☒	LG183 .. 186	TG	1.35	-	-	1.50	-
15	☒	LG187 .. 198	TG	1.35	1.05	-	1.50	-
16	☒	LG199 .. 234	TG	1.35	1.05	1.05	1.50	-
17	☒	LG235 .. 270	TG	1.35	1.05	1.05	1.50	0.75
18	☒	LG271 .. 282	TG	1.35	1.05	-	1.50	0.75
19	☒	LG283 .. 294	TG	1.35	-	1.05	1.50	-
20	☒	LG295 .. 306	TG	1.35	-	1.05	1.50	0.75
21	☒	LG307 .. 310	TG	1.35	-	-	1.50	0.75
22	☒	LG311 .. 312	TG	1.35	-	-	-	1.50
23	☒	LG313 .. 318	TG	1.35	1.05	-	-	1.50
24	☒	LG319 .. 336	TG	1.35	1.05	1.05	-	1.50
25	☒	LG337 .. 372	TG	1.35	1.05	1.05	0.90	1.50
26	☒	LG373 .. 384	TG	1.35	1.05	-	0.90	1.50
27	☒	LG385 .. 390	TG	1.35	-	1.05	-	1.50
28	☒	LG391 .. 402	TG	1.35	-	1.05	0.90	1.50
29	☒	LG403 .. 406	TG	1.35	-	-	0.90	1.50

Bild 5.23: Maske 2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen (Gesamtdarstellung)

Wenn man die Ergebnisse des Beispiels 4 (Bild 5.23) mit den Ergebnissen des vorherigen Beispiels 3 (Bild 5.16) vergleicht, so erkennt man, dass nun doppelt so viele Lastfallgruppen generiert werden. Die Ursache liegt darin, dass jeder Lastfallgruppe einmal LF 9 und einmal LF 10 als Imperfektionen zugewiesen wurde.

2.2 Lastfallgruppen													
LG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Anwen-	Generierte	Bemessungs-	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6	LF7	LF8	LF9	LF10	
den	Lastfallgruppen	situation											
LG1	☒	TG	1.35	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	
LG2	☒	TG	1.35	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
LG3	☒	TG	1.35	1.50	-	-	-	-	-	-	1.00	-	
LG4	☒	TG	1.35	1.50	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
LG5	☒	TG	1.35	1.50	1.50	-	-	-	-	-	1.00	-	
LG6	☒	TG	1.35	1.50	1.50	-	-	-	-	-	-	1.00	
LG7	☒	TG	1.35	-	1.50	-	-	-	-	-	1.00	-	
LG8	☒	TG	1.35	-	1.50	-	-	-	-	-	-	1.00	
LG9	☒	TG	1.35	1.50	-	1.50	-	-	-	-	1.00	-	
LG10	☒	TG	1.35	1.50	-	1.50	-	-	-	-	-	1.00	
LG11	☒	TG	1.35	1.50	-	1.50	1.50	-	-	-	1.00	-	
LG12	☒	TG	1.35	1.50	-	1.50	1.50	-	-	-	-	1.00	

Lastfälle in generierter Lastfallgruppe LG1							
LF	Lastfall-Bezeichnung	Einwirkung	Kategorie	Vorherrschend	γ	ϕ	$\gamma \cdot \phi$
LF1	Eigengewicht	EW1	1.	☐	1.35	-	1.35
LF9	Imperfektion nach 4X						

Bild 5.24: Maske 2.2 Lastfallgruppen

Anmerkung

Manchmal weiß man im voraus, dass Imperfektionslastfälle zu bestimmten Lastfällen gehören oder zusammen mit anderen Lastfällen keinen Sinn ergeben. Im Beispiel beinhaltet der LF6 Wind in Richtung +X und der LF7 Wind in Richtung +Y. Der Imperfektionslastfall LF9 ist eine Schiefstellung in Richtung +X und der LF10 in Richtung +Y. Es ist deshalb nicht sinnvoll, die Lastfallgruppen mit LF6 zusammen mit LF10 sowie LF7 zusammen mit LF9 zu generieren, da diese Lastfallgruppen nicht maßgebend sind.

In RSKOMBI kann diese Tatsache zur Reduktion von generierten Lastfallgruppen ausnutzt werden, wenn man in Maske 1.4 das Kontrollfeld *Imperfektionslastfälle bei den jeweiligen Kombinationen einbeziehen in Abhängigkeit definierter Lastfälle* aktiviert.

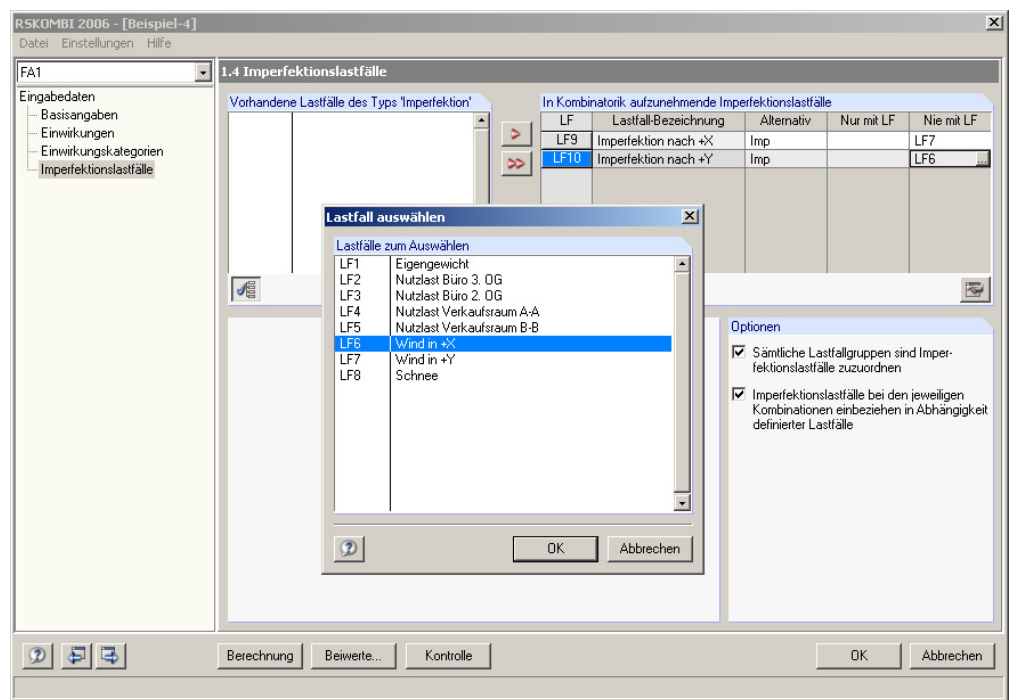


Bild 5.25: Maske 1.4 Imperfektionen, Kontrollfelder Optionen

Wenn man nun die Generierung nochmals durchführt, werden anstelle von 406 Lastfallgruppen nur noch 250 Lastfallgruppen generiert.

5.5 Rahmen nach DIN 18800

System und Belastung

Ein Rahmen wird durch ständige Last, durch zwei veränderliche Einwirkungen und durch zwei außergewöhnliche Einwirkungen belastet.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1	EW1	ständig
LF2, LF3, LF4	EW2	veränderlich (Nutzlast)
LF5	EW3	veränderlich (Verkehrslast)
LF6	EW4	außergewöhnlich
LF7	EW5	außergewöhnlich

Tabelle 5.6: Lastfälle und Einwirkungen

Es sind Lastfallgruppen nach DIN 18800 für alle Bemessungssituationen zu generieren.

Eingaben

In Maske 1.1 *Basisangaben* wird die Generierung von **Lastfallgruppen**, Kombinationsregeln nach DIN 18800 und die Generierung für **alle Bemessungssituationen** ausgewählt.

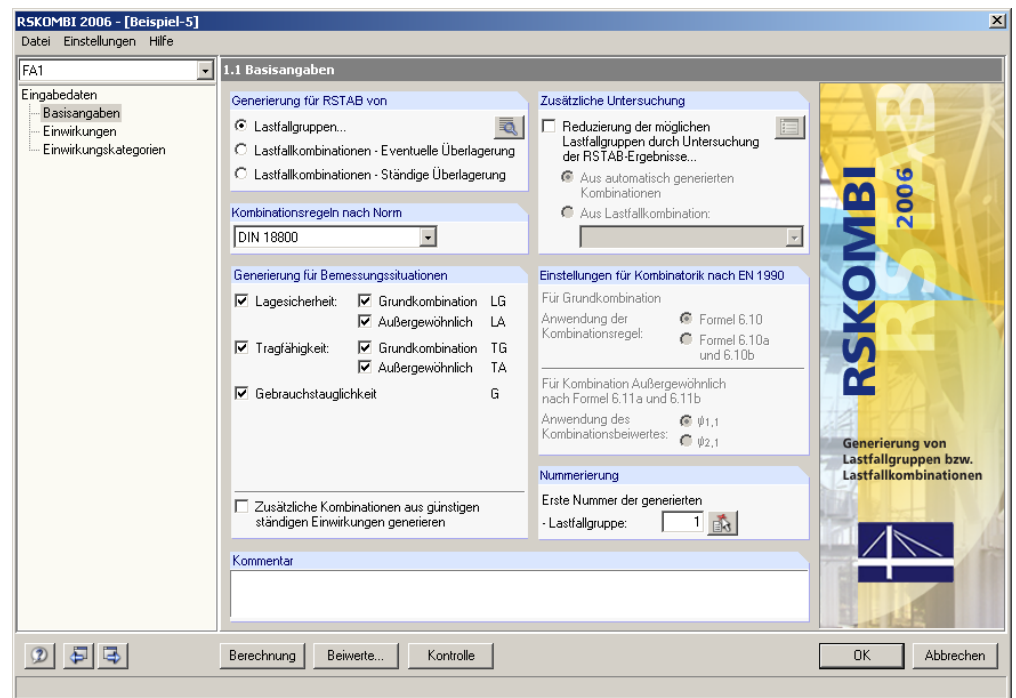


Bild 5.26: Maske 1.1 *Basisangaben*

Nach dem Öffnen der Maske 1.2 ist die Einwirkung **EW1** automatisch angelegt und der Lastfall **LF1** ist der EW1 zugeordnet. Die anderen in RSTAB definierten Lastfälle sind im Abschnitt *Vorhandene Lastfälle* aufgelistet.

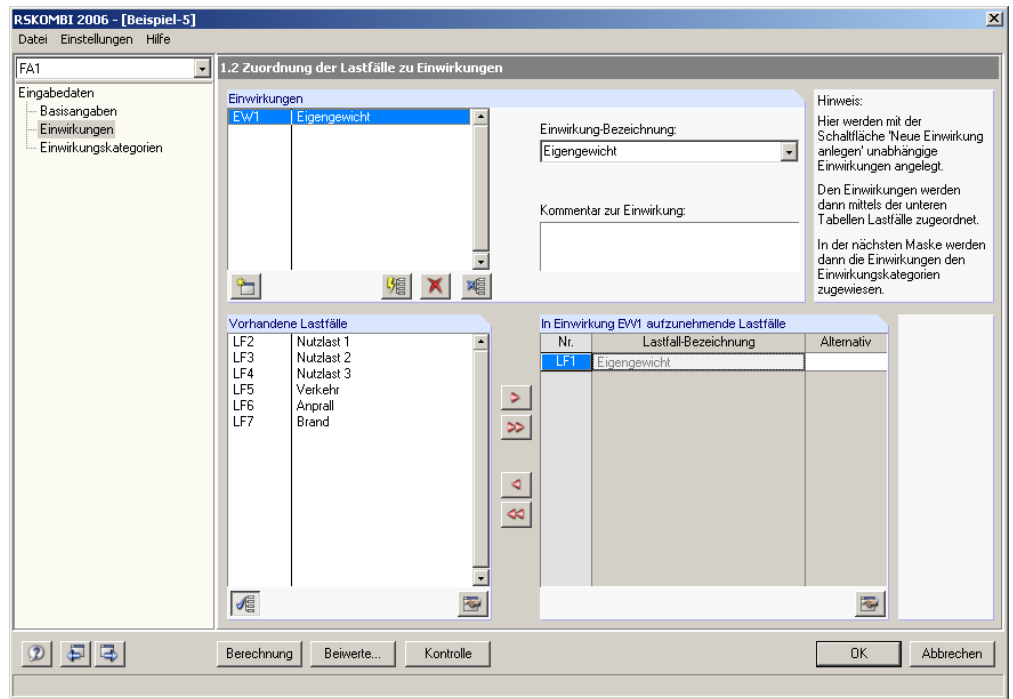


Bild 5.27: Maske 1.2 Einwirkungen



Mit der Schaltfläche [Neue Einwirkung anlegen] werden nun die Einwirkungen EW2 bis EW5 erzeugt und den Einwirkungen anschließend die zugehörigen Lastfälle zugeordnet.

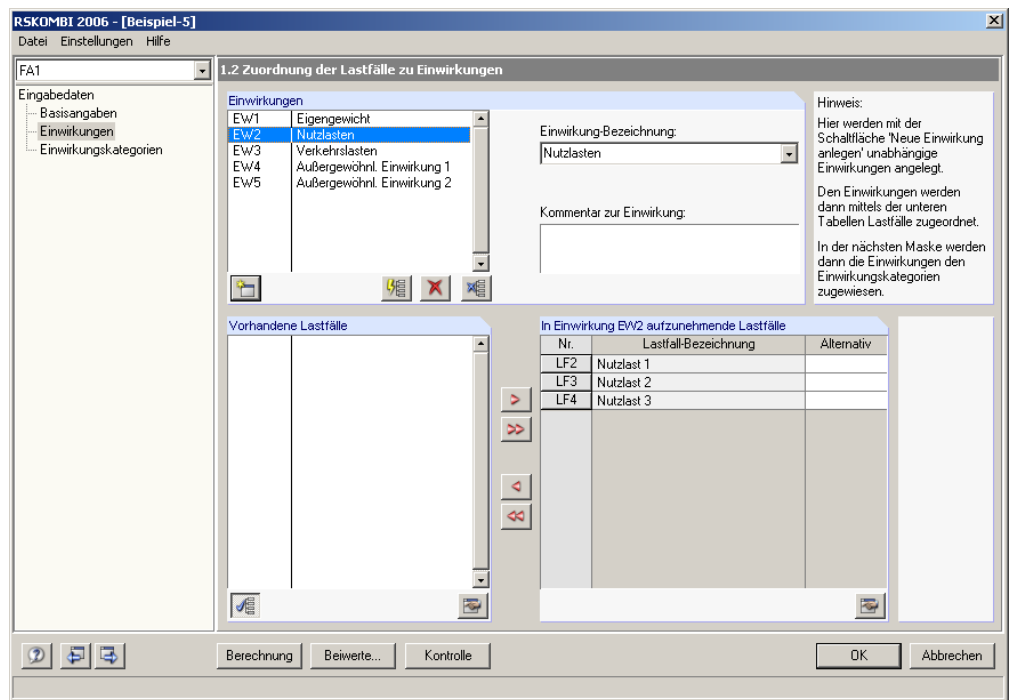


Bild 5.28: Einwirkungen mit zugeordneten Lastfällen

Diese Einwirkungen werden in der nächsten Maske 1.3 *Einwirkungskategorien* den zugehörigen Einwirkungskategorien zugeordnet.

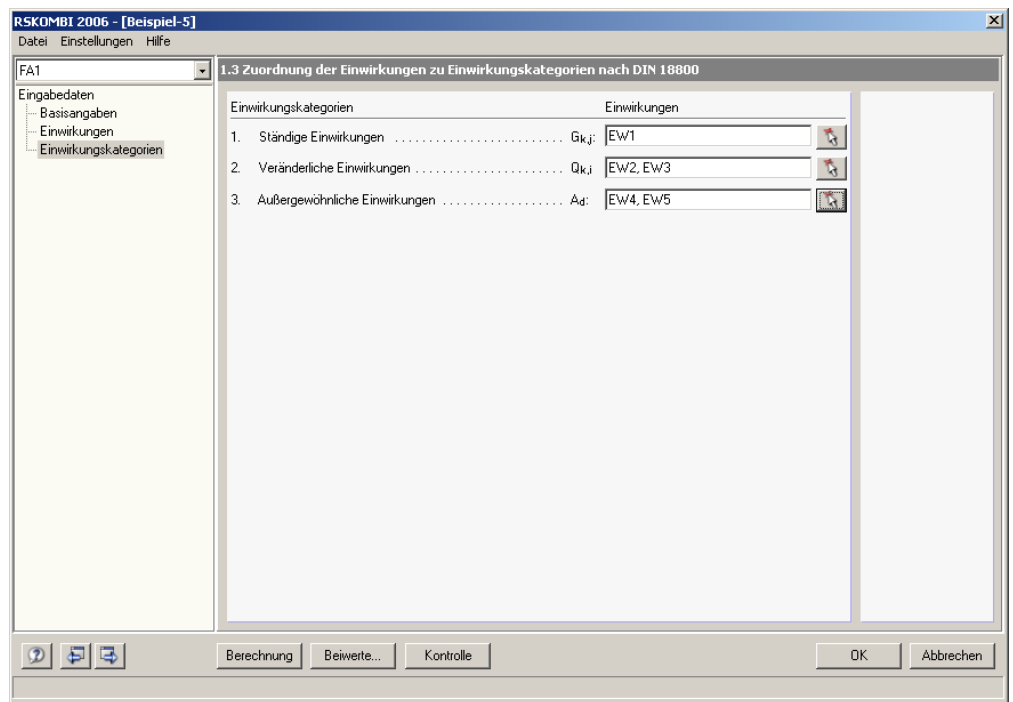


Bild 5.29: Maske 1.3 *Einwirkungskategorien*

Weil für dieses Beispiel in RSTAB keine Imperfektionslastfälle definiert wurden, ist die Eingabe des Beispiels beendet.

Ergebnisse

In Maske 2.1 werden 128 Lastfallgruppen ausgegeben. Es handelt sich dabei um

- 16 Lastfallgruppen für ‚Tragfähigkeit-Grundkombination‘ (TG, LG1 bis LG16, nach Formel 2.7 und Formel 2.8)
- 32 Lastfallgruppen für ‚Tragfähigkeit-Außergewöhnlich‘ (TA, LG17 bis LG48, nach Formel 2.9)
- 32 Lastfallgruppen für ‚Lagesicherheit-Grundkombination‘ (LG, LG49 bis LG80, nach Formel 2.7 und Formel 2.8)
- 32 Lastfallgruppen für ‚Lagesicherheit-Außergewöhnlich‘ (LA, LG81 bis LG 112, nach Formel 2.9)
- 16 Lastfallgruppen für ‚Gebrauchstauglichkeit‘ (G, LG113 – LG128, nach Formel 2.7)

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen								
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Anwen- den	Generierte Lastfallgruppen	Bemessungs- situation	EW1	EW2	EW3	EW4	EW5
1	☒	LG1	TG	1.35	-	-	-	-
2	☒	LG2 .. 8	TG	1.35	1.50	-	-	-
3	☒	LG9 .. 15	TG	1.35	1.35	1.35	-	-
4	☒	LG16	TG	1.35	-	1.50	-	-
5	☒	LG17	TA	1.00	-	-	1.00	-
6	☒	LG18	TA	1.00	-	-	-	1.00
7	☒	LG19 .. 25	TA	1.00	0.90	-	1.00	-
8	☒	LG26 .. 32	TA	1.00	0.90	0.90	1.00	-
9	☒	LG33	TA	1.00	-	0.90	1.00	-
10	☒	LG34 .. 40	TA	1.00	0.90	-	-	1.00
11	☒	LG41 .. 47	TA	1.00	0.90	0.90	-	1.00
12	☒	LG48	TA	1.00	-	0.90	-	1.00
13	☒	LG49	LG	1.10	-	-	-	-
14	☒	LG50 .. 56	LG	1.10	1.50	-	-	-
15	☒	LG57 .. 63	LG	1.10	1.35	1.35	-	-
16	☒	LG64	LG	1.10	-	1.50	-	-
17	☒	LG65	LG	0.90	-	-	-	-
18	☒	LG66 .. 72	LG	0.90	1.50	-	-	-
19	☒	LG73 .. 79	LG	0.90	1.35	1.35	-	-
20	☒	LG80	LG	0.90	-	1.50	-	-
21	☒	LG81	LA	1.00	-	-	1.00	-
22	☒	LG82	LA	1.00	-	-	-	1.00
23	☒	LG83 .. 89	LA	1.00	0.90	-	1.00	-
24	☒	LG90 .. 96	LA	1.00	0.90	0.90	1.00	-
25	☒	LG97	LA	1.00	-	0.90	1.00	-
26	☒	LG98 .. 104	LA	1.00	0.90	-	-	1.00
27	☒	LG105 .. 111	LA	1.00	0.90	0.90	-	1.00
28	☒	LG112	LA	1.00	-	0.90	-	1.00
29	☒	LG113	G	1.00	-	-	-	-
30	☒	LG114 .. 120	G	1.00	1.00	-	-	-
31	☒	LG121 .. 127	G	1.00	1.00	1.00	-	-
32	☒	LG128	G	1.00	-	1.00	-	-

Bild 5.30: Maske 2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen (Gesamtdarstellung)

5.6 Trägerrost nach EN 1990

System und Belastung

Ein Trägerrost wird durch ständige Last, Nutzlasten, Verkehrslast, Schneelast und Windlast belastet.

Lastfall	Einwirkung	Einwirkungskategorie
LF1	EW1	ständig
LF2, LF3, LF4	EW2	Nutzlast, 3.D - Verkaufsräume
LF5	EW3	Verkehrslast, 3.F – Fahrzeug < 30 kN
LF6	EW4	Schnee- und Eislasten – andere CEN Länder – Orte über NN + 1000 m
LF7 oder LF8	EW5	Windlast

Tabelle 5.7: Lastfälle und Einwirkungen

Es sind Lastfallgruppen nach EN 1990 CEN für die Bemessungssituationen ‚Tragfähigkeit Grundkombination‘ zu generieren.

Eingaben

In Maske 1.1 *Basisangaben* wird die Generierung von **Lastfallgruppen**, Kombinationsregeln nach **EN 1990** und die Generierung für die Bemessungssituationen **Tragfähigkeit Grundkombination** festgelegt. Um Material zu sparen, wird zusätzlich die Anwendung der Kombinationsregel nach **Formeln 6.10a und 6.10b** ausgewählt. Die Formeln 6.10a und 6.10b in der EN 1990 entsprechen der Formel 2.11 und der Formel 2.12 in diesem Handbuch.

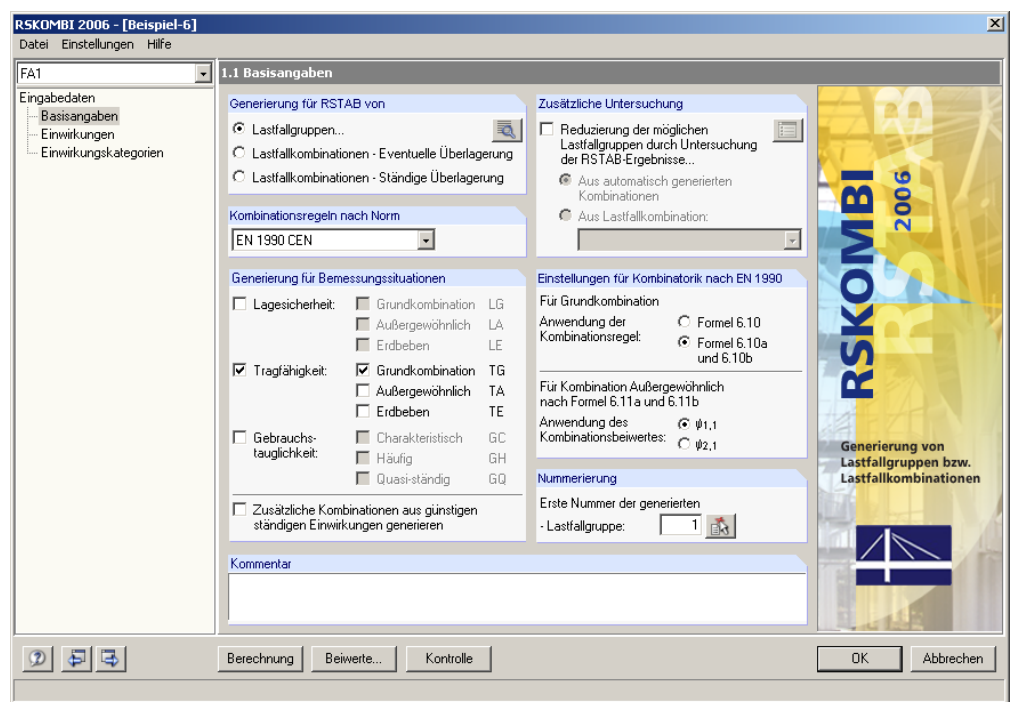


Bild 5.31: Maske 1.1 *Basisangaben*

Nach dem Öffnen der Maske 1.2 ist die Einwirkung **EW1** automatisch angelegt und der Lastfall **LF1** ist der EW1 zugeordnet. Die anderen in RSTAB definierten Lastfälle sind im Abschnitt *Vorhandene Lastfälle* aufgelistet.

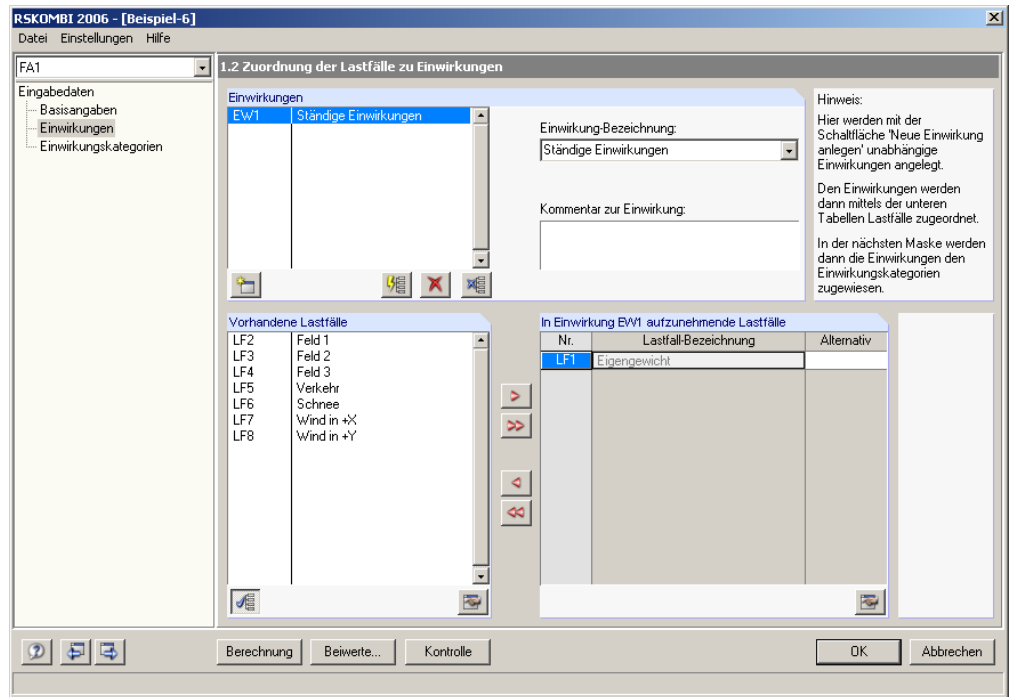


Bild 5.32: Maske 1.2 Einwirkungen



Jetzt werden EW2 bis EW5 mittels der Schaltfläche [Neue Einwirkung anlegen] erzeugt. Bei der Zuordnung von LF7 und LF8 zur EW5 ist darauf zu achten, dass LF7 und LF8 in der Beziehung *Alternativ* zueinander stehen.

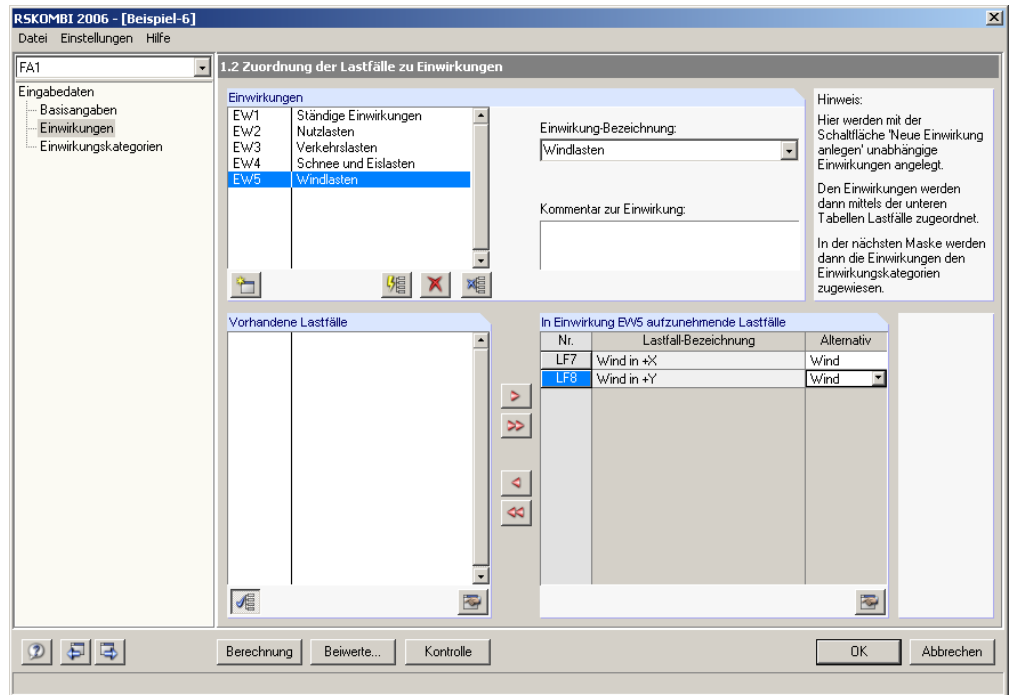
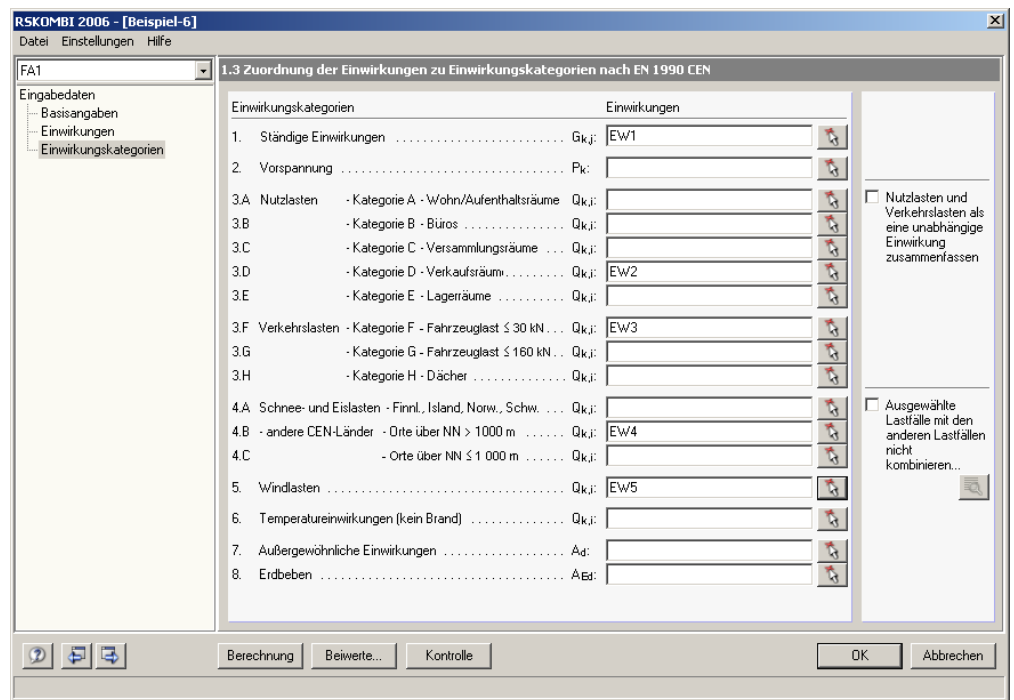


Bild 5.33: Einwirkungen mit zugeordneten Lastfällen

Diese Einwirkungen werden anschließend in Maske 1.3 den zugehörigen Einwirkungskategorien zugeordnet.



RSKOMBI 2006 - [Beispiel-6]

Datei Einstellungen Hilfe

FA1

Eingabedaten

- Basisangaben
- Einwirkungen
- Einwirkungskategorien

1.3 Zuordnung der Einwirkungen zu Einwirkungskategorien nach EN 1990 CEN

Einwirkungskategorien	Einwirkungen	Gk,j
1. Ständige Einwirkungen		Gk,j: EW1
2. Vorspannung		Pk,j:
3.A Nutzlasten - Kategorie A - Wohn/Aufenthaltsräume		Qk,j:
3.B - Kategorie B - Büros		Qk,j:
3.C - Kategorie C - Versammlungsräume		Qk,j:
3.D - Kategorie D - Verkaufsräume		Qk,j: EW2
3.E - Kategorie E - Lagerräume		Qk,j:
3.F Verkehrslasten - Kategorie F - Fahrzeuglast ≤ 30 kN		Qk,j: EW3
3.G - Kategorie G - Fahrzeuglast ≤ 160 kN		Qk,j:
3.H - Kategorie H - Dächer		Qk,j:
4.A Schnee- und Eislasten - Finnland, Island, Norwegen, Schweden		Qk,j:
4.B - andere CEN-Länder - Orte über NN > 1000 m		Qk,j: EW4
4.C - Orte über NN ≤ 1000 m		Qk,j:
5. Windlasten		Qk,j: EW5
6. Temperatureinwirkungen (kein Brand)		Qk,j:
7. Außergewöhnliche Einwirkungen		Ad:
8. Erdbeben		ABd:

☐ Nutzlasten und Verkehrslasten als eine unabhängige Einwirkung zusammenfassen

☐ Ausgewählte Lastfälle mit den anderen Lastfällen nicht kombinieren...

Berechnung Beiwerte... Kontrolle OK Abbrechen

Bild 5.34: Maske 1.3 *Einwirkungskategorien*

Da in diesem Beispiel in RSTAB keine Imperfektionslastfälle definiert wurden, ist die Eingabe des Beispiels hiermit beendet.

Ergebnisse in RSKOMBI

In Maske 2.1 werden 341 Lastfallgruppen ausgegeben. Die Lastfallgruppen LG1 bis LG96 wurden nach Formel 2.11, die Lastfallgruppen LG97 bis LG341 nach Formel 2.12 generiert.

2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen								
Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H
	Anwen- den	Generierte Lastfallgruppen	Bemessungs- situation	EW1	EW2	EW3	EW4	EW5
1	☒	LG1	TG	1.35	-	-	-	-
2	☒	LG2 .. 8	TG	1.35	1.05	-	-	-
3	☒	LG9 .. 15	TG	1.35	1.05	1.05	-	-
4	☒	LG16 .. 22	TG	1.35	1.05	1.05	1.05	-
5	☒	LG23 .. 36	TG	1.35	1.05	1.05	1.05	0.90
6	☒	LG37 .. 50	TG	1.35	1.05	1.05	-	0.90
7	☒	LG51 .. 57	TG	1.35	1.05	-	1.05	-
8	☒	LG58 .. 71	TG	1.35	1.05	-	1.05	0.90
9	☒	LG72 .. 85	TG	1.35	1.05	-	-	0.90
10	☒	LG86	TG	1.35	-	1.05	-	-
11	☒	LG87	TG	1.35	-	1.05	1.05	-
12	☒	LG88 .. 89	TG	1.35	-	1.05	1.05	0.90
13	☒	LG90 .. 91	TG	1.35	-	1.05	-	0.90
14	☒	LG92	TG	1.35	-	-	1.05	-
15	☒	LG93 .. 94	TG	1.35	-	-	1.05	0.90
16	☒	LG95 .. 96	TG	1.35	-	-	-	0.90
17	☒	LG97	TG	1.15	-	-	-	-
18	☒	LG98 .. 104	TG	1.15	1.50	-	-	-
19	☒	LG105 .. 111	TG	1.15	1.50	1.05	-	-
20	☒	LG112 .. 118	TG	1.15	1.50	1.05	1.05	-
21	☒	LG119 .. 132	TG	1.15	1.50	1.05	1.05	0.90
22	☒	LG133 .. 146	TG	1.15	1.50	1.05	-	0.90
23	☒	LG147 .. 153	TG	1.15	1.50	-	1.05	-
24	☒	LG154 .. 167	TG	1.15	1.50	-	1.05	0.90
25	☒	LG168 .. 181	TG	1.15	1.50	-	-	0.90
26	☒	LG182	TG	1.15	-	1.50	-	-
27	☒	LG183 .. 189	TG	1.15	1.05	1.50	-	-
28	☒	LG190 .. 196	TG	1.15	1.05	1.50	1.05	-
29	☒	LG197 .. 210	TG	1.15	1.05	1.50	1.05	0.90
30	☒	LG211 .. 224	TG	1.15	1.05	1.50	-	0.90
31	☒	LG225	TG	1.15	-	1.50	1.05	-
32	☒	LG226 .. 227	TG	1.15	-	1.50	1.05	0.90
33	☒	LG228 .. 229	TG	1.15	-	1.50	-	0.90
34	☒	LG230	TG	1.15	-	-	1.50	-
35	☒	LG231 .. 237	TG	1.15	1.05	-	1.50	-
36	☒	LG238 .. 244	TG	1.15	1.05	1.05	1.50	-
37	☒	LG245 .. 258	TG	1.15	1.05	1.05	1.50	0.90
38	☒	LG259 .. 272	TG	1.15	1.05	-	1.50	0.90
39	☒	LG273	TG	1.15	-	1.05	1.50	-
40	☒	LG274 .. 275	TG	1.15	-	1.05	1.50	0.90
41	☒	LG276 .. 277	TG	1.15	-	-	1.50	0.90
42	☒	LG278 .. 279	TG	1.15	-	-	-	1.50
43	☒	LG280 .. 293	TG	1.15	1.05	-	-	1.50
44	☒	LG294 .. 307	TG	1.15	1.05	1.05	-	1.50
45	☒	LG308 .. 321	TG	1.15	1.05	1.05	1.05	1.50
46	☒	LG322 .. 335	TG	1.15	1.05	-	1.05	1.50
47	☒	LG336 .. 337	TG	1.15	-	1.05	-	1.50
48	☒	LG338 .. 339	TG	1.15	-	1.05	1.05	1.50
49	☒	LG340 .. 341	TG	1.15	-	-	1.05	1.50

Bild 5.35: Maske 2.1 Lastfallgruppen nach Einwirkungen (Gesamtdarstellung)

A: Literatur

- [1] DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke. Ausgabe März 2001
- [2] DIN 18 800 Stahlbauten. Ausgabe November 1990
- [3] EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung
- [4] Grünberg, J.: Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln für den konstruktiven Ingenieurbau. Erläuterungen zu DIN 1055-100, Ausgabe 2004