

STATISCHE BERECHNUNG
VON
TUNNELMAUERWERK

GRUNDLAGEN UND ANWENDUNG AUF
DIE WICHTIGSTEN BELASTUNGSFÄLLE

VON

Dr.-Ing. OTTO KOMMERELL

KAISERL. BAURAT

IM REICHSAMT FÜR DIE VERWALTUNG DER REICHSEISENBAHNEN

MIT 144 TEXTABBILDUNGEN UND 10 TAFELN



BERLIN 1912
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Einleitung	1
B. Aktiver Erddruck	4
a) Erddruck auf eine ebene Fläche nach dem Coulombschen Prinzip	4
1. Allgemeiner Fall	4
2. Besondere im Tunnelbau vorkommende Fälle	5
α) Die Wandfläche sei vertikal; die Erdoberfläche sei horizontal; der Winkel δ sei $= 0$	5
β) Wie unter α); die Erdoberfläche sei jedoch unbelastet	6
b) Erddruck auf eine gekrümmte Fläche unter Anwendung des Coulombschen Prinzips. Die Erdoberfläche sei horizontal und für den Erddruck auf eine senkrechte Fläche der Winkel $\delta = 0$	7
c) Bestimmung der Gleitfläche	8
1. Die Erdoberfläche sei beliebig (auch unstetig) belastet	8
α) Die Erdoberfläche sei geneigt	8
β) Die Erdoberfläche sei horizontal und bei senkrechter Wandfläche der Winkel $\delta = 0$	8
2. Die Erdoberfläche sei eben und unbelastet	12
α) Der Neigungswinkel φ der Erdoberfläche sei beliebig	12
β) Der Neigungswinkel φ der Erdoberfläche sei gleich dem Reibungswinkel ϱ der Erde	14
γ) Die Erdoberfläche sei horizontal; der Winkel zwischen dem Erddruck und einer Normalen zu der senkrecht gedachten Wandfläche AB sei $\delta = 0$	15
d) Winkel δ zwischen dem Erddruck E und der Normalen zur Wandfläche	15
1. Widersprüche infolge Annahme eines konstanten Winkels $\delta = 0$	15
2. Die sog. neuere, von Rankine begründete Erddrucktheorie	21
3. Bestimmung des Erddrucks auf eine beliebige Fläche mit Hilfe der Involution des Kreises	24
4. Widersprüche bei der freien Wahl des Winkels δ	27
5. Bestimmung der Erddruckrichtung bei stark einfallenden Schichten	29
e) Verteilung des Erddrucks auf eine lotrechte Fläche bei ebener Erdoberfläche	30
1. Die Erdoberfläche sei unter dem Winkel φ gegen die Horizontale geneigt	30
α) Allgemeiner Fall	30
β) Die Erdoberfläche sei unbelastet	34
γ) Die Erdoberfläche sei gleichmäßig belastet	36

	Seite
2. Die Erdoberfläche sei horizontal	36
α) Die Erdoberfläche sei unbelastet	36
β) Die Erdoberfläche sei gleichmäßig belastet.	36
C. Passiver Erddruck	39
D. Gebirgsdruck	42
a) Allgemeines	42
b) Geschichtlicher Überblick	42
1. Culmann	42
2. Ritter.	43
3. Gröger	47
4. Engesser	48
5. Janssen, Prante	50
6. Heim	50
7. Besondere Erscheinungen am Simplontunnel. Erneute Stellungnahme Heims	52
8. C. Schmidt.	54
9. C. J. Wagner und Karl Brandau. Erfahrungen des letzteren beim Bau des Simplontunnels	54
10. v. Willmann	63
11. Spannungsloser Körper in der Umgebung des Tunnels	69
12. Schlußfolgerungen	73
c) Höhe der gelockerten Gebirgsmassen, welche auf die First drücken	73
1. Die Druckellipse zur Berechnung des Gebirgsdrucks	73
2. Vergleich mit den Angaben von Ritter, Gröger und Engesser	77
3. Schlußfolgerungen	80
E. Besondere im Tunnelbau vorkommende Belastungsfälle	82
a) Die Belastung sei symmetrisch zur Tunnelachse	83
1. Es wirke kein aktiver Erddruck	83
α) Eingangsstrecken. Die Erdoberfläche sei im Querschnitt horizontal	83
Belastungsfall I. Scheitelstärke 46,0 cm; $h = 15$ m	83
" II. " 57,5 cm; $h = 18,74$ m	83
" III. " 69,5 cm; $h = 22,30$ m	84
" IV. " 81,0 cm; $h = 25,60$ m	84
β) Tunnel im Berginnern	84
Belastungsfall V. Scheitelstärke 46,0 cm; $h = 15$ m (Druckellipse)	84
2. Es wirke aktiver Erddruck.	84
α) Eingangsstrecken. Die Erdoberfläche sei im Querschnitt horizontal. Der Reibungswinkel der Erde sei $\rho = 37^\circ$	84
Belastungsfall VI. Scheitelstärke 46,0 cm; $h = 12$ m	84
" VII. " 57,5 cm; $h = 16$ m	84
" VIII. " 69,5 cm; $h = 20$ m	85
β) Eingangsstrecken. Die Erdoberfläche sei im Querschnitt horizontal. Der Reibungswinkel der Erde sei $\rho = 24^\circ$	85
Belastungsfall IX. Scheitelstärke 46,0 cm; $h = 12$ m	85
" X. " 57,5 cm; $h = 16$ m	85
" XI. " 69,5 cm; $h = 20$ m	85

Inhaltsübersicht.

VII

	Seite
Belastungsfall XII. Scheitelstärke und Belastung wie bei Belastungsfall IX, jedoch mit einer Form der inneren Leibung, die sich mehr der Kreisform nähert	85
γ) Tunnel im Berginnern. Der Reibungswinkel der Erde sei $\varrho = 20^\circ$	86
Belastungsfall XIII. Scheitelstärke 93 cm; $h = 20$ m (Druckellipse)	87
b) Die Belastung sei unsymmetrisch zur Tunnelachse	87
1. Es wirke kein aktiver Erddruck	87
α) Eingangsstrecken. Die Erdoberfläche sei im Querschnitt mit $1:1\frac{1}{2}$ geneigt (Tunnel am Hang oder sog. Lehnentunnel)	87
Belastungsfall XIV. Scheitelstärke 46,0 cm; $h = 12$ m	87
" XV. " 46,0 cm; $h = 12$ m. Das talseitige Gebirge sei nicht imstande, den Horizontalschub des Tunnelgewölbes aufzunehmen	87
2. Es wirke aktiver Erddruck	88
α) Eingangsstrecken. Die Erdoberfläche sei mit $1:1\frac{1}{2}$ geneigt	88
Belastungsfall XVI. Der Reibungswinkel ϱ der Erde sei gleich dem Neigungswinkel φ der Erdoberfläche gegen die Horizontale. Scheitelstärke 69,5 cm; $h = 12$ m	89
Belastungsfall XVII. Die angeschnittenen Erdmassen drohen auf den unter $\psi = 80^\circ$ geneigten Gebirgsschichten abzurutschen. Scheitelstärke 69,5 cm; $h = 12$ m	89
β) Tunnel im Berginnern. Die Gleitflächen haben nicht denselben Neigungswinkel ψ gegen die Horizontale	90
Belastungsfall XVIII. Scheitelstärke 69,5 cm; Höhe der Druckellipse $h = 12$ m. Neigungswinkel der Gleitflächen auf der rechten Seite $\psi_1 = 55^\circ$. Auf der linken Seite $\psi_2 = 90^\circ$	90
F. Voraussetzungen für die statischen Berechnungen	92
a) Material für das Tunnelmauerwerk und Einheitsgewichte	92
b) Zulässige Beanspruchungen	93
c) Günstigste Drucklinie	94
d) Berechnung der Maße für die Form der inneren Leibung	94
G. Beispiele	99
Belastungsfall I	99
" II	103
" III	103
" IV	103
" V	103
" VI	109
" VII	114
" VIII	114
" IX	114
" X	119
" XI	119
" XII	120
" XIII	123
" XIV	131
" XV	137
" XVI	139
" XVII	149
" XVIII	153

	Seite
H. Schlußbetrachtungen und Bemerkungen für die Ausführung . . .	161
a) Vergleich der verschiedenen Belastungsfälle	161
b) Sohlgewölbe	162
c) Sohlquader	162
d) Brennfugen	163
e) Anmauern der Widerlager und Entwässerung	163
f) Nischen	165
g) Vergleich zwischen ein- und zweigleisigen Tunneln	167
Literatur	169