

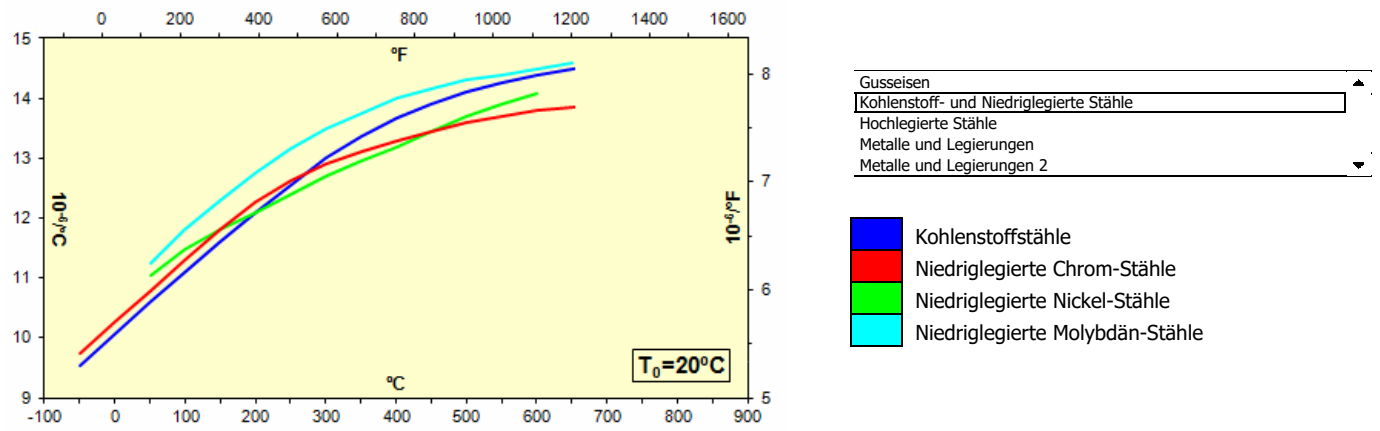


Einfluss der Temperatur auf ausgewählte Materialparameter

A

Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient

1.0 Typischer Verlauf des linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten



2.0 Berechnung des linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten und der Teilerweiterung

2.1 Berechnungseinheiten Imperial (lbf, in, HP...)

2.2 Werkstoff

2.3 Materialgruppe Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]

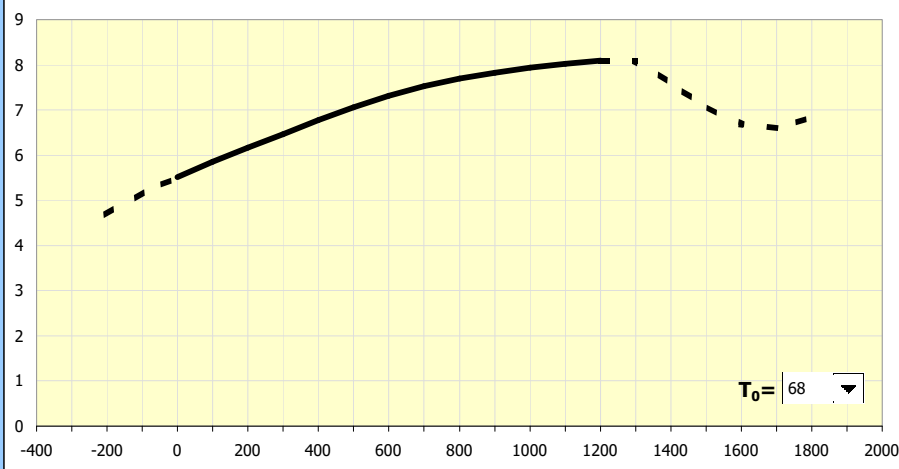
2.4 Typische Werte des Wärmeausdehnungskoeffizienten α_{20-100} 5.5 - 7 [10⁻⁶/°F]

2.5 Bekannter Wert des Wärmeausdehnungskoeffizienten α_{T_0-T} 6.2 [10⁻⁶/°F]

2.6 zum Erhitzen des Materials von der Anfangstemperatur T_0 68 [° F]

2.7 bis zur Endtemperatur T 212 [° F]

2.8 Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient



2.9 Grundwert des Wärmeausdehnungskoeffizienten α_{20-100} 6.2 [10⁻⁶/°F]

2.10 Anfangstemperatur T_I 68.0 [° F]

2.11 Endtemperatur T_E 1000.0 [° F]

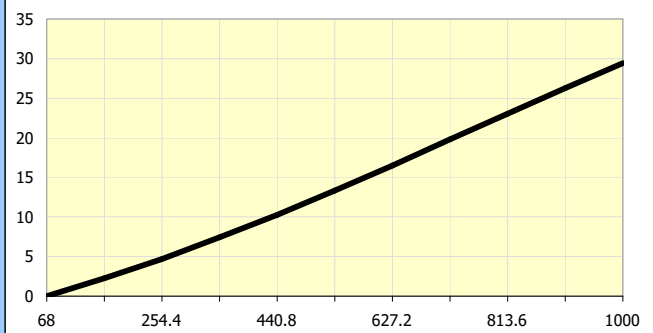
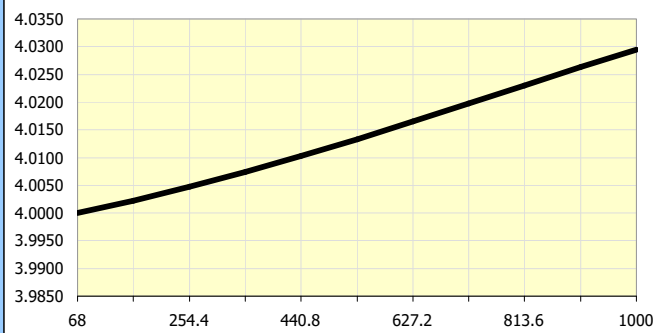
2.12 Gesuchter Wert des Wärmeausdehnungskoeffizienten $\alpha_{T_I-T_E}$ 7.9 [10⁻⁶/°F]

2.14 Teilerweiterung abhängig von der Temperaturänderung

2.15 Anfangslänge des Teils L_0 4.00 [in]

2.16 Endlänge des Teils L 4.0295 [in]

Teilerweiterung ΔL 29.5 [10⁻³ in]



2.13 Indikative Wertetabelle

α	ΔT	Material
GUSSEISEN		
Grauguss		
5.9	68-212	ASTM A48-25
5.9	68-212	ASTM A48-30
5.9	68-212	ASTM A48-35
5.9	68-212	ASTM A48-40
6.5	68-392	EN-GJL-150 [5.1200]
6.5	68-392	EN-GJL-200 [5.1300]
6.5	68-392	EN-GJL-250 [5.1301]
6.5	68-392	EN-GJL-300 [5.1302]
6.5	68-392	EN-GJL-350 [5.1303]
Sphäroguss		
6.6	68-392	ASTM A536 60-40-18
6.8	68-392	ASTM A536 65-45-12
6.1	68-392	ASTM A536 80-55-06
6.1	68-392	ASTM A536 100-70-03
6.5	68-392	ASTM A536 120-90-02
6.6	68-392	EN-GJS-400-18 [5.3105]
6.8	68-392	EN-GJS-450-10 [5.3107]
6.5	68-392	EN-GJS-600-3 [5.3201]
6.5	68-392	EN-GJS-800-2 [5.3301]
Gusseisen mit Vermiculargraphit		
6.1	68-212	EN-GJV-300 [5.2100]
6.1	68-212	EN-GJV-350 [5.2200]
6.1	68-212	EN-GJV-400 [5.2201]
6.1	68-212	EN-GJV-450 [5.2300]
6.1	68-212	EN-GJV-500 [5.2301]
KOHLENSTOFF- UND LEGIERTE STÄHLE		
7.0	32-212	AISI 1008 annealed
6.8	32-212	AISI 1010 annealed
6.6	32-212	AISI 1015 rolled
6.8	32-212	AISI 1015 annealed
6.7	32-212	AISI 1016 annealed

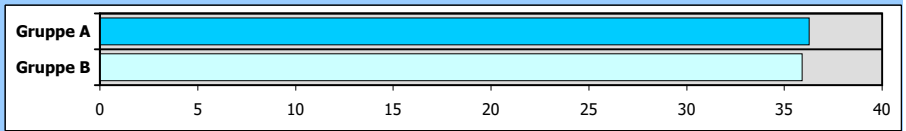
3.0 Erweiterung einer Gruppe von Teilen, die in einer linearen Kette angeordnet sind

3.1 Anfangstemperatur T_I [° F] Endtemperatur T_{EA} [° F]
 3.2 Verwenden Sie für Teile aus Vergleichsgruppe "B" eine unterschiedliche Endtemperatur T_{EB} [° F]

3.3 Definition der Maßkette

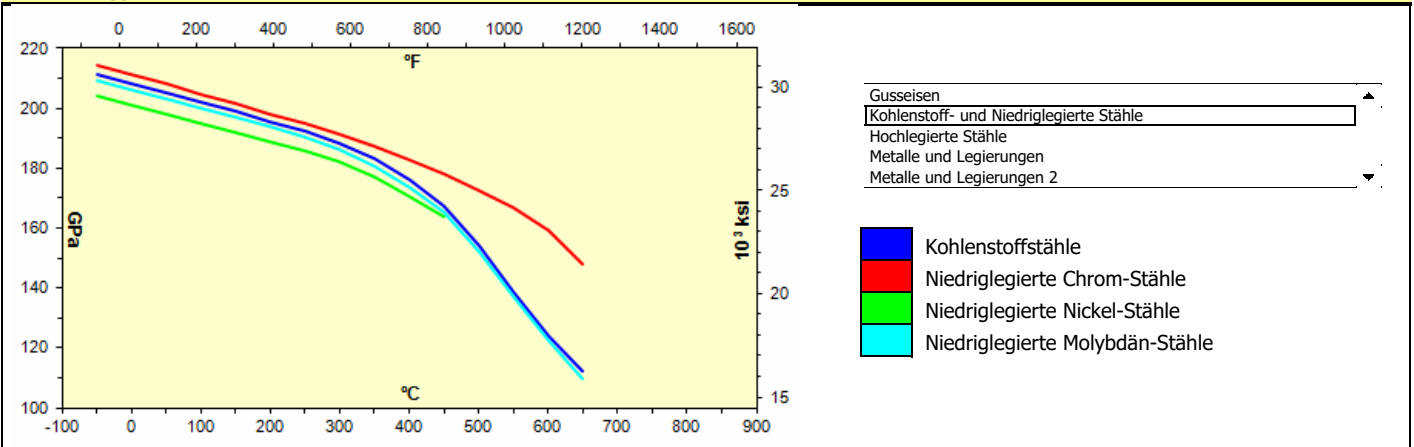
Gruppe	Teil	Anfangslänge L [in]	Materialgruppe	Wärmeausdehnungskoeffizient		Teilerweiterung ΔL	
				α_{20-100}	α_{TI-TE}	[10^{-3} in]	[%]
A	1	0.40	Nickel und Nickellegierungen	7.2	7.7	1.3	3.67
A	2	0.30	Mittellegierte Chrom-Stähle [Cr ~ 5 - 9%]	6.1	6.7	0.9	2.39
A	3	3.00	Austenitische Edelmetalle	8.9	9.3	12.1	33.22
A	4	6.80	Kohlenstoffarme Stähle [C ~ 0.05 - 0.3%]	6.7	7.5	22.0	60.72
B	5	6.50	Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss)	6.0	6.8	19.1	53.25
B	6	4.00	Kupfer und Kupferlegierungen	9.3	9.7	16.8	46.75
	7		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	8		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	9		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	10		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	11		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	12		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	13		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	14		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				
	15		Mittlere Kohlenstoffstähle [C ~ 0.25 - 0.6%]				

3.4 Gesamterweiterung [10⁻³ in]
 3.5 Gruppe "A" ΔL_A
 3.6 Gruppe "B" ΔL_B
 3.7 Gruppenunterschied "A-B" ΔL_{A-B}



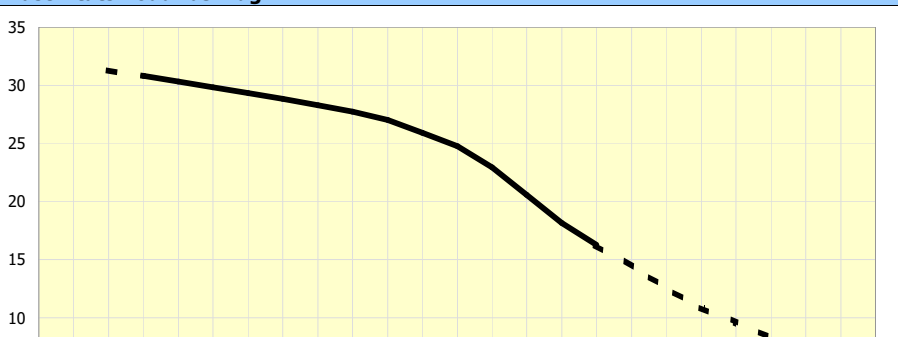
B Elastizitätsmodul

4.0 Typischer Verlauf des Elastizitätsmoduls



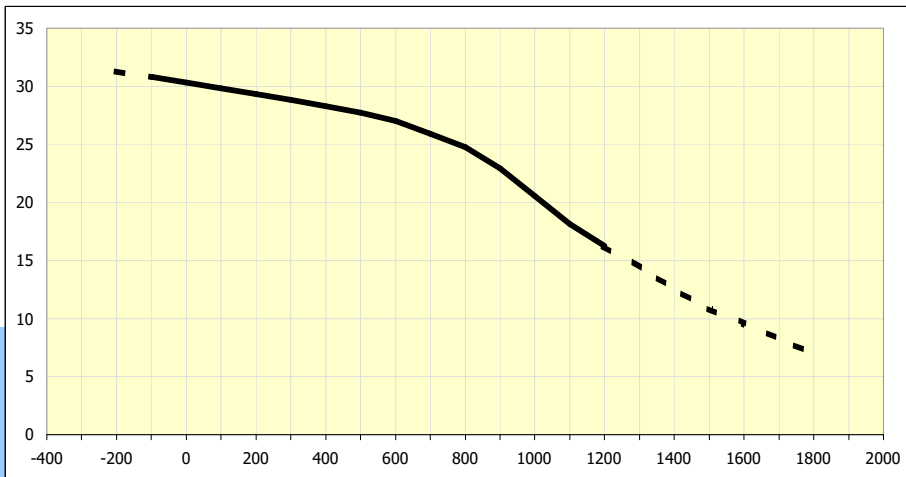
5.0 Berechnung des Elastizitätsmoduls

5.1 Berechnungseinheiten
 5.2 **Werkstoff**
 5.3 Materialgruppe
 5.4 Typische Werte des Elastizitätsmoduls E_{20} [10³ ksi]
 5.5 Bekannter Wert des Elastizitätsmoduls E_T [10³ ksi]
 5.6 für die Temperatur T [° F]
 5.7 **Elastizitätsmodul bei Zug**



5.14 Indikative Wertetabelle

E	T	Material
GUSSEISEN		
Grauguss		
9.6-14.0	68	ASTM A48-20
11.5-14.8	68	ASTM A48-25
13.0-16.4	68	ASTM A48-30
14.5-17.2	68	ASTM A48-35
16.0-20.0	68	ASTM A48-40
18.8-22.8	68	ASTM A48-50
20.4-23.5	68	ASTM A48-60
11.3-14.9	68	EN-GJL-150 [5.1200]
12.8-16.4	68	EN-GJL-200 [5.1300]
14.9-17.1	68	EN-GJL-250 [5.1301]
15.7-19.9	68	EN-GJL-300 [5.1302]
17.8-20.7	68	EN-GJL-350 [5.1303]
Gusseisen mit Vermiculargraphit		
18.9-21.0	68	EN-GJV-300 [5.2100]
19.6-21.8	68	EN-GJV-350 [5.2200]
20.3-21.8	68	EN-GJV-400 [5.2201]
21.0-22.5	68	EN-GJV-450 [5.2300]
21.0-23.2	68	EN-GJV-500 [5.2301]



GUSSEISEN			
Grauguss			
9.6-14.0	68		ASTM A48-20
11.5-14.8	68		ASTM A48-25
13.0-16.4	68		ASTM A48-30
14.5-17.2	68		ASTM A48-35
16.0-20.0	68		ASTM A48-40
18.8-22.8	68		ASTM A48-50
20.4-23.5	68		ASTM A48-60
11.3-14.9	68		EN-GJL-150 [5.1200]
12.8-16.4	68		EN-GJL-200 [5.1300]
14.9-17.1	68		EN-GJL-250 [5.1301]
15.7-19.9	68		EN-GJL-300 [5.1302]
17.8-20.7	68		EN-GJL-350 [5.1303]
Gusseisen mit Vermiculargraphit			
18.9-21.0	68		EN-GJV-300 [5.2100]
19.6-21.8	68		EN-GJV-350 [5.2200]
20.3-21.8	68		EN-GJV-400 [5.2201]
21.0-22.5	68		EN-GJV-450 [5.2300]
21.0-23.2	68		EN-GJV-500 [5.2301]
Tvärrná litina			
23.8	68		ASTM A536 60-40-18
23.8	68		ASTM A536 65-45-12
25.2	68		ASTM A536 80-55-06
25.7	68		ASTM A536 100-70-03
25.7	68		ASTM A536 120-90-02
24.5	68		EN-GJS-350-22 [5.3102]
24.5	68		EN-GJS-400-18 [5.3105]
24.5	68		EN-GJS-450-10 [5.3107]
24.5	68		EN-GJS-500-7 [5.3200]
25.2	68		EN-GJS-600-3 [5.3201]
25.5	68		EN-GJS-700-2 [5.3300]
25.5	68		EN-GJS-800-2 [5.3301]
KOHLENSTOFF- UND LEGIERTE STÄHLE			

5.8 Grundwert des Elastizitätsmoduls	E_{20}	30.0	[10 ³ ksi]
5.9 Endtemperatur	T_E	1000	[° F]
5.10 Gesuchter Wert des Elastizitätsmoduls	E_{TE}	20.5	[10 ³ ksi]
5.11 Elastizitätsmodul bei Schub			
5.12 Poissonsche Zahl	ν	0.30	[-]
5.13 Schubmodul	G_{TE}	7.9	[10 ³ ksi]