

# Tragwerksentwurf

Peter Marti, Zürich

## 1 EINLEITUNG

Ziffer 2.1.1 der Norm SIA 260 formuliert die Zielsetzung des Tragwerksentwurfs: *Der Entwurf soll, ausgehend von den Nutzungsanforderungen, zu einem geeigneten Tragwerkskonzept führen.*

Ziffer 2.3.1 umschreibt die grundlegenden Anforderungen an ein Tragwerk: *Ein Tragwerk soll bei angemessener Einpassung, Gestaltung und Zuverlässigkeit wirtschaftlich, robust und dauerhaft sein.*

Die hier verwendeten Fachausdrücke sind in Ziffer 1.1 der Norm SIA 260 definiert. Ihr Zusammenhang geht aus Figur 1 der Norm SIA 260 hervor.

Gemäss Ziffer 2.1.2 der Norm SIA 260 sind die Nutzungsanforderungen (die aus der vorgesehenen Nutzung resultierenden Anforderungen an die Eigenschaften und das Verhalten eines Bauwerks) in der **Nutzungsvereinbarung** festzuhalten.

Ziffer 2.1.3 verlangt, dass die aus dem Entwurf sich ergebenden Grundlagen und Anforderungen für die weitere Projektierung, Ausführung, Nutzung und Erhaltung in der **Projektbasis** darzustellen sind.

In der Folge werden die mit der Norm SIA 260 neu eingeführten Begriffe „Nutzungsvereinbarung“ und „Projektbasis“ am Beispiel eines Industriegebäudes erläutert. Dieses ist mit dem von Jean-Paul Lebet, Miroslav Matousek und Peter Matt bei der Einführung in die Norm SIA 160 (1989) verwendeten Beispiel [2.1] weitgehend identisch. Ein direkter Vergleich mit den dort dargestellten Nutzungs- und Sicherheitsplänen sowie den entsprechenden Grundlagen für Tragwerksanalyse, Bemessung, Kontroll-

plan, Nutzungsanweisungen, Überwachungsplan und Unterhaltsplan wird dadurch ermöglicht.

Einige Bemerkungen zur Entwurfsarbeit schliessen den vorliegenden Beitrag ab.

## 2 NUTZUNGSVEREINBARUNG

Gemäss Ziffer 2.2.1 der Norm SIA 260 ist die Nutzungsvereinbarung auf Grund eines Dialogs zwischen Bauherrschaft und Projektverfassenden zu erstellen. Die Nutzungs- und Schutzziele der Bauherrschaft sowie die grundlegenden Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften für die Projektierung, Ausführung und Nutzung des Bauwerks sind in einer für die Bauherrschaft verständlichen Sprache festzuhalten.

Das Aufstellen der Nutzungsvereinbarung gehört zum Vorprojekt. Grundsätzlich sind alle Entscheidungen festzuhalten, die von den Projektverfassenden nicht allein verantwortet werden können.

Ein besonders umsichtiges und sorgfältiges Vorgehen beim Aufstellen der Nutzungsvereinbarung ist für einen geordneten Projektablauf von grosser Bedeutung. Änderungen und Ergänzungen der Nutzungsvereinbarung im Rahmen des Bauprojekts und des Ausführungsprojekts sollten so weit wie möglich vermieden werden.

Die folgende Darstellung einer Nutzungsvereinbarung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll lediglich eine mögliche Darstellungsart vermitteln und zum Weiterdenken anregen.

**Nutzungsvereinbarung für das Industriegebäude XY in Z**

**1. Allgemeine Ziele für die Nutzung**

**1.1 Baubeschrieb und vorgesehene Nutzung**

Beim vorliegenden Projekt handelt es sich um ein neu zu erstellendes Industriegebäude, in dem Haushaltgeräte hergestellt und verkauft werden sollen. Das im Grundriss rechteckige Gebäude mit Abmessungen von 25 x 50 m soll vier oberirdische und zwei unterirdische Geschosse mit Stockwerkshöhen von 4 bzw. 3 m aufweisen. Die beiden als Garagen für Personenwagen dienenden Untergeschosse sind über Rampen auf der Nordseite des Gebäudes zu erschliessen. Erdgeschoss und erstes Obergeschoss umfassen Lager- und Produktionsflächen; eine spätere Nutzung als Verkaufsflächen (Einkaufszentrum) ist nicht ausgeschlossen. Eine Lastwagenzufahrt an der Nordseite des Gebäudes ist zu gewährleisten. Das zweite und dritte Obergeschoss sind für die Aufnahme von Ausstellungs- und Verkaufsräumlichkeiten bzw. Büros vorgesehen. Das Dach ist lediglich für Unterhaltsarbeiten zugänglich; eine Aufstockung ist nicht vorgesehen.

Als Baugrund liegt eine ca. 15 m dicke Oberflächenschicht aus siltigem Kies vor, die auf einer mächtigen Schottererschicht aufliegt. Der Grundwasserspiegel befindet sich 4 bis 5 m unter Terrain.

Abmessungen und vorgesehene Nutzung gehen aus den Bildern 2.1 bis 2.4 hervor.

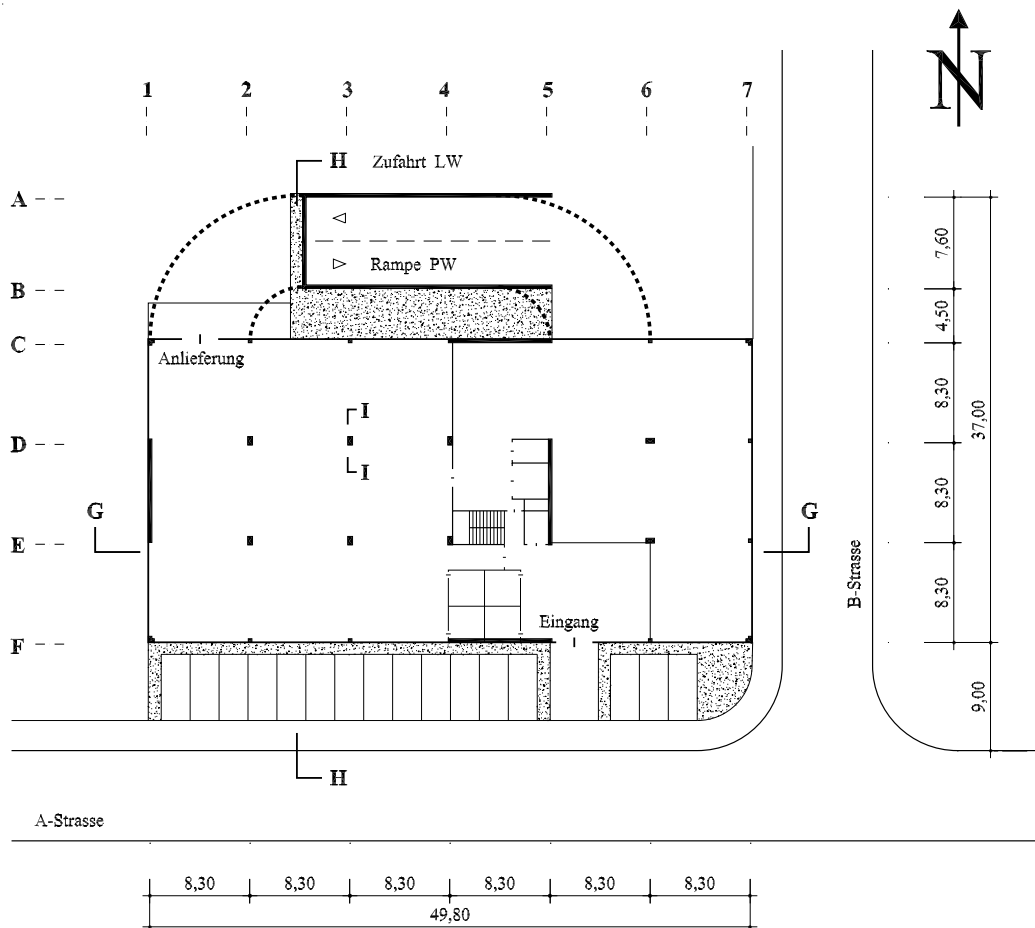


Bild 2.1 Grundriss EG (Abmessungen in m)

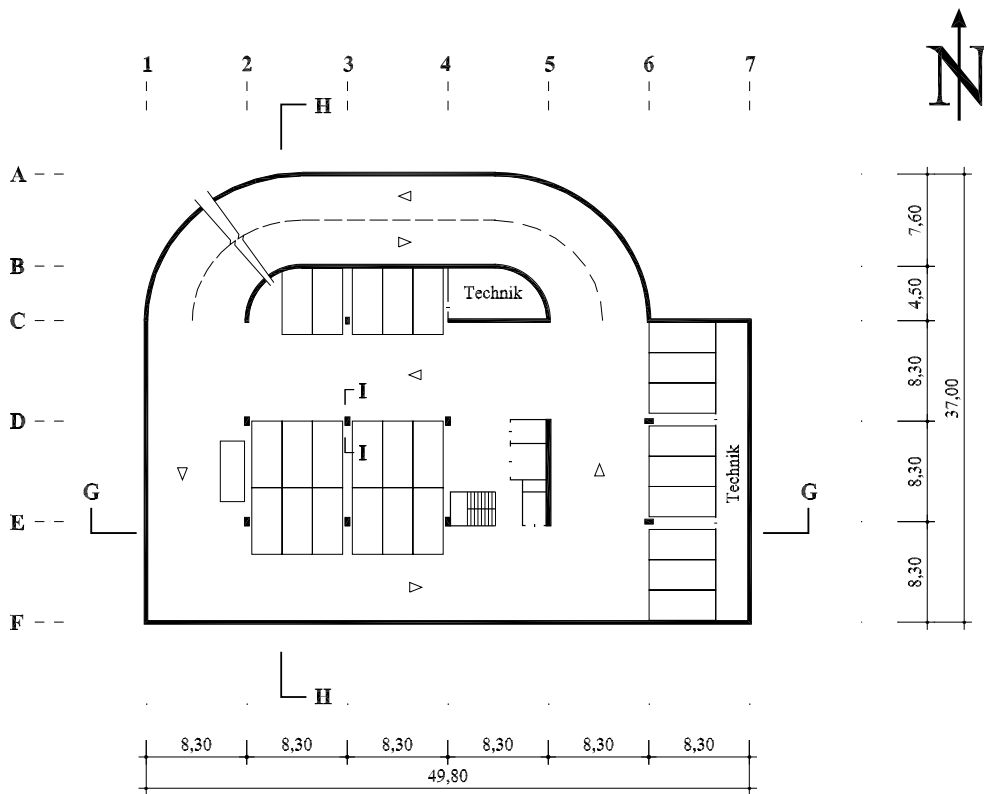


Bild 2.2 Grundriss 1. UG (Abmessungen in m)

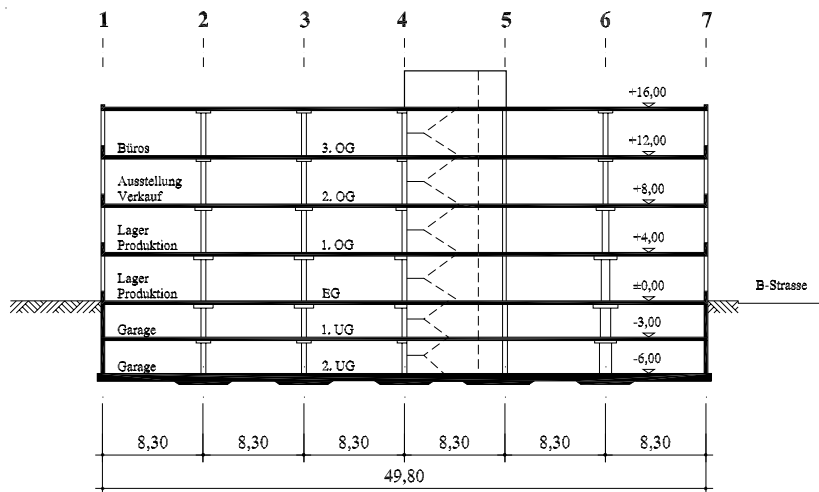


Bild 2.3 Schnitt G-G (Abmessungen in m)

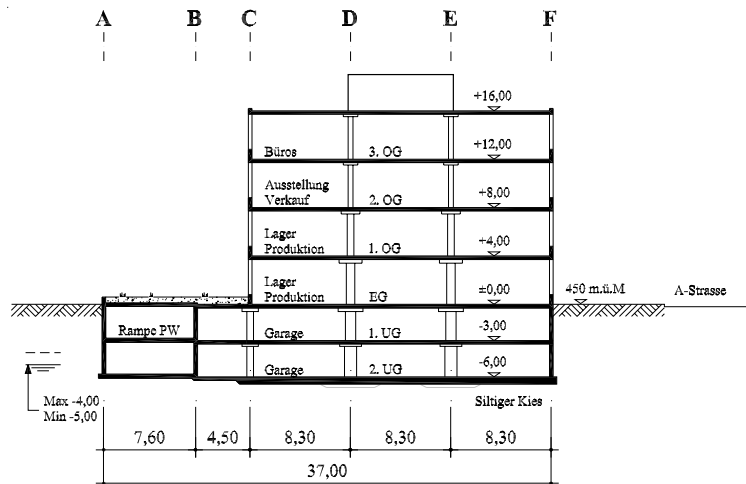


Bild 2.4 Schnitt H-H (Abmessungen in m)

## 1.2 Geplante Nutzungsdauer

- Tragwerk 50 Jahre;
- Abdichtungen, Beläge und Fahrbahnübergänge 25 Jahre;
- Leitplanken 25 Jahre;
- Fassade 25 Jahre;
- Dacheindeckung 25 Jahre.

## 1.3 Ergänzende Festlegungen zur Nutzung

- UG : Technikräume sowie Parkflächen für Fahrzeuge bis 3,5 t, Nutzlast = 2 kN/m<sup>2</sup>;
- EG/1. OG : - Lager- und Fabrikationsflächen, Nutzlast = 8 kN/m<sup>2</sup>;  
- Einsatz von Gabelstaplern des Typs ... mit einer Gesamtlast (beladen) von 6 t möglich [1];  
- die Maschinen erzeugen keine nennenswerten Schwingungen;  
- die vorgesehene Aufteilung der Nutzflächen kann sich mit der Zeit ändern;
- 2. OG : Verkaufsfläche, Nutzlast = 5 kN/m<sup>2</sup>;
- 3. OG : Bürofläche, Nutzlast = 3 kN/m<sup>2</sup>;
- Dach : nicht begehrbar, Zugang nur für Unterhaltsarbeiten.

## 2. Umfeld und Drittanforderungen

- Die A-Strasse (inkl. Gehweg) muss während der ganzen Bauzeit zweiseitig befahren werden können.
- Die B-Strasse dient als Baustellenzufahrt. Ab ... ist sie einspurig, ab ... zweiseitig für Drittverkehr offenzuhalten.

## 3. Bedürfnisse des Betriebs und des Unterhalts

- UG : - Wasserdichtigkeit trotz Verzicht auf Aussenisolation, Injektion einzelner Risse eventuell erforderlich, wird von Bauherrschaft akzeptiert [2];  
- Schutz vor Tausalzeineinwirkung auf Decken, Wände und Stützen;  
- kein stehendes Wasser;
- EG/1. OG : abriebfester Belag;
- 2./3. OG : Lärmschutz gegenüber Lager/Produktion;
- Dach : einwandfreie Abdichtung und Entwässerung;
- Fassade : Befestigungselemente überprüfbar.

#### 4. Besondere Vorgaben der Bauherrschaft

- Die Bauherrschaft wünscht als Decken Flachdecken mit einer maximalen Dicke von 300 mm. Kleine Stützenkopfverstärkungen unterhalb der Decken werden toleriert.
- Der Fassadentyp ist bereits gewählt. Die Deckenränder werden durch Auflasten von 4 kN/m belastet und dürfen sich um höchstens 15 mm durchbiegen [3].
- Das Gebäude muss 18 Monate nach Baubeginn in Betrieb genommen werden können.

#### 5. Schutzziele und Sonderrisiken

- Aufgrund einer Risikobewertung wurde der erforderliche Feuerwiderstand zu R90 festgelegt [4].
- Das Gebäude wird bezüglich Erdbebensicherheit in die Bauwerksklasse II gemäss Norm SIA 261 eingeteilt. Eine spätere Nutzung als Einkaufszentrum (EG bis 2. OG) ist damit ohne Verstärkungsmassnahmen möglich.
- Die Möglichkeit einer Überschwemmung bei Hochwasser des benachbarten C-Flusses ... wird von der Bauherrschaft als Risiko akzeptiert.

#### 6. Normbezogene Bestimmungen

Die Lastwagenzufahrt ist gemäss Ziffer 10 der Norm SIA 261 für Strassenverkehrslasten zu bemessen. Der Reduktionsbeiwert gemäss Ziffer 10.3.3 beträgt 0,65.

#### 7. Grundlagen

- [1] Protokoll Nr. ... vom ...
- [2] Protokoll Nr. ... vom ...
- [3] Protokoll Nr. ... vom ...
- [4] Protokoll Nr. ... vom ...

#### 8. Unterschriften

Z, den ...

Bauherrschaft: ... (Firma XY)

Projektverfasser: ... (Ingenieurbüro xy)

### 3 PROJEKTBASIS

Das **Tragwerkskonzept** (die projektbestimmende Grundidee hinsichtlich des Tragwerks) enthält gemäss Ziffer 2.5.1 der Norm SIA 260:

- das gewählte Tragsystem
- Aussagen zu den wichtigsten Abmessungen, Baustoffeigenschaften und Konstruktionsdetails
- Hinweise zu den vorgesehenen Bauverfahren.

Die Projektbasis beschreibt die Umsetzung der Nutzungsvereinbarung in der Fachsprache der Projektverfassenden. Ihr Umfang und Inhalt sind gemäss Ziffer 2.5.3 der Norm SIA 260 auf die Bedeutung und Gefährdung des Bauwerks sowie auf dessen Risiken für die Umwelt abzustimmen.

Die Projektbasis ist Teil des Vorprojekts. Mit zunehmender Projektentwicklung im Bauprojekt und im Ausführungsprojekt ist sie sukzessive zu ergänzen.

Gemäss Ziffer 2.5.2 der Norm SIA 260 umschreibt die Projektbasis:

- die geplante Nutzungsdauer
- die betrachteten Nutzungszustände
- die betrachteten Gefährdungsbilder
- die Anforderungen an Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sowie die zu deren Gewährleistung vorgesehenen Massnahmen, inkl. Verantwortlichkeiten, Abläufen, Kontrollen und Korrekturmechanismen
- die angenommenen Baugrundverhältnisse
- die wesentlichen Annahmen für die Tragwerks- und Berechnungsmodelle
- die akzeptierten Risiken
- weitere projektrelevante Bedingungen.

Für die folgende Darstellung einer Projektbasis gelten die selben Bemerkungen wie für die Nutzungsvereinbarung.

**Projektbasis für das Industriegebäude XY in Z**

**1. Allgemeines**

- Grundlage der vorliegenden Projektbasis bildet die Nutzungsvereinbarung vom ... [1].
- Die geplante Nutzungsdauer des Tragwerks beträgt 50 Jahre. Für austauschbare Bauteile beträgt die geplante Nutzungsdauer 25 Jahre.
- Bauzustände, insbesondere im Zusammenhang mit der Baugrube, sind im Bauprojekt und im Ausführungsprojekt vertieft zu untersuchen.
- Der Kontrollplan kann sich im wesentlichen auf die Regelung der Zuständigkeiten und des Informationsflusses beschränken. Im übrigen gelten die Anforderungen der Normen SIA 262 und 118-262; diese sind in den „Checklisten für Betonbauten“ vom ... [4] zusammengestellt.

**2. Tragwerkskonzept**

**2.1 Tragsystem**

- Siehe Baubeschrieb in der Nutzungsvereinbarung (Bilder 2.1 bis 2.4).
- Im Endzustand fugenlose Stahlbetonkonstruktion mit von der Fundamentplatte bis zum Dach durchgehenden Tragwänden und Innenstützen; Rand- und Eckstützen auf umlaufende Untergeschosswände aufgesetzt; Fundamentplatte unter Innenstützen und Kern (Liftschächte) verstärkt; Stützenkopfverstärkungen bei Innenstützen, Brüstungen im EG bis 3. OG.
- Fundamentplatte und Geschossdecken vorgespannt (Deckenvorspannglieder mit Verbund, 4 Ø 15,7 in Stahlhüllrohren 75 x 21 mm, konzentriert in Stützstreifen in E-W-Richtung, verteilt in N-S-Richtung).

**2.2 Abmessungen**

- Fundamentplatte 600 mm, örtlich auf 900 mm verstärkt;
- Untergeschosswände 300 mm (Wand 5DE 400 mm);
- Innenstützen 400 x 400 bis 1000 mm, siehe Tabelle 2.1;
- Randstützen 400 x 300 mm;
- Eckstützen 300 x 300 mm, im EG L-förmig, Schenkellänge 500 mm;
- Tragwände 300 mm;
- Geschossdecken 280 bzw. 300 mm, siehe Tabelle 2.1;
- Brüstungen 800 x 200 bzw. 250 mm, siehe Tabelle 2.1.

Geschoss	Innenstütze	Stützenkopfverstärkung	Geschossdecke	Brüstungsdicke
3. OG	400 x 400	200 x 1200 x 1200	280	200
2. OG	400 x 400	200 x 1200 x 1200	280	200
1. OG	400 x 550	250 x 1400 x 1550	280	250
EG	400 x 700	300 x 1600 x 1900	300	250
1. UG	400 x 850	300 x 1600 x 2050	300	-
2. UG	400 x 1000	200 x 1200 x 1800	280	-

Tabelle 2.1 Abmessungen in mm

**2.3 Baustoffe**

- Beton C 30/37  $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2, \tau_{cd} = 1,1 \text{ N/mm}^2;$
- Betonstahl B500B  $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2, k_s = 1,08, \varepsilon_{ud} = 4,5 \text{ %};$
- Spannstahl Y1770S7-15,7  $f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2, f_{pd} = 1320 \text{ N/mm}^2, \varepsilon_{ud} = 2 \text{ %}.$

## 2.4 Konstruktionsdetails

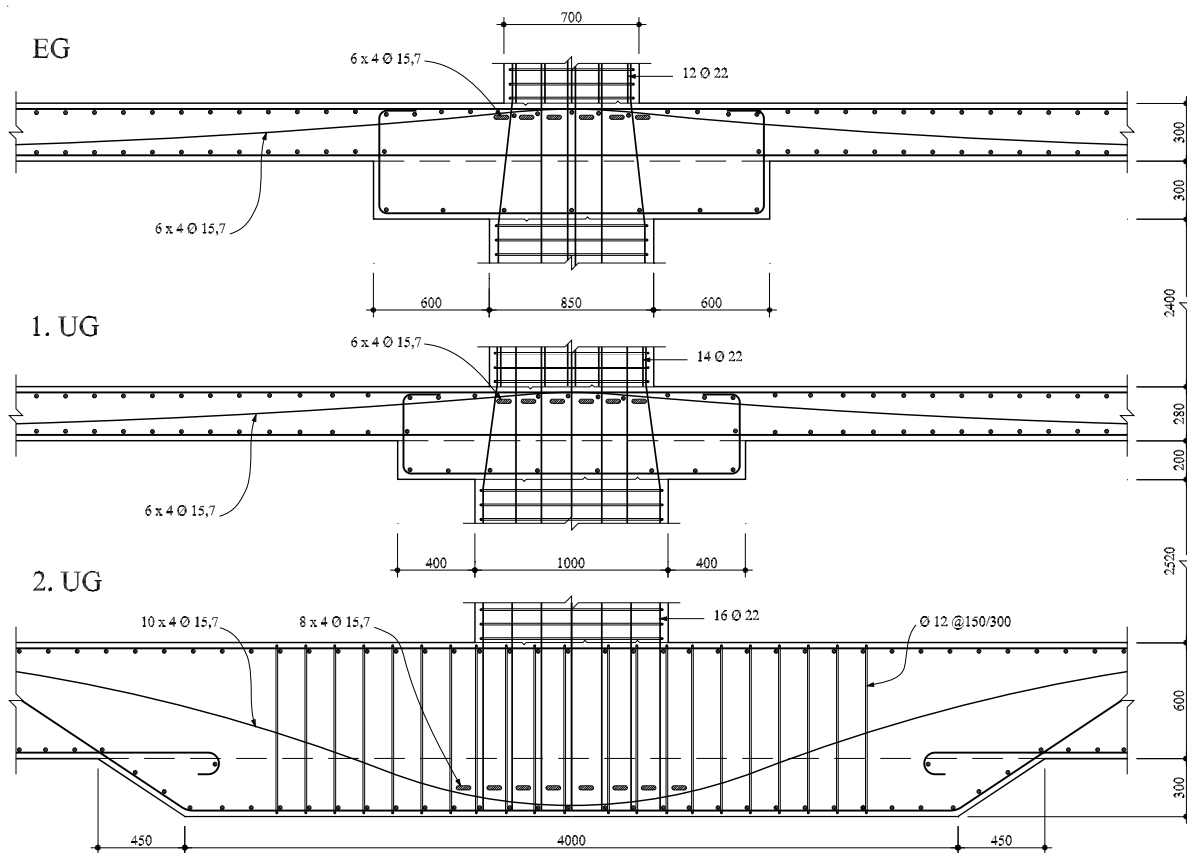


Bild 2.5 Schnitt I-I (Abmessungen in mm)

## 2.5 Bauverfahren

- Teilweise abgeboßte, teilweise mit Spundwänden umschlossene Baugrube, temporäre Grundwasserabsenkung;
- konventionelle Ausführung der Wände und Decken mit Grosstafelschalungen und Kran- oder Pumpbeton;
- Arbeitsfugen mit Kupplung der Spannglieder in Fundamentplatte, Untergeschosswänden und Decken im Feld 34 entlang Achse 4, Bau des östlichen Gebäudeteils geht dem westlichen Gebäudeteil voraus;
- etappenweises Vorspannen der Fundamentplatte entsprechend Bauablauf;
- Ausführung des Rampenbauwerks nach Erstellung der Untergeschosse.

**3. Ständige Einwirkungen**

Einwirkungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung
Eigenlasten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> </ul>	Statische Berechnung Kontrollplan	Raumlast = 25 kN/m <sup>3</sup>
Auflasten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> <li>- Überwachung während Nutzung betr. Änderungen</li> </ul>	Statische Berechnung Kontrollplan Überwachungsplan	2. UG bis 3. OG      3 kN/m <sup>2</sup> Dach                    3 kN/m <sup>2</sup> Deckenränder        4 kN/m Rampe PW              3 kN/m <sup>2</sup> Aufschüttung Rampe 15 kN/m <sup>2</sup> Zufahrt LW            5 kN/m <sup>2</sup>
Vorspannung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> </ul>	Statische Berechnung Kontrollplan	$\sigma_{p0} = 0,7 f_{pk} = 1239 \text{ N/mm}^2$ $\mu = 0,2$ $\Delta\varphi = 4 \text{ mrad/m}$
Erddruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung</li> <li>- Ausführungskontrollen (Baugrubenabschluss, Aushub)</li> <li>- Überprüfung der angenommenen Baugrundverhältnisse während Ausführung</li> <li>- Vergleich gemessene und berechnete Spundwandverschiebungen</li> <li>- Kontrolle von Ankerkräften</li> <li>- Kontrolle Hinterfüllungsmaterial</li> </ul>	Statische Berechnung Kontrollplan Kontrollplan Kontrollplan Kontrollplan Kontrollplan	$\gamma_{ek} = 19 \text{ kN/m}^3$ [2] $\phi'_k = 28^\circ$ $c'_k = 0$
Wasserdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung</li> <li>- Überprüfung des Wasserstands vor und während Ausführung</li> <li>- Grundwasserabsenkung/Ausführungskontrollen</li> </ul>	Statische Berechnung Bauprojekt/ Kontrollplan Bau- und Aus- führungsjprojekt/ Kontrollplan	$\gamma_{wk} = 10 \text{ kN/m}^3$ $h_{wd, \max} = -4,0 \text{ m}$ [2]

Tabelle 2.2 Ständige Einwirkungen



## 4. Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

Gefährdungsbild	Massnahmen	Weiterbearbeitung	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung
Versagen Baugrubenabschluss	- Tabelle 2.2, Erd-/Wasserdruck - Beschränkung Materiallager hinter Baugrubenabschluss	Statische Berechnung Kontrollplan	Tabelle 2.2
Ankerausfall	- Bemessung - Ausführungskontrollen/Überwachung	Statische Berechnung Kontrollplan	Tabelle 2.2
Hydraulischer Grundbruch	- Tabelle 2.2, Wasserdruck	Statische Berechnung Kontrollplan	$\gamma_{G,sup} = 1,6$ $\gamma_{G,inf} = 0,9$ $h_{wd,min} = -7,5 \text{ m}$
Aufschwimmen UG	- Leistungsfähige Pumpanlage - notfalls Fluten UG (Öffnung bei Rampe bis Decke über 1. UG ausgeführt)	Kontrollplan	
Durchstanzen Fundamentplatte	- Bemessung - Vorspannen in Etappen - Ausführungskontrollen	Statische Berechnung Kontrollplan	
Durchstanzen Geschosdecken im Bauzustand	- Bemessung - Stützstreifenvorspannung - Abspriessung - Ausführungskontrollen	Statische Berechnung Kontrollplan	
Verstopfte Dachentwässerung	- Randumfassungshöhe 100 mm - Kontrolle/periodische Reinigung der Abläufe	Überwachungsplan Unterhaltsplan	Stehendes Wasser in Nutzlast berücksichtigt Schnee nicht massgebend
Wind	- Bemessung (nur für Fassade inkl. Befestigungselemente massgebend)	Statische Berechnung	$q_{p0} = 0,9 \text{ kN/m}^2$ $z_g = 450 \text{ m}$ $\alpha_r = 0,23$ $z = 16 \text{ m}$ $q_p = 1,0 \text{ kN/m}^2$
Nutzlasten/Verkehrslasten	- Bemessung - Anschreiben Nutzlasten im Gebäude - Signalisation und bauliche Massnahmen bei Rampe PW - Überprüfung bei Veränderungen im Maschinenpark für Lager/Produktion	Statische Berechnung Überwachungsplan Überwachungsplan Überwachungsplan	Dach Kat. H $q_k = 1 \text{ kN/m}^2$ 3. OG Kat. B $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$ 2. OG Kat. D $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$ 1. OG Kat. E $q_k = 8 \text{ kN/m}^2$ EG Kat. E $q_k = 8 \text{ kN/m}^2$ 1. UG Kat. F $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = 20 \text{ kN}$ 2. UG Kat. F $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = 20 \text{ kN}$ Rampe PW $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = 20 \text{ kN}$ Zufahrt LW $b = 11 \text{ m}$ $\alpha = 0,65$

Tabelle 2.3 Tragsicherheit (1. Teil)

Gefährdungs- bild	Massnahmen	Weiterbearbeitung	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung
Anprall Parkplatz A-Strasse	- Beton-Randumfassung - Stahlbetonbrüstung F17 im EG	Ausführungsprojekt	
Anprall B-Strasse	- Bemessung - Stützen C7 und F7 im EG L-förmig - Stahlbetonbrüstung 7CF im EG	Statische Berechnung	$Q_{dx} = 750 \text{ kN}$ $Q_{dy} = 300 \text{ kN}$
Anprall Zufahrt LW	- Bemessung - Geschwindigkeit $\leq 30 \text{ km/h}$ - hochgezogene Rampenwand A35 - Entladeplattform C12 bei Anlieferung	Statische Berechnung	$Q_d = 300 \text{ kN}$
Anprall Rampe/UG	- Bemessung	Statische Berechnung	$Q_d = 60 \text{ kN}$
Anprall Gabelstapler EG/1. OG	- Bemessung - umlaufende Stahlbetonbrüstung - Anprallschutz bei Innenstützen	Statische Berechnung	$G_k = 60 \text{ kN}$ $Q_d = 300 \text{ kN}$ $h = 0,8 \text{ m}$
Brand	- Brandabschnitte (Treppenhaus/ einzelne Stockwerke, EG bis 3. OG entlang C4-E4-E45-F45 unterteilt) - Feuerwiderstand R90 - Brandmeldeanlage - Personalinstruktion - periodische Überprüfung Brandschutz- konzept	Bauprojekt/ Ausführungsprojekt  Überwachungsplan  Überwachungsplan	Bewehrungsüberdeckung $\geq 30 \text{ mm}$
Erdbeben	- Bemessung - Massnahmen gemäss SIA 261	Statische Berechnung	Erdbebenzone Z1 Baugrundklasse E Bauwerksklasse II $\xi = 0,05$ $\gamma_f = 1,2$ $q = 2,0$
Explosion UG	- Evtl. Druckentlastungsöffnungen - Kontrolle gefährdete Leitungen	Bauprojekt Überwachungsplan	Bauwerkskategorie 1 keine Nachweise
Explosion EG/OG	- Vorschriften zur Lagerung gefährlicher Güter	Überwachungsplan	Bauwerkskategorie 1 keine Nachweise
Rohrleitungs- bruch	- Ausführungskontrollen - Kontrolle und Unterhalt gefährdeter Leitungen	Kontrollplan Überwachungsplan Unterhaltsplan	

Tabelle 2.3 Tragsicherheit (2. Teil)

Anforderung	Massnahmen	Weiterbearbeitung	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung
Wasserdichtigkeit UG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besondere Anforderungen an den Beton</li> <li>- geeignete Betonieretappen</li> <li>- sorgfältige Nachbehandlung</li> <li>- Vorspannung</li> <li>- Fugenbänder in Arbeitsfugen</li> <li>- Injektionsschläuche für nachträgliche Abdichtung einlegen</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> <li>- Kontrolle der Wasserdichtigkeit</li> <li>- evtl. Rissinjektion</li> </ul>	<p>Bauprojekt/ Ausführungsprojekt</p> <p>Kontrollplan Überwachungsplan Unterhaltsplan</p>	
Entwässerung UG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefälle 2%</li> <li>- richtig angeordnete/ausreichend bemessene Abläufe</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> <li>- periodische Reinigung</li> </ul>	<p>Bauprojekt/ Ausführungsprojekt</p> <p>Kontrollplan Unterhaltsplan</p>	
Dichtes Dach	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abdichtung</li> <li>- Gefälle 2%</li> <li>- richtig angeordnete/ausreichend bemessene Abläufe</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> </ul>	<p>Bauprojekt/ Ausführungsprojekt</p> <p>Kontrollplan</p>	
Steifigkeit Geschossdecken	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bemessung</li> <li>- Vorspannung</li> <li>- Brüstungen</li> </ul>	Statische Berechnung	SIA 260, Tabelle 3 Deckenränder: $w \leq 15 \text{ mm}$
Rissebeschränkung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mindestbewehrung</li> <li>- geeignete Betonieretappen</li> <li>- sorgfältige Nachbehandlung</li> <li>- Vorspannung</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> </ul>	<p>Statische Berechnung Ausführungsprojekt</p> <p>Kontrollplan</p>	<p>UG/Rampe: erhöhte Anforderungen</p> <p>EG/OG: normale Anforderungen</p>
Lärmschutz 1. OG/2. OG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beizug eines Spezialisten</li> </ul>	Bauprojekt	
Abriebfestigkeit Beläge EG/1. OG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hartbetonbelag 40 mm</li> </ul>	Bauprojekt/ Ausführungsprojekt	
Korrosionsschutz Bewehrung UG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dichter Belag (Gussasphalt)</li> <li>- Imprägnierung/Beschichtung von Wänden und Stützen</li> <li>- dichter Überdeckungsбетон (Expositionsklasse XC4/XD1)</li> <li>- Bewehrungsüberdeckung 40 mm</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> <li>- periodische Reinigung</li> <li>- Kontrolle des Chloridgehalts</li> </ul>	<p>Bauprojekt/ Ausführungsprojekt</p> <p>Kontrollplan Unterhaltsplan Überwachungsplan</p>	
Korrosionsschutz Bewehrung Rampe PW/ Zufahrt LW	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefälle <math>\geq 2\%</math></li> <li>- wirksame Entwässerung</li> <li>- Abdichtung/Belag</li> <li>- dichter Überdeckungsбетон (Expositionsklasse XC4/XD3)</li> <li>- Bewehrungsüberdeckung 55 mm</li> <li>- Ausführungskontrollen</li> <li>- periodische Reinigung</li> </ul>	<p>Bauprojekt/ Ausführungsprojekt</p> <p>Kontrollplan Unterhaltsplan</p>	

Tabelle 2.4 Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit (1. Teil)

Anforderung	Massnahmen	Weiterbearbeitung	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung
Korrosionsschutz Bewehrung EG/OG	- dichter Überdeckungsbeton (Expositionsklasse XC1) - Bewehrungsüberdeckung 30 mm - Ausführungskontrollen	Bauprojekt/ Ausführungsprojekt  Kontrollplan	
Korrosionsschutz Fassadenbefestigung	- Nichtrostender Stahl - Ausführungskontrollen - regelmässige Inspektion	Bauprojekt/ Ausführungsprojekt Kontrollplan Überwachungsplan	

Tabelle 2.4 Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit (2. Teil)

### 5. Akzeptierte Risiken

- Unfall mit Brand eines Tanklastwagens auf der A-Strasse.
- Druckwelle infolge Explosion im benachbarten Tanklager an der A-Strasse.

### 6. Weitere projektrelevante Bedingungen

- Bezüglich gespannter und entspannter Verankerungsteile im Bereich der A-Strasse und der B-Strasse gilt die Vereinbarung vom ... [3].
- Der Technikraum BC45 im UG ist ohne Zwischendecke über beide Geschosse durchgehend und muss sowohl von den beiden UG-Ebenen als auch von oben zugänglich sein (mit Deckel verschlossene Öffnung Ø 2 m).

### 7. Grundlagen

#### 7.1 Normen

- Norm SIA 260 (2003) Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- Norm SIA 261 (2003) Einwirkungen auf Tragwerke
- Norm SIA 261/1 (2003) Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen
- Norm SIA 262 (2003) Betonbau
- Norm SIA 262/1 (2003) Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- Norm SIA 263 (2003) Stahlbau
- Norm SIA 263/1 (2003) Stahlbau – Ergänzende Festlegungen
- Norm SIA 267 (2003) Geotechnik
- Norm SIA 267/1 (2003) Geotechnik – Ergänzende Festlegungen

#### 7.2 Projektspezifische Grundlagen

- [1] *Nutzungsvereinbarung für das Industriegebäude XY in Z*, dd.mm.yy., ... pp.
- [2] *Geotechnischer Bericht für das Industrieareal XY in Z*, Büro Dr. ..., z, dd.mm.yy., ... pp.
- [3] *Vertragliche Vereinbarung zwischen der Firma XY und der Stadt Z betreffend Verankerungsteilen im Bereich der A-Strasse und der B-Strasse*, z, dd.mm.yy., ... pp.

#### 7.3 Allgemeine Grundlagen

- [4] *Checklisten für Betonbauten*, Ingenieurbüro xy, z, yy, ... pp.

### 8. Unterschrift

z, den ...                      Projektverfasser: ... (Ingenieurbüro xy)

#### 4 ENTWURFSARBEIT

Die zum Tragwerkskonzept führende Entwurfsarbeit beinhaltet das Erkennen, Entwickeln und Beurteilen verschiedener Realisierungsmöglichkeiten. Gemäss Ziffer 2.4.1 der Norm SIA 260 umfasst sie:

- die Ausarbeitung verschiedener Varianten unter Berücksichtigung der relevanten Entwurfsrandbedingungen
- das Überprüfen der Machbarkeit
- die Beurteilung der verbleibenden Realisierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Erfüllung der Entwurfsanforderungen.

Die Entwurfsarbeit ist im allgemeinen durch ein iteratives Vorgehen gekennzeichnet. Vorangetrieben wird der Entwurf durch subjektive, auf Erfahrung und Intuition beruhende Einfälle und Entscheidungen. Diese müssen einer objektiven Kritik standhalten und dementsprechend überprüft und weiterentwickelt werden. Dafür empfiehlt sich ein systematisches Vorgehen, das sukzessive folgende Punkte anspricht:

- Abklären der Entwurfsrandbedingungen und Überprüfen ihrer Relevanz
- Erfassen der wesentlichen Ein- und Auswirkungen
- Durchdenken möglicher Gefährdungsbilder und Festlegen geeigneter Massnahmen zur Beherrschung der massgebenden Gefährdungen

- Durchdenken der vorhersehbaren Nutzungszustände und Festlegen entsprechender Massnahmen zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit
- Abschätzen möglicher Schädigungen des Tragwerks und Festlegen angemessener Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit.

Das Aufstellen der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis zwingt die Projektverfassenden zu einem geordneten Vorgehen beim Entwurf. Mangelnde Kreativität und Entscheidungsfreudigkeit können damit natürlich nicht wettgemacht werden. Richtig eingesetzt und auf das wesentliche beschränkt unterstützen die beiden Dokumente den Entwurfsprozess jedoch in höchst willkommener Weise. Sie erleichtern die Übersicht und machen den Blick frei für das Aufspüren sinnvoller Lösungsmöglichkeiten für die gegebene Problemstellung.

#### 5 LITERATUR

- [2.1] Lebet, J.P., Matousek, M., Matt, P. (1989). *Beispiel für Unterlagen zur Gewährleistung von Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit anhand eines Industriegebäudes*; SIA-Dokumentation D 041; Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein; pp. 101-117.

# Neue Begriffe in den Swisscodes

**Unter dem Projekttitel «Swisscodes» wurden seit Ende 1998 in der Schweiz neue, zu den Eurocodes kompatible Tragwerksnormen erarbeitet. Diese neuen Tragwerksnormen SIA 260 bis 267 sind gleich wie die europäischen Tragwerksnormen gegliedert und bauen auch auf dem gleichen Sicherheitskonzept auf, sind aber gegenüber diesen wesentlich gestrafter und praxistauglicher.**

Über die Swisscodes wurde während der Erarbeitung bereits verschiedentlich informiert. Nun ist die Sachbearbeitung abgeschlossen, und alle acht Normteile sind publiziert. Nachfolgend sind die wichtigsten Neuerungen festgehalten.

## Überblick

Jede neue Norm repräsentiert auf ihrem Gebiet den Stand von Wissenschaft und Technik. Entsprechend dem Fortschritt ist es von Zeit zu Zeit unumgänglich, Bewährtes und in der Praxis Gewohntes neu zu überdenken. Hiervon sind auch formale Bestimmungen und begriffliche Festlegungen nicht ausgenommen. Zur Schaffung von Klarheit und Transparenz im Prozess der Projektierung werden in den Swisscodes, abgestimmt auf die Eurocodes, neue Begriffe eingeführt, was – und dies ist nicht unverständlich – teilweise heftige Reaktionen ausgelöst hat. Dieses Ergebnis veranlasst die Projektleitung dazu, einzelne, stark kontrovers diskutierte Begriffe nachfolgend zu erläutern.

Die Norm SIA 260 veranschaulicht mit der Figur 1 (Seite 29) den Prozess der Projektierung. Die Darstellung enthält zahlreiche in den Normen SIA 260 bis 267 verwendete Begriffe. Die Figur repräsentiert nicht, wie zum Teil irrtümlich angenommen, ein Flussdiagramm, sondern ordnet die Prozessschritte und die Beziehungen zwischen verschiedenen Projektierungselementen. Sie soll dem Normenbenutzer die Zusammenhänge und die Einordnung der verwendeten Begriffe verständlich machen.

## Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Grundlegend für eine erfolgreiche Projektierung ist es, die Anforderungen an das Projekt klar festzulegen. Die Anforderungen fallen, je nach Fragestellung, in den Zuständigkeitsbereich der Bauherrschaft oder in den Verantwortungsbereich des Projektverfassers. In der Norm SIA 260 werden als Grundlagendokumente die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis eingeführt: Die Beschreibung der Nutzungs- und Schutzziele

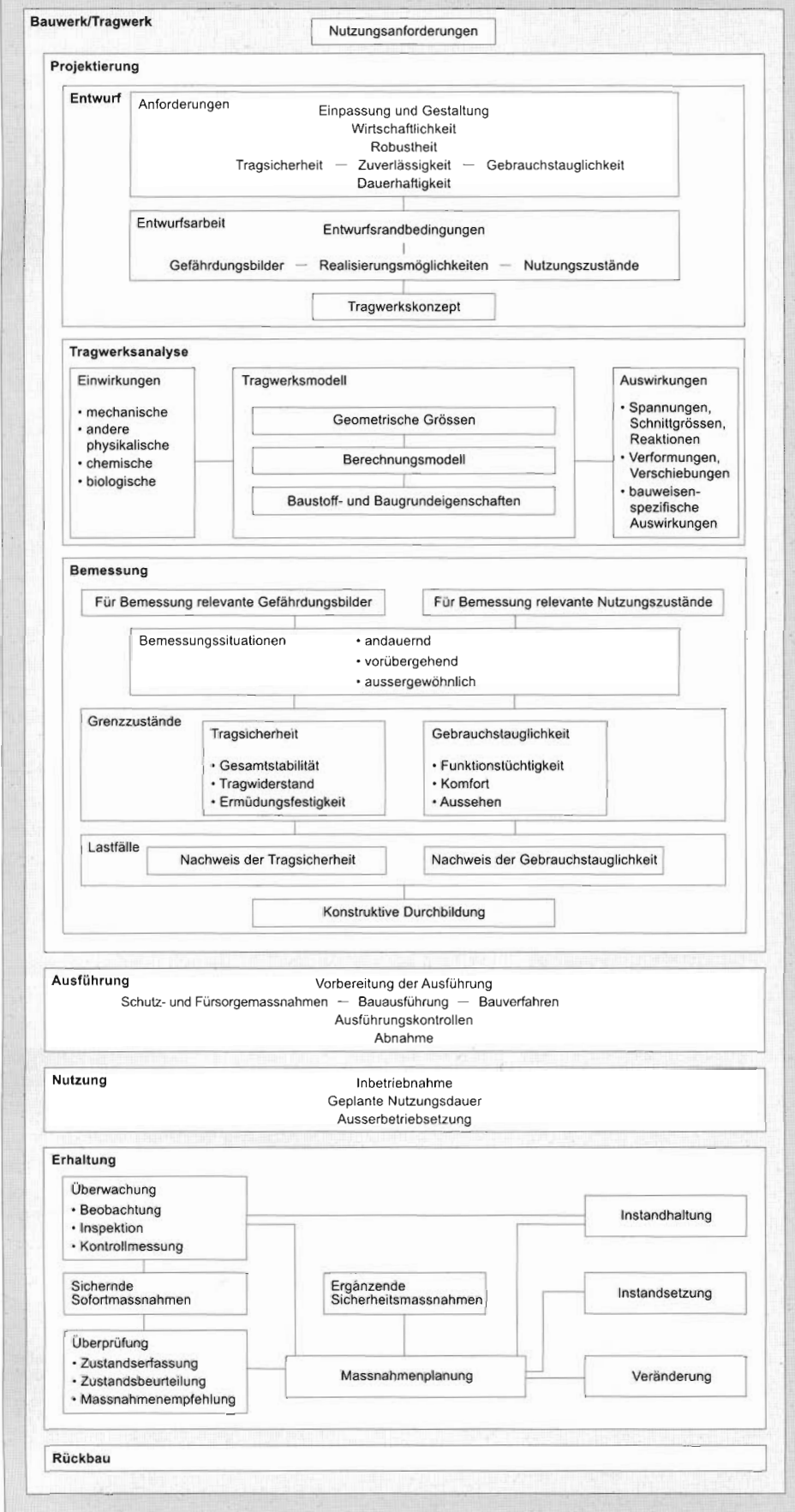
erfolgt in der Nutzungsvereinbarung, die tragwerksspezifische Umsetzung in der Projektbasis. Von ihrer Ausrichtung her sind die beiden Dokumente für das SIA-Normenwerk neu. Sie ersetzen den Nutzungs- und den Sicherheitsplan.

Gemäss heutiger Praxis werden die Nutzungsanforderungen im Nutzungsplan und die Schutz- und Sicherheitsanforderungen im Sicherheitsplan geregelt. Dies geschieht integral und themenbezogen für alle das Projekt und die Projektierung betreffenden Aspekte. Dabei ist störend und einer klaren Regelung der Verantwortung abträglich, dass Nutzungsplan und Sicherheitsplan Elemente enthalten, die ausschliesslich in den Verantwortungsbereich des Ingenieurs fallen. Als Beispiele seien die Bewehrungsanforderung zur Begrenzung der Rissbreiten oder die Widerstandsbeiwerte zur Gewährleistung der Tragsicherheit erwähnt. Andererseits enthalten die Dokumente in Bezug auf die zukünftige Nutzung oder die Festlegung von Schutzzielen oft zu wenig allgemein verständliche Informationen.

In den Swisscodes bleiben solche Anforderungen und Festlegungen nicht unerwähnt, sie werden aber neu geordnet, nicht mehr integral, sondern gegliedert nach den Verantwortlichkeiten. Um Missverständnissen vorzubeugen und im Sinne von mehr Transparenz, erfolgt diese Gliederung mit Hilfe der Nutzungsvereinbarung, für die Stufe Bauherrschaft, und der Projektbasis, für die Stufe Projektverfasser.

Beide Dokumente enthalten Elemente des bisherigen Nutzungs- und Sicherheitsplans, es wird jedoch zwischen Bestimmungen unterschiedlicher Qualität differenziert: Die Nutzungsvereinbarung enthält übergeordnete, bauwerksspezifische, die Projektbasis ingenieurtechnische, tragwerksspezifische Festlegungen. Der Gehalt des Nutzungsplans und des Sicherheitsplans geht somit nicht verloren, die Informationen werden nur, wie Figur 2 zeigt, der richtigen Stelle zugewiesen. Ob in der Projektbasis die sicherheitsrelevanten Aspekte unter dem Titel Sicherheitsplan und die nutzungsrelevanten unter dem Titel Nutzungsplan auf-

**Umwelt**



**Bauwerksakten:**

Nutzungsvereinbarung

Projektbasis

Statische Berechnung

Berichte, Übersichts- und Detailpläne, Materiallisten, Kostenvoranschlag, Protokolle

Technischer Bericht

Ausschreibungsunterlagen  
Dokumente der Ausführung  
Kontrollplan

Ausführungsdossier

Nutzungsanweisungen  
Betriebsanweisungen

Überwachungsplan  
Unterhaltsplan

Berichte, Pläne, Protokolle

Massnahmenbericht



2

## Zuordnung und inhaltliche Gliederung von Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

gelistet werden, bleibt in der Norm SIA 260 offen. Aus Figur 2 wird überdies ersichtlich, dass der Projektverfasser nicht nur für das Verfassen der für ihn bestimmten Projektbasis, sondern, je nach Projektorganisation, auch für die Erstellung der Nutzungsvereinbarung verantwortlich sein kann.

### Gefährdungsbild und Nutzungszustand

Die Begriffe Gefährdungsbild und Nutzungszustand sind nicht neu. Sie erscheinen bereits in der Norm SIA 160 Ausgabe 1989. Ihre Bedeutung wird aber in der Praxis unterschiedlich interpretiert. Eine Klärung ist angezeigt.

Ein Gefährdungsbild beschreibt eine für den Bestand eines Bauwerks kritische Situation, Umstände also, die beispielsweise zum Versagen des Tragwerks führen können. Mit Gefährdungsbildern wird hauptsächlich auf Stufe Entwurf gearbeitet. Mit der Bemessung hat das Gefährdungsbild konkret noch nichts zu tun. Es gibt immer mehrere Möglichkeiten, einer kritischen Situation (Gefährdungsbild) zu begegnen, die Bemessung ist nur eine davon. Entsprechend ist der Begriff Gefährdungsbild nicht direkt der Bemessung zuzuordnen, sondern allgemein für die Umschreibung einer Gefährdung für das Bauwerk zu verwenden. Es ist aber selbstverständlich so, dass gewisse Gefährdungsbilder die Grundlage für die später folgende Bemessung darstellen.

Der Bemessung ist neu der Begriff Bemessungssituation zugeordnet. Eine Bemessungssituation umschreibt die Gegebenheiten und Bedingungen, für welche nachzuweisen ist, dass massgebende Grenzzustände nicht überschritten werden. Diese Definition ist eindeutig und präzise und unterscheidet sich klar von dem für die allgemeine Umschreibung einer kritischen Situation verwendeten Begriff Gefährdungsbild. Der heute in der Praxis oft verwendete Begriff «Gefährdungsbild der Bemessung» wird somit durch den Begriff Bemessungssituation ersetzt.

Die Bemessungssituation umfasst die Gesamtheit der Einwirkungen, für die eine Bemessung durchzuführen ist. Daraus abgeleitete Kombinationen von Einwirkungen (in der Regel mechanische und physikalische) werden neu als Lastfall bezeichnet. Ein Lastfall beschreibt somit die für einen bestimmten Nachweis betrachtete Anordnung von Einwirkungen. Im Gegensatz zu dem

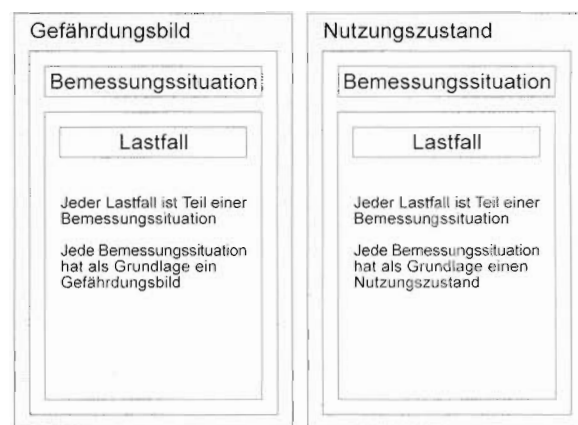
in der Praxis häufig verwendeten Begriff – man spricht beispielsweise vom Lastfall Wind oder vom Lastfall Schnee – weist die Norm dem Lastfall eine neue Bedeutung zu. Der Ingenieur wird mit dieser Änderung wohl keine Mühe haben.

Dem auf Schutz und Sicherheit bezogenen Gefährdungsbild einerseits entspricht andererseits der Nutzungszustand, welcher die Nutzung resp. die Gebrauchstauglichkeit betrifft. Der Nutzungszustand umfasst Gegebenheiten und Bedingungen während der geplanten Nutzungsdauer des Bauwerks. Die Begriffe Bemessungssituation und Lastfall haben für die Bemessung allgemeine Bedeutung und gelten in gleicher Weise auch für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. Einen Überblick über die Zuordnung der Begriffe Gefährdungsbild, Nutzungszustand, Bemessungssituation und Lastfall geben die Figuren 1 und 3.

### Einwirkungen und Auswirkungen

Das Begriffspaar Einwirkungen/Auswirkungen ist für die Bemessung von zentraler Bedeutung. Der Begriff «Einwirkungen» ist im Ingenieurwesen seit längerer Zeit gebräuchlich, der Begriff «Auswirkungen» dagegen eher neu. Anstelle von Auswirkung benutzte man bislang häufig den Begriff «Beanspruchung», was den als Pendant zu Einwirkung stehenden Begriff jedoch nur unvollständig zu umschreiben vermag.

Die Bedeutung des Begriffs Einwirkungen entspricht dem üblichen Sprachgebrauch; gemeint sind alle mechanischen, physikalischen, chemischen und biologischen Einwirkungen auf ein Tragwerk. Auswirkungen sind die Antwort des Tragwerks auf die Einwirkungen, wobei dies Spannungen, Schnittgrössen, Reaktionen, Verschiebungen, Verformungen sowie bauweissenspezifische Reaktionen wie beispielsweise Risse im Betonbau oder Fäulnis im Holzbau sein können. So wie der Begriff Einwirkungen alle auf ein Bauwerk oder Tragwerk einwirkenden Einflüsse umfasst, beschreibt der Begriff Auswirkungen alle im Tragwerk erzeugten Reaktionen. Die Bedeutung des Begriffspaares Einwirkungen/Auswirkungen ist in Figur 4 dargestellt. Ob in der Bemessung eine Bestimmungsgrösse als Ein-



3

### Bedeutung der Begriffe Gefährdungsbild und Nutzungszustand



## Einwirkungen aus der Umwelt

- mechanische  
Lasten, Kräfte
- physikalische  
Temperatur, Feuchtigkeit
- chemische  
Tausalz, Säuren
- biologische  
Fäulnisbakterien

Eine Auswirkung ist stets die Antwort des Tragwerks auf eine Einwirkung.

## Auswirkungen am/im Tragwerk

- Spannungen
- Schnittgrössen
- Reaktionen
- Verschiebungen
- Verformungen
- bauweisenspezifische Reaktionen  
Risse, Schwingungen, Rost ..

Ob eine Grösse als Einwirkung oder als Auswirkung zu betrachten ist, ist eine Frage der Systemabgrenzung.

### 4

#### Bedeutung der Begriffe Einwirkungen und Auswirkungen

wirkung oder Auswirkung zu verstehen ist, hängt grundsätzlich von der Schnittführung ab, d.h. von der Abgrenzung des betrachteten Tragwerksmodells resp. der Systemabgrenzung. Wird beispielsweise bei einem Stützbauwerk der Baugrund als Teil des Tragwerks betrachtet (z.B. in einer FE-Berechnung), ist die Sohl- druckspannung eine Schnittgrösse und somit eine Auswirkung, anderenfalls eine auf den Baugrund bzw. das Stützbauwerk wirkende Einwirkung. Ein anderes Beispiel betrifft die Vorspannung: während die Spannkraft beim Spannen als Einwirkung auf den vom Spannglied befreiten Stahlbetonkörper betrachtet wird, ist die Kraft im Spannglied beim Nachweis der Tragsicherheit als Auswirkung zu interpretieren; wiederum ist die Systemabgrenzung für die unterschiedlichen Sichtweisen verantwortlich.

#### Fazit

Normen repräsentieren anerkannte Regeln der Baukunde. Sie dienen aber auch, was sehr wesentlich ist, der Verständigung. Letzteres bedingt insbesondere die Verwendung eindeutiger Begriffe und eine gewisse Strenge im Umgang mit diesen Begriffen. Die Projektleitung Swisscodes war bestrebt, ein möglichst konsistentes und kohärentes Normenwerk zu schaffen, das hohen Ansprüchen genügt. Das Einhalten dieser Zielvorgabe verlangte unter anderem die Einführung neuer Begriffe, was nicht unbedacht, sondern wohl überlegt geschah. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass neue Begriffe den Normenbenutzer vorerst einmal irritieren. Ebenso gewiss ist aber, dass sich der Ingenieur rasch an die neuen Begriffe gewöhnen wird, und nicht zuletzt dürften auch Auftraggeber daran interessiert sein, die oft recht komplexen Sachverhalte mit klaren und eindeutigen Begriffen beschreiben zu können.

Projektleitung Swisscodes

Aktualisierte Fassung des Artikels aus tec21 No. 27-28/2001, Seiten 26-29

# Swisscodes

## Dokumentationsreihe

Um die Einführung der neuen Tragwerksnormen zu unterstützen und deren Anwendung in der Praxis zu erleichtern, gibt der SIA eine Dokumentationsreihe zu den Swisscodes heraus. Diese Dokumentationen sind Bestandteil der Kursunterlagen für die Einführungskurse von SIA Form.

Nr.	Titel	Preis in CHF
D 0181	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken Einwirkungen auf Tragwerke Einführung in die Normen SIA 260 und SIA 261	88.00
D 0182	Betonbau – Einführung in die Norm SIA 262	88.00
D 0183	Stahlbau – Einführung in die Norm SIA 263	88.00
D 0184	Stahl-Beton-Verbundbau – Einführung in die Norm SIA 264	88.00
D 0185	Holzbau – Einführung in die Norm SIA 265	88.00
D 0186	Mauerwerk – Einführung in die Norm SIA 266	56.00
D 0187	Geotechnik – Einführung in die Norm SIA 267	88.00

## Bestellung

SIA Auslieferung  
Tel. 061 467 85 74, Fax 061 467 85 76  
auslieferung@sia.ch

## Die Normen

Die neuen Tragwerksnormen (SIA 260 bis 267) sowie die ergänzenden Festlegungen (SIA 261/1 bis 267/1) sind vollständig lieferbar. Auf der Homepage des SIA kann das Inhaltsverzeichnis der einzelnen Normen als PDF eingesehen werden.

Bestellung und Information: [www.sia.ch/publikationen](http://www.sia.ch/publikationen)

# Swissconditions

Die europäischen Normen enthalten in der Regel keine Definition von Rechten und Pflichten der Vertragsparteien im Sinne von allgemeinen Vertragsbedingungen, sondern ausschliesslich technische Regeln und Verständigungskonventionen. Um die Swisscodes kohärent zu den europäischen Tragwerksnormen zu halten, muss der SIA die in den bisherigen Normen enthaltenen allgemeinen Vertragsbedingungen ersetzen. Dazu sind entsprechende neue Dokumente unter dem Arbeitstitel «Swissconditions» in Arbeit. Sie sind Bindeglied zwischen der altbewährten Norm SIA 118 «Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten» und den neuen Tragwerksnormen SIA 260 bis 267. Das Erscheinen der «Swissconditions» ist auf 2004 geplant.