

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	$E_d \leq C_d$	

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	$E_d \leq C_d$	

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	$E_d \leq C_d$	

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

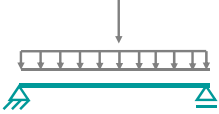
Profil	Abmessungen						Flächen		Gewicht	Biegung y-y			
	h	b	t_s	t_f	r	f	A	A _{fl}		I _y	I _x	W _y	I _x
HE-A	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ⁴
320	310,00	300,00	9,00	15,50	27,00	124,00	25,10	97,34	22930,00	136,00	1480,00	6990,00	

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	
Charakteristische Größen Index k	Einwirkungen g _k , w _k , s _k , q _k , Q _k → DIN EN 1991 (EC1)	Widerstand: Festigkeit z.B. f _{y,k} , Steifigkeit z.B. EA, EI → Bemessungsnorm z.B. Stahlbau DIN EN 1993 (EC 3)
Bemessungswerte Index d	Für Einwirkungskombinationen unter Verwendung von γ _G , γ _w , γ _s ... ψ ₀ ... → DIN EN 1990 („EC 0“) Beanspruchung z.B. M _d , N _d , σ _d , w _d ... E _d = E(...)	unter Verwendung von γ _M → DIN EN 1990 + (EC 2...EC9) Beanspruchbarkeit M _{R,d} , N _{R,d} , σ _{R,d} ... R _d bzw. C _d
Tragfähigkeit (ULS)	E _d ≤ R _d	
Gebrauchstauglichkeit	E _d ≤ C _d	

Auswirkung M_k(q_k) aus Belastung



Linienlast [kN/m]:
g_k (Beton + Stahl)

- Gewicht g_k=10 kN/m, M_k=80kNm

q_{k,i}

- Verkehr q_k = 7 kN/m, M_k=56kNm
- Schnee s_k = 5 kN/m, M_k=40kNm
- Wind w_k = 6 kN/m, M_k=48kNm

Einzellast [kN]:
Q_k

- Verkehr Q_k = 20 kN, M_k = 40kNm

Verkehr Q oder q maßgebend?
M(q_k)=56kNm > 40kNm=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

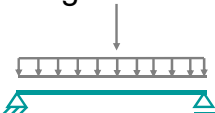
Situation	Ständige Einwirk. G _d	Vorspannung P _d	Unabhängige veränderliche Einwirkungen Q _d		Außergew. Einw. bzw. Erdbeben
			Leiteinwirkung	Begleiteinwirkung	
(P) Ständig i.S.v. planmäßig	γ _G G _k	γ _F P _k	γ _{Q,1} Q _{k,1}	γ _{Q,i} ψ _{0,i} Q _{k,i}	-
(T) Vorübergehend	γ _G G _k	γ _F P _k	γ _{Q,1} Q _{k,1}	γ _{Q,i} ψ _{0,i} Q _{k,i}	-
(A) Außergew. mit A	G _k	P _k	ψ _{1,1} Q _{k,1} oder ψ _{2,1} Q _{k,1}	ψ _{2,i} Q _{k,i}	A _d
(A) Außergew. mit A = 0	G _k	P _k	ψ _{1,1} Q _{k,1} oder ψ _{2,1} Q _{k,1}	ψ _{2,i} Q _{k,i}	Situation nach außergew. Ereignis
(E) Erdbeben	G _k	P _k	ψ _{2,1} Q _{k,1}	ψ _{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: γ_G=1,35; γ_Q=1,5; ψ_{0,q}=0,7; ψ_{0,s}=0,5; ψ_{0,w}=0,6

Situation	ständige Einw. G _d	P _d	Unabhängige veränderliche Einwirkungen Q _d		= Summe
			Leiteinwirkung	Begleiteinwirkungen	
(P) Ständig (planmäßig)	γ _G G _k	γ _F P _k	γ _{Q,1} Q _{k,1}	γ _{Q,i} ψ _{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 = 7,75mm
- Schnee s_k = 5 kN/m, w_k = 5,54mm
- Wind w_k = 6 kN/m, w_k = 6,65mm

Einzellast [kN]:
Q_k

- Verkehr Q_k = 20 kN, w_k = 4,43mm

Q oder q ?
w(q_k)= 7,7mm > 4,4mm=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: γ_G=1,35; γ_Q=1,5; ψ_{0,q}=0,7; ψ_{0,s}=0,5; ψ_{0,w}=0,6
- Charakteristische Kombination:
- w_d = 11,08 + 7,75 + 0,5 · 5,54 + 0,6 · 6,65 = 25,59 mm
- w_d = 11,08 + 5,54 + 0,7 · 7,75 + 0,6 · 6,65 = 26,03 mm (1=s)

Einwirkungskombinationen	Ständige Einwirkungen G _d		Veränderliche Einwirkungen Q _d	
	Ungünstig	Günstig	Leiteinwirkung	Begleiteinwirkung
Charakteristisch	G _{k,1,sup}	G _{k,1,inf}	Q _{k,1}	ψ _{0,i} Q _{k,i}
Häufig	G _{k,1,sup}	G _{k,1,inf}	ψ _{1,1} Q _{k,1}	ψ _{2,i} Q _{k,i}
Quasi-ständig	G _{k,1,sup}	G _{k,1,inf}	ψ _{2,1} Q _{k,1}	ψ _{2,i} Q _{k,i}

Struktur Nachweis EN1990-„EC 0“		
System	Beanspruchung	Beanspruchbarkeit
	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 γ_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“		
System	Beanspruchung	Beanspruchbarkeit
	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 γ_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“		
System	Beanspruchung	Beanspruchbarkeit
	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 γ_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