

Beispiel 3.3 Interaktion durch Senkung der Sohlfläche eines Gebäudes bei Untertunnelung

1 Aufgabenstellung

Das Gebäude hat den in Bild 3.10 dargestellten Grundriss, der aus zwei fugenlos verbundenen Rechtecken besteht. Die Sohlplatte ist 50 [cm] dick und ist 2.5 [m] tief gegründet. Die geplante Untertunnelung verläuft schräg zur Bauwerksachse. Sie wird nach Vorausschätzungen eine etwa 9 [m] breite Setzungsmulde mit einer maximalen Einsenkung von 3 [cm] verursachen. Die Setzungsmulde ist in Bild 3.10a durch die symmetrisch zur Tunnelachse verlaufenden Linien gleicher Setzungsbeträge markiert. Sie werden als Einwirkungen in die Berechnung eingesetzt. Die Bauwerkslasten bestehen aus 2 Einzelstützen mit $P = 18\,000$ [kN] und Linienlasten $p = 300$ [kN/m] aus den Außenwänden.

2 Bodenkennwerte

Der Baugrund wurde durch 3 Bohrungen B1, B2 und B3 bis 14 [m] unter der Sohle erkundet. Er ist nicht horizontal geschichtet. Der Baugrund besteht gemäß Tabelle 3.1 aus zwei Schichten mit unterschiedlichen Bodenkennwerten. Als *Poissonzahl* des Bodens wird $\nu_s = 0.3$ [-] angesetzt und ist konstant für beide Bodenmaterialien (Bild 3.10b) und Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1 Bodenkennwerte

Schicht Nr.	Benennung des Bodens	Tiefe der Schicht unter Gelände z [m]	Steifemodul für		Wichte des Bodens γ_s [kN/m ³]
			Erstbelastung E_s [kN/m ²]	Wiederbelastung W_s [kN/m ²]	
1	Ton	5.5/ 6.3/ 7.0	10 000	30 000	18
2	Sandstein	14	160 000	400 000	21

3 Materialkennwerte des Betons

Für das Plattenmaterial werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	$E_b = 3 \times 10^7$	[kN/m ²]
Schubmodul	$G_b = 1.25 \times 10^7$	[kN/m ²]
<i>Poissonzahl</i>	$\nu_b = 0.2$	[-]
Wichte	$\gamma_b = 25$	[kN/m ³]

Die Steifigkeiten der Außenwände (Dicke 30 [cm], Höhe 3 [m]) werden durch Stabelemente entlang des Plattenrands simuliert mit folgenden Daten:

Trägheitsmoment I	= 0.675	[m ⁴]
Torsionsmoment J	= 0.0253	[m ⁴]

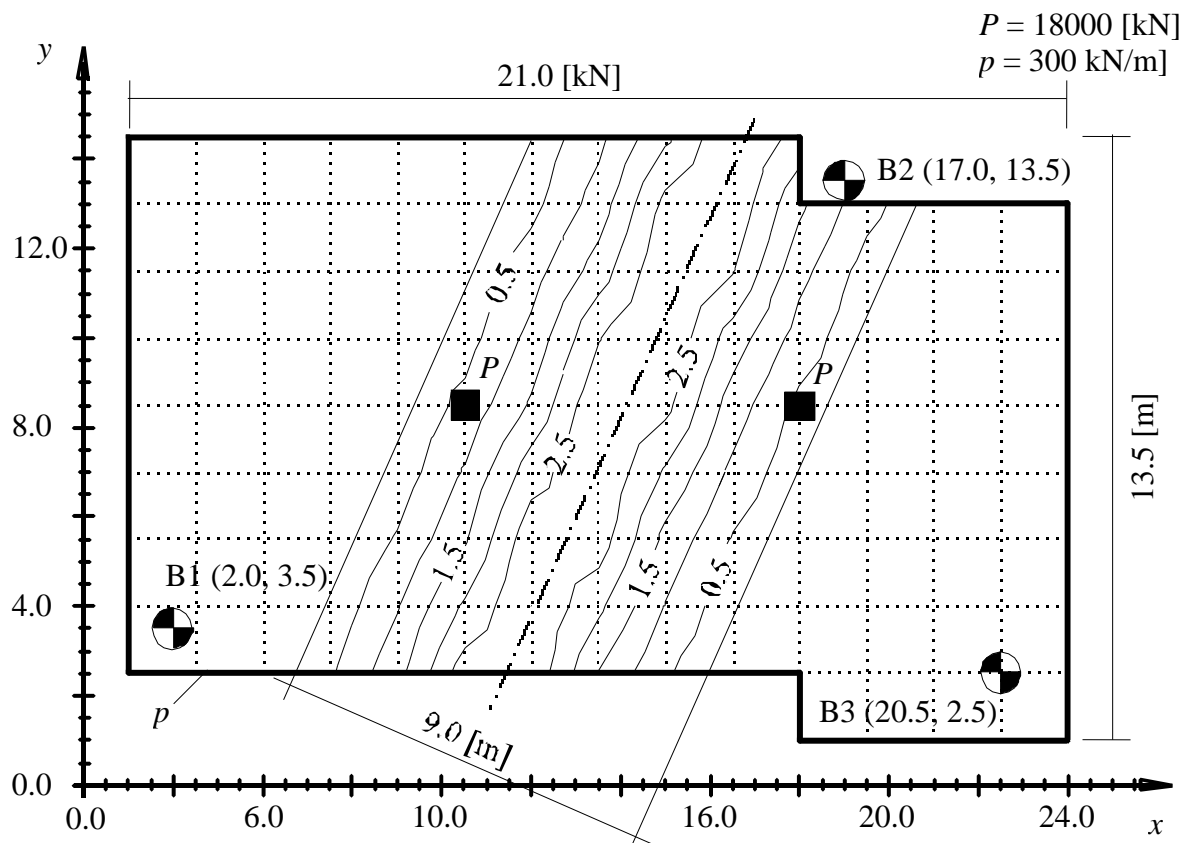
4 Berechnung

Die Sohlplatte wird für die FE-Berechnung in 112 quadratische Elemente mit je 1.5 [m] Seitenlänge unterteilt (Bild 3.10) und dann mit dem Steifemodulverfahren (Verfahren 7) berechnet. Zwischen den Bohrprofilen wird die Schichtgrenze zwischen Ton und Sandstein mit dem Programm *ELPLA* bilinear interpoliert. Zunächst wird eine Berechnung ohne Berücksichtigung des späteren Tunnels vorgenommen. Danach erfolgt die analoge Berechnung für die vorgegebenen Setzungswerte.

5 Ergebnisse

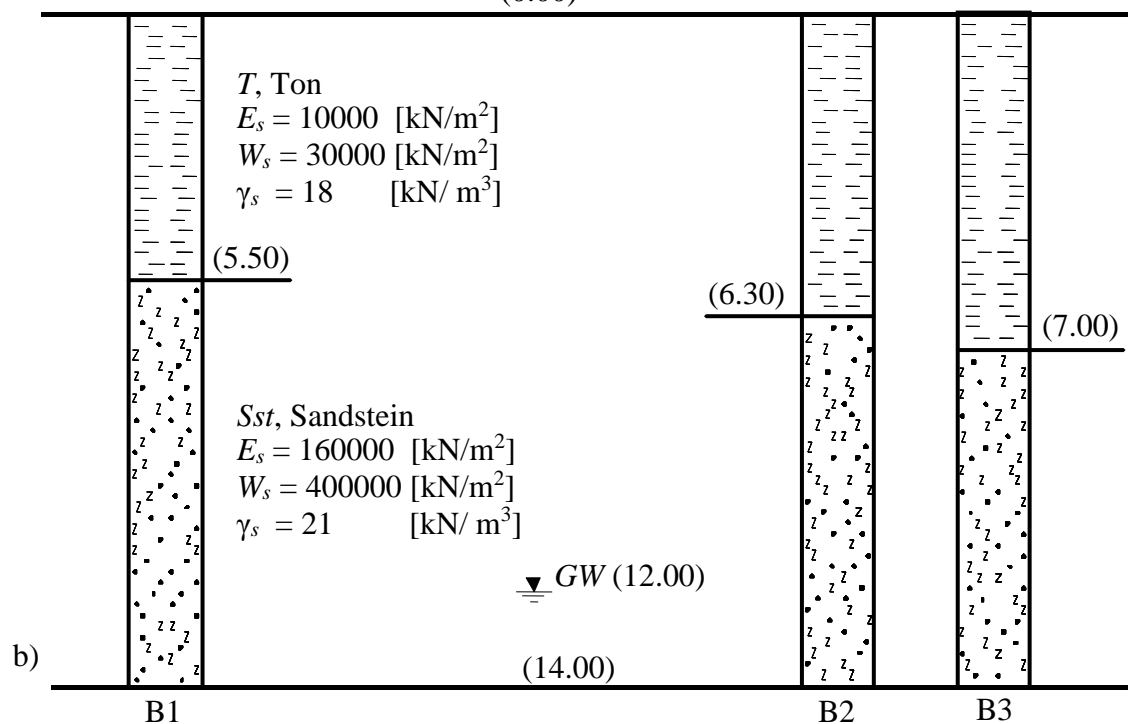
Die Ergebnisse der Setzungen, Sohldrücke und Biegemomente sind in den Bildern 3.11 bis 3.13 dargestellt. Es zeigt sich Folgendes:

- Wenn der Baugrund wie im Beispiel oben aus einer weichen Schicht besteht, ist der Einfluss der durch den Tunnel verursachten Sohldruckänderung nicht besonders groß: die Drücke werden unter den Stützen größer, während sie an den Ecken kleiner werden
- Die Setzungen werden nach der Untertunnelung unter den Stützen infolge der Interaktion kleiner, während sie an den Ecken größer werden
- Die Biegemomente werden unter den Stützen größer, in den Feldern kleiner



a)

(0.00)



b)

Bild 3.10 a) Lageplan mit Setzungslinien durch Untertunnelung und Bohrpunkte
 b) Bohrprofile B1 bis B3

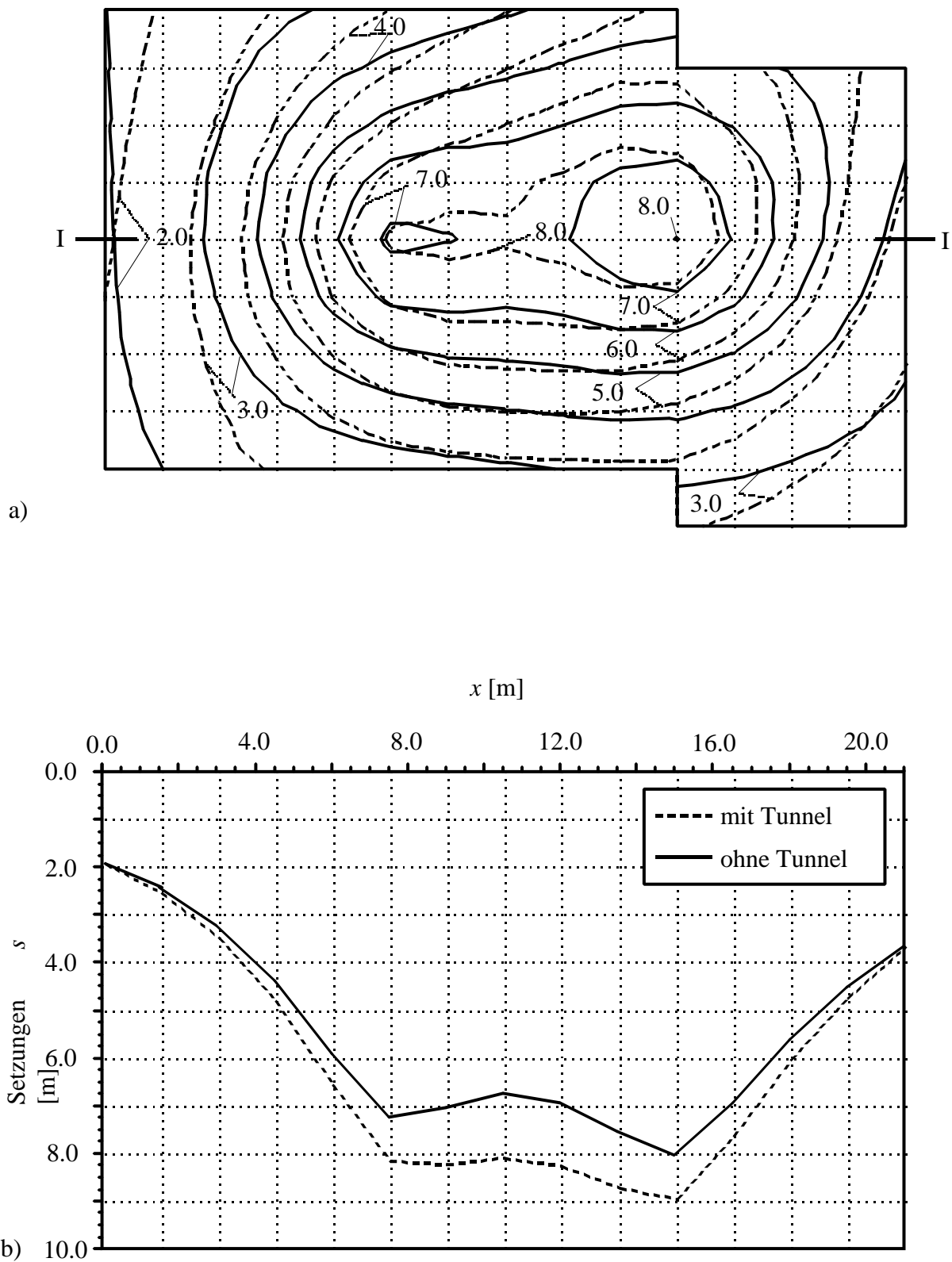


Bild 3.11 Setzungen s [cm] ohne und mit Berücksichtigung der Untertunnelung
a) Isolinien
b) Schnitt I-I

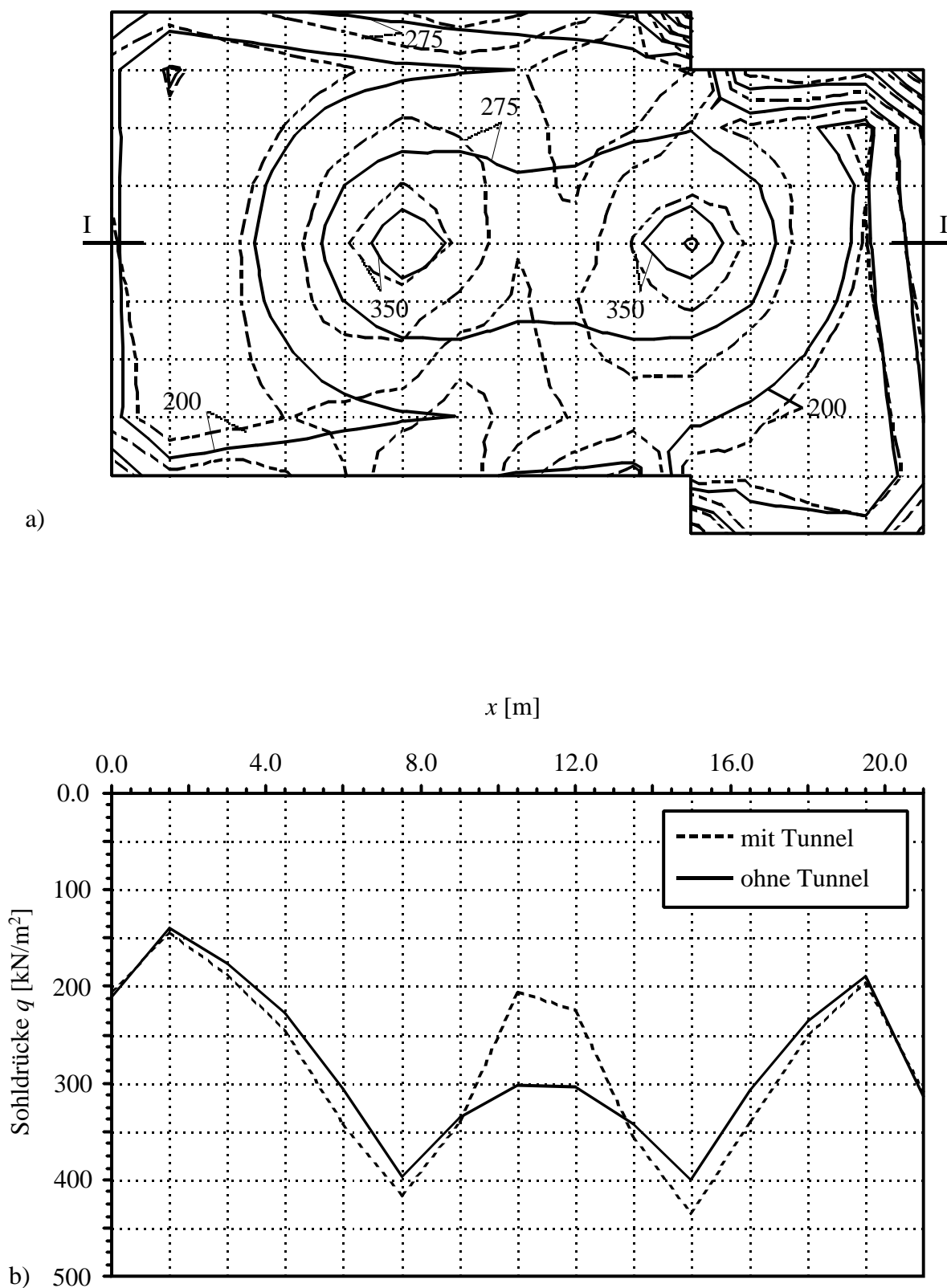


Bild 3.12 Sohldrücke q [kN/m²] ohne und mit Berücksichtigung der Untertunnelung
 a) Isolinien
 b) Schnitt I-I

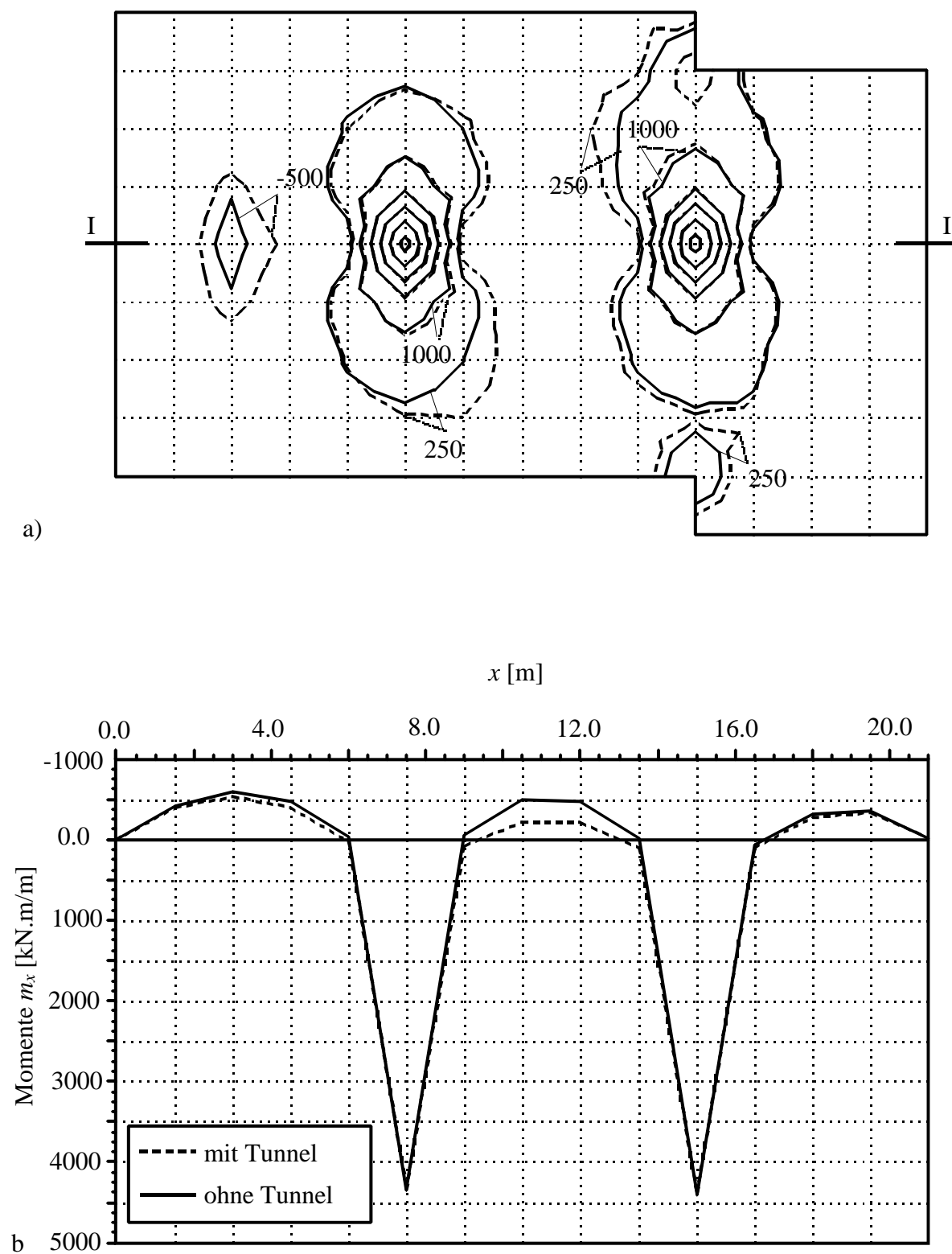


Bild 3.13 Momente m_x [kN.m/m] ohne und mit Berücksichtigung der Untertunnelung
 a) Isolinien
 b) Schnitt I-I