1. Ein **Stahlträger** ($\boldsymbol{E} = \mathbf{2 \cdot 10^{11}\ Nm^{-2}}$) wird an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende im Abstand $\boldsymbol{L} = \mathbf{10\ m}$ durch die Kraft $\boldsymbol{F}$ in z-Richtung belastet.

➔ Wie groß ist die Durchbiegung des freien Endes (Biegepfeil) für $\boldsymbol{F} = \mathbf{1000\ N}$

a) bei rechteckigem Queschnitt ($\boldsymbol{\Delta z = d = 0{,}1\ m}$; $\boldsymbol{\Delta y = b = d/2}$)? *(Lösung: 40 cm)*
b) bei einem I-Profil nach Abb. 6.15 mit $\boldsymbol{b_1 = d_1 = 0{,}1\ m}$; $\boldsymbol{b_2 = d_2 = 0{,}05\ m}$)? *(Lösung: 21 cm)*

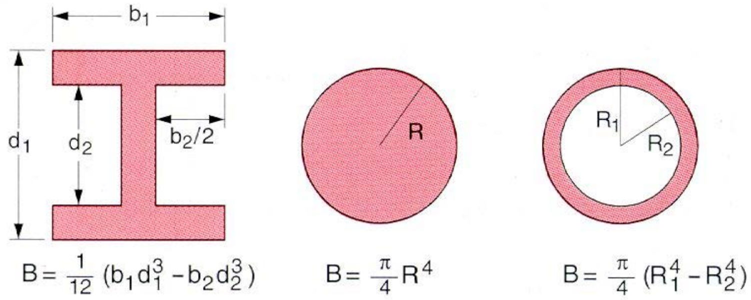

Abb. 6.15. Biegemomente für verschiedene Querschnitte

Hinweis: Das Eigengewicht des Stahlträgers kann im Vergleich zu F vernachlässigt werden

2. Ein **Stahlseil** ($\boldsymbol{\rho_{St} = 7{,}7 \cdot 10^3\ kgm^{-3}}$, $\boldsymbol{E = 2 \cdot 10^{11}\ Nm^{-2}}$, $\boldsymbol{\sigma_z = 8 \cdot 10^8\ Nm^{-2}}$, $\boldsymbol{L = 9\ km}$) hängt in einem senkrechten Schacht.

a) Welche Längenänderung erfährt es? (*Lösung:* 15,3 m)
b) Welche Längenänderung erfährt es, wenn es im Meer ($\boldsymbol{\rho_W = 1{,}03 \cdot 10^3\ kgm^{-3}}$) abgesenkt wird? *(Lösung:* 13,2 m*)*
c) Wie lang darf das Seil im Schacht sein, damit es nicht reisst? *(Lösung:* < 10590 m)

Hinweis: Querkontraktion wird vernachlässigt. Bis zum Zerreißpunkt σ_z dehne sich das Seil rein linear elastisch.

3. Ein Arbeiter, der sich auf der Oberkante eines Hausdachs befindet, läßt seinen Hammer fallen. Das Hausdach ist unter 30° zur Horizontalen geneigt und weist gegenüber dem Hammer einen Reibungskoeffizienten von $\boldsymbol{\mu = 0{,}2887}$ auf. Es ist **11,25 m** lang, und sein tiefster Punkt befindet sich **10 m** über dem Boden.

➔ In welcher Entfernung von der Hauswand wird der Hammer auf dem Boden auftreffen? *(Lösung:* 7,07 m*)*

Bitte Seite wenden!

4. **Kraftstoffverbrauch eines Autos:** Ein Auto der Masse m **= 1000kg** fährt mit **einer Geschwindigkeit** v. Der **Rollreibungskoeffizient der Reifen ist** $\mu = 0{,}015$. Der **Luftwiderstand** ist gegeben durch $c_w = 0{,}4$ bei einer **effektiven Querschnittsfläche von** $A = 1{,}5\ m^2$. Der Motor des Autos hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 0{,}4$ und wird mit Benzin (**Energiedichte** $w = 8527 kWh/m^3$) betrieben.

a) Berechnen Sie allgemein die **Rollreibungskraft** F_R, die Kraft aufgrund des **Luftwiderstands** F_L sowie die **gesamte rücktreibende Kraft** F_{ges}.

b) Berechnen Sie allgemein die **Energie** E, die dem Auto auf einer **Strecke** s zugeführt werden muss, um bei **konstanter Geschwindigkeit** v die Reibungsverluste auszugleichen, sowie die dafür erforderliche **Motorleistung** P.

c) Berechnen Sie allgemein den **Treibstoffverbrauch** T pro Strecke s.

d) Berechnen Sie F_R, F_L, F_{ges}, E **und** T für s **= 100km** und v **= 50km/h** bzw. v **= 130km/h.**
(Lösung: 50 km/h: $F_{ges} = 216{,}83$ N, P = 4,1 PS, T = 1,77l; 130 km/h: $F_{ges} = 471{,}05$ N, P = 30,36 PS, T = 5,03l)

e) Berechnen Sie die Motorleistung, die erforderlich ist, um in τ **= 10s** mit **konstanter Beschleunigung** von **0 km/h** auf **100 km/h** zu beschleunigen.. *(Lösung: P = 121 PS)*

f) Berechnen Sie unter **Vernachlässigung der Rollreibung und des Luftwiderstands** die Motorleistung, die erforderlich ist, um in τ **= 10s mit konstanter Leistung** von **0km/h auf 100km/h** zu beschleunigen. Welche Form hat $v(t)$? *(Lösung: P = 52,46 PS)*

Hinweis: Andere Verluste können vernachlässigt werden. Dichte von Luft: $\rho = 1{,}2041 kg/m^3$

5. **Druck und Steighöhe:**

a) eine lange, beidseitig offene Röhre wird bei **Luftdruck** (p = 1 bar) ins **Wasser** getaucht. Daraufhin wird das obere Ende der Röhre verschlossen und sie wird **evakuiert**. Berechnen Sie die Steighöhe der Wassersäule relativ zum ursprünglichen Wasserniveau. *(Lösung: h = 10,19 m)*

b) Für die gleiche Situation wie in **(a)** beträgt die Steighöhe von **Quecksilber** etwa **760 mm**. Schätzen Sie daraus die Dichte von Quecksilber ab. *(Lösung: $\rho = 13{,}413 g/cm^3$)*

6. **Schwimmender Wasserball:** ein Wasserball aus **PVC** (Dichte $\rho_{PVC} = 1{,}4\ g/cm^3$) habe im aufgeblasenen Zustand einen **Aussendurchmesser von** d_{Ball} **= 40 cm**. und eine Wandstärke von d_{PVC} **= 0,8 mm**. Der **Luftdruck im Ball** beträgt **2 bar bei 25°C**.

a) Man berechne die **mittlere Dichte** $\overline{\rho}$ des luftgefüllten Balles. *(Lösung: $\overline{\rho} = 0{,}01907\ g/cm^3$)*

b) Wie tief taucht der Ball in Wasser ein, **wenn nur die Schwerkraft auf ihn wirkt und der Auftrieb der Luft vernachlässigt wird**? *(Lösung: T = 3,28 cm)*

c) Welche **Kraft** ist nötig um den schwimmenden Ball **vollständig senkrecht unter Wasser zu drücken** und welche **Arbeit** muß man dazu verrichten? *(Lösung:* F = *322,47 N, W = 63,38 J)*

Hinweis: Die Dichte von Luft beträgt bei 25°C und p = 1 bar $\rho_L = 1{,}184\ kg/m^3$. Beim Eintauchen ins Wasser verforme sich der Ball nicht. Die Dichte von Wasser kann mit $\rho_W = 1\ g/cm^3$ angenommen werden. Der Auftrieb der Luft möge vernachlässigt werden.