

### Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“

Beanspruchung		Beanspruchbarkeit
System	Modell und Geometrie → Nenngrößen	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$	unter Verwendung von $Y_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
Tragfähigkeit (ULS)	$E_d \leq R_d$	
Gebrauchstauglichkeit	$E_s \leq C_d$	

### System

Einführung	Lastannahmen	Baukonstruktionen	Bemessung	Baurecht
Allgemeines	Konzepte	Eurocode 0	Beispiel 1	Beispiel 2

### Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“

Beanspruchung		Beanspruchbarkeit
System	Modell und Geometrie → Nenngrößen	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$	unter Verwendung von $Y_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
Tragfähigkeit (ULS)	$E_d \leq R_d$	
Gebrauchstauglichkeit	$E_s \leq C_d$	

### System und Belastung

**Flächenlasten [kN/m²]:**  
 $g_k(\text{Stahlbeton}) = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,18 \text{ m} = 4,5 \text{ kN/m}^2$   
 $q_{k,i}$  aus EC1:  
 • Verkehr  $q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$   
 • Schnee  $s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$   
 • Wind  $w_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

**Linienlasten [kN/m]:**  
 $g_k(\text{St.Beton}) = 4,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 9 \text{ kN/m}$   
 $g_k(\text{steel}) = 1 \text{ kN/m}$   
 $q_{k,i} = q_{k,i} \cdot 2,0 \text{ m}$   
 • Verkehr  $q_k = 7 \text{ kN/m}$   
 • Schnee  $s_k = 5 \text{ kN/m}$   
 • Wind  $w_k = 6 \text{ kN/m}$

**Einzellast [kN]:**  
 $Q_k$  aus EC1:  
 • Verkehr  $Q_k = 20 \text{ kN}$

Einführung	Lastannahmen	Ba
Allgemeines	Konzepte	Eurocode

### Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“

Beanspruchung		Beanspruchbarkeit
System	Modell und Geometrie → Nenngrößen	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$	unter Verwendung von $Y_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
Tragfähigkeit (ULS)	$E_d \leq R_d$	
Gebrauchstauglichkeit	$E_s \leq C_d$	

### Stahl S235, Profil HE 320 A

- $f_{y,k} = 235 \text{ N/mm}^2$
- $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- $I_y = 22930 \text{ cm}^4$
- $W_y = 1480 \text{ cm}^3$

HE-A Profile nach DIN 1025-3, EURONORM 53 - 62

Profil	Abmessungen						Flächen		Gewicht	Biegung y-y			
	h	b	t_s	t_f	r	f	A	A <sub>Steg</sub>		I <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>
HE-A	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
320	310,00	300,00	9,00	15,50	27,00	124,00	25,10	97,34	22930,00	136,00	1480,00	6990,00	

Einführung	Lastannahmen	Baukonstruktionen	Bemessung	Baurecht
Allgemeines	Konzepte	Eurocode 0	Beispiel 1	Beispiel 2

### Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“

Beanspruchung		Beanspruchbarkeit	
System	Modell und Geometrie →		Nenngrößen
<b>Charakteristische Größen</b> Index k	<b>Einwirkungen</b> $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	<b>Widerstand:</b> Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)	
<b>Bemessungswerte</b> Index d	<b>Für Einwirkungskombinationen</b> unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_d, N_d, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$		unter Verwendung von $Y_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
<b>Tragfähigkeit (ULS)</b>	$E_d \leq R_d$		
<b>Gebrauchstauglichkeit</b>	$E_d \leq C_d$		

### Auswirkung $M_k(q_k)$ aus Belastung

**Linienlast [kN/m]:**  
 $g_k$  (Beton + Stahl)  
 • Gewicht  $g_k=10$  kN/m,  $M_k=80$  kNm  
 $q_{k,i}$   
 • Verkehr  $q_k = 7$  kN/m,  $M_k=56$  kNm  
 • Schnee  $s_k = 5$  kN/m,  $M_k=40$  kNm  
 • Wind  $w_k = 6$  kN/m,  $M_k=48$  kNm

**Einzellast [kN]:**  
 $Q_k$   
 • Verkehr  $Q_k = 20$  kN,  $M_k = 40$  kNm

**Verkehr Q oder q maßgebend?**  
 $M(q_k)=56$  kNm >  $40$  kNm =  $M(Q_k)$   
 → %Q

$M(q) = \frac{q l^2}{8}$   
 $M(Q) = \frac{Q l}{4}$

Einführung	Lastannahmen	Bat
Allgemeines	Konzepte	Eurocode

### GZTS: Einwirkungskombinationen je für 4 Bemessungssituationen: P/T und A/E

Situation	Ständige Einwirk. $G_d$	Vorspannung $P_d$	Unabhängige veränderliche Einwirkungen $Q_d$		Außergew. Einw. bzw. Erdbeben
			Leiteinwirkung	Begleiteinwirkung	
(P) Ständig i.S.v. planmäßig	$\gamma_G G_k$	$\gamma_P P_k$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	-
(T) Vorübergehend	$\gamma_G G_k$	$\gamma_P P_k$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	-
(A) Außergew. mit A	$G_k$	$P_k$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ oder $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	$A_d$
(A) Außergew. mit A = 0	$G_k$	$P_k$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ oder $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	Situation nach außergew. Ereignis
(E) Erdbeben	$G_k$	$P_k$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	$A_{E,d}$

### Situation P, (nicht T, A und E), $H > 1000$ m unterschiedliche Leiteinwirkungen

- Kombination für Auswirkung Moment M
- $M(q_k) = 56$  kNm >  $40$  kNm =  $M(Q_k)$  → %Q
- $M(g_k)=80$  kNm;  $M(s_k)=40$  kNm;  $M(w_k)=48$  kNm
- EC0:  $\gamma_G=1,35$ ;  $\gamma_Q=1,5$ ;  $\psi_{0,q}=0,7$ ;  $\psi_{0,s}=0,5$ ;  $\psi_{0,w}=0,6$

Situation	ständige Einw. $G_d$	$P_d$	Unabhängige veränderliche Einwirkungen $Q_d$		= Summe
			Leiteinwirkung	Begleiteinwirkungen	
(P) Ständig (planmäßig)	$\gamma_G G_k$	$\gamma_P P_k$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	-
(P) q dominant	1,35 · 80	-	1,5 · 56	1,5 · (0,5 · 40 + 0,6 · 48)	=
(P) s dominant	1,35 · 80	-	1,5 · 40	1,5 · (0,7 · 56 + 0,6 · 48)	=
(P) w dominant	1,35 · 80	-	1,5 · 48	1,5 · (0,7 · 56 + 0,5 · 40)	=

### Auswirkung Durchbiegung $w_k(q_k)$ infolge Belastung

**Linienlasten [kN/m]:**  
 $g_k$  (Beton+Stahl)  
 • Gewicht  $g_k=10$  kN/m,  $w_k=11,08$  mm  
 $q_{k,i}$   
 • Verkehr  $q_k = 7$  kN/m,  $w_k = 7,75$  mm  
 • Schnee  $s_k = 5$  kN/m,  $w_k = 5,54$  mm  
 • Wind  $w_k = 6$  kN/m,  $w_k = 6,65$  mm

**Einzellast [kN]:**  
 $Q_k$   
 • Verkehr  $Q_k = 20$  kN,  $w_k = 4,43$  mm

**Q oder q ?**  
 $w(q_k) = 7,7$  mm >  $4,4$  mm =  $w(Q_k)$   
 → %Q

$w(q) = \frac{5 q l^4}{384 EI}$   
 $w(Q) = \frac{Q l^3}{48 EI}$

Einführung	Lastannahmen	Bat
Allgemeines	Konzepte	Eurocode

### GZGT für 3 Einwirkungskombinationen

- EC0:  $\gamma_G=1,35$ ;  $\gamma_Q=1,5$ ;  $\psi_{0,q}=0,7$ ;  $\psi_{0,s}=0,5$ ;  $\psi_{0,w}=0,6$
- Charakteristische Kombination:
- $w_d = 11,08 + 7,75 + 0,5 \cdot 5,54 + 0,6 \cdot 6,65 = 25,59$  mm
- $w_d = 11,08 + 5,54 + 0,7 \cdot 7,75 + 0,6 \cdot 6,65 = 26,03$  mm (1=s)

Einwirkungskombinationen	Ständige Einwirkungen $G_d$		Veränderliche Einwirkungen $Q_d$	
	Ungünstig	Günstig	Leiteinwirkung	Begleiteinwirkung
<b>Charakteristisch</b>	$G_{k,1,sup}$	$G_{k,1,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
<b>Häufig</b>	$G_{k,1,sup}$	$G_{k,1,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
<b>Quasi-ständig</b>	$G_{k,1,sup}$	$G_{k,1,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“		
Beanspruchung		Beanspruchbarkeit
System	Modell und Geometrie → Nenngrößen	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_d, N_d, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$	unter Verwendung von $\gamma_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
Tragfähigkeit (ULS)	$E_d \leq R_d$	
Gebrauchstauglichkeit	$E_d \leq C_d$	

EC3 = DIN EN1993 für Bemessung von Stahlkonstruktionen

- Für ULS:
- Z.B. auf Basis Moment
- $(R_d =) M_{R,d} = f_{y,R,k} / \gamma_M \cdot W = 235 \text{ N/mm}^2 / 1,0 \cdot 1480 \text{ cm}^3 = 347,8 \text{ kNm}$
- Für SLS:
- Z.B. maximale Durchbiegung
- $(C_d =) w_{C,d} = l/300 = 26,67 \text{ mm}$

Einführung	Lastannahmen	Baukonstruktionen	Bemessung	Baurecht
Allgemeines	Konzepte	Eurocode 0	Beispiel 1	Beispiel 2

Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“		
Beanspruchung		Beanspruchbarkeit
System	Modell und Geometrie → Nenngrößen	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_d, N_d, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$	unter Verwendung von $\gamma_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
Tragfähigkeit (ULS)	$E_d \leq R_d$	
Gebrauchstauglichkeit	$E_d \leq C_d$	

Nachweis GZTS (ULS)

- $E_d \leq R_d$
- $M_d = 270 \text{ kNm} \leq 348 \text{ kNm} = M_{R,d} \rightarrow \text{ok}$
- alternativ:
- $E_d / R_d \leq 1,0$
- $270 / 348 = 0,78 = 78\% \leq 1,0 \rightarrow \text{ok}$

Einführung	Lastannahmen	Baukonstruktionen	Bemessung	Baurecht
Allgemeines	Konzepte	Eurocode 0	Beispiel 1	Beispiel 2

Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“		
Beanspruchung		Beanspruchbarkeit
System	Modell und Geometrie → Nenngrößen	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen $g_k, w_k, s_k, q_k, Q_k$ → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. $f_{yk}$ , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von $\gamma_G, \gamma_w, \gamma_s, \dots, \psi_0, \dots, \dots$ → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. $M_d, N_d, \sigma_d, w_d, \dots$ $E_d = E(\dots)$	unter Verwendung von $\gamma_M$ → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit $M_{R,d}, N_{R,d}, \sigma_{R,d}, \dots$ $R_d$ bzw. $C_d$
Tragfähigkeit (ULS)	$E_d \leq R_d$	
Gebrauchstauglichkeit	$E_d \leq C_d$	

Nachweis GZGT (SLS )

- $E_d \leq C_d$
- $w_d = 25,59 \text{ mm} \leq 26,67 \text{ mm} = w_{C,d} \rightarrow \text{ok}$   
(L/300)
- alternativ:
- $C_d / R_d \leq 1,0$   
 $25,59 / 26,67 = 96 \% \leq 1,0 \rightarrow \text{ok}$   
 $26,03 / 26,67 = 98 \% \leq 1,0 \rightarrow \text{ok}$

Einführung	Lastannahmen	Baukonstruktionen	Bemessung	Baurecht
Allgemeines	Konzepte	Eurocode 0	Beispiel 1	Beispiel 2