

# DWA- Regelwerk

## Arbeitsblatt DWA-A 161

Statische Berechnung von Vortriebsrohren

März 2014, korrigierte Fassung März 2021



VORSCHAU

# DWA- Regelwerk



## Arbeitsblatt DWA-A 161

### Statische Berechnung von Vortriebsrohren

März 2014, korrigierte Fassung März 2021

VORSCHAU



Herausgabe und Vertrieb:  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

Das Arbeitsblatt DWA-A 161 und das DVGW-Arbeitsblatt GW 312 sind inhaltlich gleich.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

### Impressum

Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

Satz:  
DWA

Druck:  
druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:  
978-3-942964-88-3 (Print)  
978-3-96862-054-1 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 2. Auflage, korrigierte Fassung Stand März 2021, Hennef 2021

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Mit der zweiten Auflage dieses Arbeitsblattes geben die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) und der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) Empfehlungen für die Aufstellung der statischen Berechnung von Vortriebsrohren. Für Rohre, die in offener Bauweise eingebaut werden, wird auf die einschlägigen Normen und Regeln (z. B. Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127) verwiesen.

Die in der Praxis bisher angewendeten bodenmechanischen Modell-Vorstellungen wurden überprüft und dem derzeitigen Erkenntnisstand angepasst. Daraus ergaben sich neue Belastungsmodelle und deren Auswirkungen auf die Berechnung der Vortriebsrohre. Es konnten jedoch nicht alle möglichen Sonderfälle erfasst werden, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sind.

Seit Erscheinen der ersten Auflage vom Januar 1990 sind wesentliche Fortschritte im grabenlosen Einbau von Rohrleitungen zu verzeichnen, die ihren Niederschlag in der Neufassung des Arbeitsblattes DWA-A 125/DVGW GW 304 anlässlich DIN EN 12889 gefunden haben. Die dort definierten steuerbaren und nichtsteuerbaren Vortriebsverfahren erfordern bei der statischen Berechnung von Rohren aus verschiedenartigen Werkstoffen eine differenzierte Betrachtungsweise, die auch bodenmechanische Fragen berührt.

Darüber hinaus wurden die Kennwerte dieses Arbeitsblattes im Verlauf mehrerer Jahre auf Basis von Normen und anderen Quellen gewonnen, die inzwischen z. T. fortgeschrieben oder anderweitig ersetzt worden sind. Dies ist bei eventuellen Recherchen zu den Grundlagen der Kennwerte und Berechnungsmethoden zu berücksichtigen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, die besonderen Umstände des Einzelfalls, wesentliche Änderungen in Normung und Technik sowie aktuellere Erkenntnisse angemessen zu berücksichtigen.

### Änderungen

Gegenüber Arbeitsblatt ATV-A 161:1990-01 bzw. Merkblatt DVGW GW 312:1990-01 wurden insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Als Rohrwerkstoffe wurden zusätzlich Kunststoffe aufgenommen.
- b) Für die in Arbeitsblatt DWA-A 125/DVGW GW 304 genannten steuerbaren und nichtsteuerbaren Verfahren wurden die maßgebenden Belastungszustände (Einwirkungen) detailliert angegeben.
- c) Die Ermittlung von Bodenkennwerten für Locker- und Festgestein wurde überarbeitet. Für die Anpassung der Bodenkennwerte eines geotechnischen Berichtes an die spezielle Situation des Vortriebes werden Faktoren als Richtwerte angegeben. Die Bodenkennwerte sowie die bodenmechanischen Kenngrößen, mit denen die Erdlast weiterhin nach dem Silomodell ermittelt wird, werden in Abhängigkeiten von der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der Böden als Richtwerte angegeben.
- d) Bei der Beschreibung der Belastungsfälle erfolgte eine Anpassung an das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127.
- e) Die Mindestschnittkraftbemessung zur Berücksichtigung von Führungskräften (bisher nur für den geradlinigen Vortrieb geregelt) wurde für Kurvenfahrten ergänzt.
- f) Es wurden zusätzlich Mindestwerte für Wanddicken/Radius-Verhältnisse angegeben.
- g) Für die zulässigen Axialkräfte beim Vortrieb wurden die Gleichungen auch für gekrümmte Trassen entwickelt, die Steuerbewegungen sowie zulässige Toleranzen für die Rechtwinkligkeit der Stirnflächen der Rohre berücksichtigen.
- h) Für die Druckübertragungsringe wurden Empfehlungen zur Ermittlung des Druckspannungs-Stauchungsverhaltens unter zyklischer Belastung sowie Anhaltswerte für die E-Moduln der Druckübertragungsringe angegeben.
- i) Für Vortriebsrohre im Festgestein und Übergangsbereich (Lockergestein/Festgestein) wurden Angaben für Belastungen quer zur Rohrachse und für das Auflager des Rohres gemacht.
- j) Punktlasten können je nach Bodenart oder Einbauverfahren auftreten. Für Punktlasten wurden keine konkreten Annahmen, mechanische Modelle und Einwirkungen angegeben, hierzu sollten bei Bedarf besondere Überlegungen angestellt werden.
- k) Für fluidgefüllte Druckübertragungsringe wurden die erforderlichen Nachweise zusammengestellt.
- l) Die Stabilitätsnachweise in der Querrichtung der Rohre wurden mit Vereinfachungen den Festlegungen in Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 angepasst und durch den Nachweis in axialer Richtung ergänzt.

- m) Der Nachweis der Vergleichsspannungen wurde für anisotrope Werkstoffe mit unterschiedlichen Zug- und Druckfestigkeiten erweitert.
- n) Die Bemessungstabellen für Stahlrohre wurden nicht beibehalten.
- o) Die Nachweise gegen Ermüdung unter nicht vorwiegend ruhenden Lasten wurden überarbeitet.
- p) Druck- und zugkraftschlüssige Verbindungen wurden aufgenommen.
- q) Das Arbeitsblatt wurde auf das Teilsicherheitskonzept umgestellt.
- r) Bei Verkehrslasten wurde der horizontale Anteil berücksichtigt.
- s) Für die Straßenverkehrslasten wurde der DIN-Fachbericht 101 zugrunde gelegt. Die bisherigen Straßenverkehrslasten SLW60, SLW30 und LKW12 entfallen.
- t) Für die Eisenbahnverkehrslasten (LM 71) wurden dynamische Stoßbeiwerte nach dem DIN-Fachbericht 101 angegeben.
- u) Beim Ermüdungsnachweis unter nicht vorwiegend ruhender Belastung darf der dynamische Spannungsanteil unter Berücksichtigung des horizontalen Erddruckes aus Verkehr berechnet werden. Die zulässige Schwingbreite  $2\sigma_A$  muss für jeden Werkstoff mithilfe von Wöhler-Kurven ermittelt werden. Bei Eisenbahnverkehrslasten muss die zulässige Schwingbreite  $2\sigma_A$  für  $1 \times 10^8$  Lastwechsel und bei den anderen Verkehrslasten für  $2 \times 10^6$  Lastwechsel bestimmt werden.

Die DWA-Arbeitsgruppe ES-5.5 „Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen – offene Bauverfahren“ erarbeitet derzeit ein eigenständiges Arbeitsblatt DWA-A 127-10, in dem Kennwerte der Rohrwerkstoffe zur statischen Berechnung von Abwasserleitungen und -kanälen festgeschrieben werden. Bis zum Erscheinen dieses Arbeitsblattes bleibt der Anhang A dieses Arbeitsblattes gültig. Der Anwender dieses Arbeitsblattes muss – bis zum Erscheinen des Arbeitsblattes DWA-A 127-10 – im Einzelfall prüfen, ob die angegebenen Werkstoffkennwerte zutreffend sind.

### Hinweis

Unter <http://www.dwa.de/dwadirekt> werden dem Anwender Rechenbeispiele zum kostenfreien Download in einem geschlossenen Benutzerbereich („DWAdirekt“) auf der DWA-Homepage zur Verfügung gestellt. Zum geschlossenen Benutzerbereich gelangen Sie durch Eingabe Ihres Benutzernamens und Passwortes. Sofern Sie noch nicht registriert sind, können Sie über den angegebenen Link Ihren Autorisierungscode erfragen, der Ihnen dann per E-Mail zugeschickt wird.

### Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt ATV-A 161:1990-01 bzw. Merkblatt DVGW GW 312:1990-01

## Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe ES-5.6 „Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen – geschlossene Bauverfahren“ im DWA-Fachausschuss ES-5 „Bau“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

BECKMANN, Dietmar	Dr.-Ing., Bochum
BOHLE, Ulrich	Dr.-Ing., Aachen
BRUNE, Peter	Dipl.-Ing., Saarbrücken
FALK, Christian	Dr.-Ing., Dortmund
FLICK, Karl-Heinz	Bau.-Ass., Dipl.-Ing., Köln (stellv. Sprecher)
GRAßMANN, André	Dipl.-Ing., Essen
HERBORN, Stephan	Dipl.-Ing., Frankfurt (bis 2008)
HOCH, Albert	Prof. Dr.-Ing., Nürnberg (Sprecher ab 2004)
HORNUNG, Karl	Dr.-Ing., Neuhausen a. d. F. (bis 2003)
KLEIN, Joachim	Dr.-Ing., Essen (bis 2003)
LEONHARDT, Günther	Dr.-Ing., Düsseldorf (Sprecher bis 2003)
NOWACK, Reinhard	Dipl.-Ing., Ehringshausen †
RIPPL, Kurt	Dipl.-Ing., Nürnberg
SCHMIDT-THRÖ, Gerfried	Dr.-Ing., Burghausen
SIELER, Ulrich	Dipl.-Ing., Nürnberg
WALLMANN, Ulrich	Dipl.-Ing., Bottrop

Als Gäste haben mitgewirkt:

GOLLWITZER, Leonhard	Dipl.-Ing., Mantel
KONRAD, Günter	Dipl.-Ing., Stuttgart
TECKEMEIER, Hartmut	Dipl.-Ing., Bonn
VOLLMERING, Lutz	Dipl.-Ing., Mochau
WELLMANN, Andreas	Dipl.-Ing., Troisdorf

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BERGER, Christian	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-------------------	--

# Inhalt

Vorwort .....	3
Verfasser .....	5
Bilderverzeichnis .....	9
Tabellenverzeichnis.....	10
Benutzerhinweis.....	11
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Normative Verweisungen.....</b>	<b>11</b>
<b>3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen.....</b>	<b>15</b>
3.1 Begriffe .....	15
3.1.1 Einwirkungen (siehe auch DIN EN 1990) .....	15
3.1.1.1 Direkte Einwirkung .....	15
3.1.1.2 Indirekte Einwirkung .....	15
3.1.1.3 Statische Einwirkung .....	15
3.1.1.4 Veränderliche Einwirkung.....	15
3.1.1.5 Kombination von Einwirkungen (Einwirkungskombination).....	15
3.1.2 Führungskräfte.....	15
3.1.3 Belastungszustand.....	15
3.1.4 Gradienten .....	15
3.1.5 Trasse .....	15
3.1.6 Trassierung .....	15
3.1.7 Überschnitt .....	15
3.2 Symbole, Einheiten und Abkürzungen .....	16
<b>4 Technische Angaben .....</b>	<b>24</b>
4.1 Einbaubedingungen .....	24
4.2 Baugrunduntersuchungen.....	24
4.3 Bodenarten .....	24
4.4 Bodenkennwerte.....	25
4.5 Rohrwerkstoffe .....	28
4.6 Teilsicherheitsbeiwerte für den Bauteilwiderstand der Rohrwerkstoffe.....	28
4.7 Druckübertragungsring .....	28
4.7.1 Druckübertragungsring aus Holz.....	28
4.7.2 Druckübertragungsringe aus anderen Werkstoffen.....	28
<b>5 Bauausführung .....</b>	<b>30</b>
<b>6 Einwirkungen auf die Vortriebsrohre .....</b>	<b>30</b>
6.1 Einwirkungskombinationen auf Rohre .....	30
6.2 Einwirkungen quer zur Rohrachse .....	33
6.2.1 Erdlast und gleichmäßig verteilte Last auf der Geländeoberfläche .....	33
6.2.1.1 Allgemeines .....	33
6.2.1.2 Abminderung der Auflast durch Gewölbekonstruktion.....	33
6.2.1.3 Ausschluss der Abminderung .....	35
6.2.1.4 Erhöhung der Einwirkung aus Erdlast.....	35

6.2.2	Seitlicher Erddruck .....	35
6.2.3	Verkehrslasten .....	37
6.2.3.1	Allgemeines .....	37
6.2.3.2	Straßenverkehrslasten.....	37
6.2.3.3	Eisenbahnverkehrslasten.....	39
6.2.3.4	Flugzeugverkehrslasten.....	41
6.2.3.5	Lasten aus Spezialfahrzeugen .....	41
6.2.4	Begrenzte Flächenlasten .....	42
6.2.5	Eigengewicht .....	42
6.2.6	Wasserfüllung bis Rohrscheitel .....	42
6.2.7	Innerer Überdruck.....	42
6.2.8	Äußerer Wasserdruck.....	42
6.2.9	Gleit- und Stützmitteldruck.....	42
6.2.10	Ringspaltverpressung .....	42
6.2.11	Druckluft.....	42
6.3	Einwirkungen längs der Rohrachse durch Vorpresskraft .....	42
6.3.1	Allgemeines .....	42
6.3.2	Übertragung von Längskräften .....	43
6.3.3	Übertragung von Querkräften .....	43
6.4	Einwirkungen längs der Rohrachse durch Zugkraft.....	43
6.5	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen .....	44
<b>7</b>	<b>Schnittkräfte aus Einwirkungen quer zur Rohrachse.....</b>	<b>44</b>
7.1	Allgemeines .....	44
7.2	Schnittkräfte .....	44
7.2.1	Vertikale Bodenspannungen $q_{Ev}$ aus Erdüberdeckung während des Vortriebes.....	44
7.2.2	Vertikale Bodenspannungen $q_{Ev}$ aus Erdüberdeckung nach dem Vortrieb.....	45
7.2.3	Vertikale Bodenspannungen $p_T$ aus Verkehr .....	47
7.2.4	Horizontale Bodenspannungen $p_{Th}$ aus Verkehr .....	47
7.2.5	Horizontale Bodenspannungen $q_{Oh}$ aus Erdüberdeckung während des Vortriebes .....	47
7.2.6	Horizontale Bodenspannungen $q_{EH}$ aus Erdüberdeckung nach dem Vortrieb .....	47
7.2.7	Eigenlast .....	47
7.2.8	Wasserfüllung bis Rohrscheitel .....	47
7.2.9	Auftrieb.....	48
7.2.10	Schnittkräfte aus Wasserdruck .....	48
7.2.11	Bettungsreaktionsdruck.....	48
7.3	Mindestschnittgrößen zur Berücksichtigung von Beanspruchungen aus Führungskräften.....	48
<b>8</b>	<b>Annahmen zu Einwirkungen quer zur Rohrachse bei Vortrieb im Festgestein .....</b>	<b>49</b>
8.1	Allgemeines .....	49
8.2	Erdlast .....	49
8.2.1	Vortrieb mit Auflagerung im Festgestein und Überlagerung mit Lockerboden .....	49
8.2.2	Vortrieb vollständig im Festgestein .....	49
8.3	Verformungsmodul .....	51
8.4	Seitendruckbeiwert.....	51
8.5	Auflagerwinkel.....	51
<b>9</b>	<b>Bemessung quer zur Rohrachse .....</b>	<b>53</b>
9.1	Allgemeines .....	53
9.2	Erforderliche Nachweise .....	53

9.3	Bauteilnachweise .....	53
9.3.1	Mindestwanddicken .....	53
9.3.2	Mindestbewehrung .....	56
9.4	Standsicherheitsnachweise .....	56
9.4.1	Allgemeines .....	56
9.4.2	Verformungsnachweis .....	56
9.4.3	Spannungs-Dehnungsnachweise quer zur Rohrachse .....	57
9.4.3.1	Allgemeines .....	57
9.4.3.2	Stahlbeton .....	57
9.4.3.3	Steinzeug .....	57
9.4.3.4	UP-GF .....	58
9.4.3.5	Stahl und duktiler Gusseisen .....	58
9.4.4	Stabilitätsnachweis .....	59
9.4.4.1	Allgemeines .....	59
9.4.4.2	Nachweis bei vollständiger Bettung des Rohres .....	59
9.4.4.3	Nachweis ohne Bettung des Rohres .....	60
9.4.5	Ermüdungsnachweis unter nicht vorwiegend ruhender Belastung .....	61
9.4.5.1	Allgemeines .....	61
9.4.5.2	Ermüdungsnachweis bei Stahlbeton-, Beton-, UP-GF-, Guss- und Steinzeugrohren .....	63
9.4.5.3	Ermüdungsnachweis bei Stahlrohren .....	63
9.4.6	Druckrohre .....	63
<b>10</b>	<b>Berechnung längs der Rohrachse .....</b>	<b>64</b>
10.1	Führungskräfte .....	64
10.2	Grundsätzliches zur Berechnung .....	64
10.3	Druckkraftübertragung .....	65
10.4	Druck- und zugkraftschlüssige Rohrverbindungen .....	74
10.5	Zugkraftschlüssige Rohrverbindungen .....	74
<b>11</b>	<b>Interaktionsnachweise .....</b>	<b>74</b>
<b>12</b>	<b>Beulnachweise für Beanspruchungen in axialer Richtung .....</b>	<b>75</b>
12.1	Stahlrohre .....	75
12.2	Kunststoffrohre (GFK und Thermoplaste) .....	76
<b>Anhang A (normativ) Werkstoffkennwerte (charakteristische Werte) für Rohre .....</b>		<b>77</b>
<b>Anhang B (informativ) Mindestangaben für die statische Berechnung von Vortriebsrohren .....</b>		<b>81</b>
Hinweise und Erläuterungen zu den Mindestangaben für die statische Berechnung von Vortriebsrohren .....		83
<b>Anhang C (normativ) Standardprüfung zur Bestimmung des rechnerischen Materialkennwertes <math>E_{cal}</math> von Druckübertragungsringen aus Holz und Holzwerkstoffen .....</b>		<b>85</b>
<b>Anhang D Baugrund .....</b>		<b>87</b>
D.1	(informativ) Klassifikation der Lockergesteine – Bodenklassifizierung; Gruppeneinteilung der Böden für bautechnische Zwecke (nach DIN 18196) .....	87
D.2	(informativ) Geotechnischer Bericht – Anforderungen an einen geotechnischen Bericht (Baugrundgutachten) für die Bemessung von Vortriebsrohren .....	89
D.2.1	Mindestangaben .....	89
D.2.2	Vollständige Angaben .....	89
D.2.3	Angaben für ein Vortriebsrohr im Festgestein .....	90

<b>Anhang E (informativ) Zugkräfte, Biegeradien und Abwinkelbarkeiten</b> .....	<b>91</b>
Mindest-Biegeradien von Polyethylenrohren.....	91
<b>Anhang F (informativ) Lastausbreitungsmodell für LM1</b> .....	<b>96</b>
Lastausbreitungsmodell .....	96
<b>Anhang G (informativ) Quellen und Literaturhinweise</b> .....	<b>98</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Belastungsbild in Anlehnung an TERZAGHI (1954) .....	34
Bild 2:	Abminderungsfaktor $\kappa$ für $K_1 = 0,5$ und $\delta = \varphi/2$ .....	34
Bild 3:	Lastbild zu Lastmodell 1 (LM1) gemäß DIN EN 1991-2 (Bodenspannungen aus den Tandemsystemen mit 480 kN und 320 kN Gesamtlast ohne Gleichlasten in den Fahrstreifen 1 und 2) ...	37
Bild 4:	Vertikale Bodenspannungen $p_T$ in kN/m <sup>2</sup> in Abhängigkeit von der Rohrlänge $L_R$ , Überdeckungen $h = 1$ m bis 10 m.....	38
Bild 5:	Ausbreitung der vertikalen Lasten aus Eisenbahnverkehr; Definition von Druckbereich und Einflussbereich.....	39
Bild 6:	Bodenspannung $p$ infolge von Eisenbahnverkehrslasten .....	40
Bild 7:	Lastbilder der Bemessungsflugzeuge (BFZ).....	41
Bild 8:	Bodenspannung $p_T$ infolge von Flugzeugverkehrslasten.....	41
Bild 9:	Vortrieb mit Auflagerung im Festgestein und Überlagerung mit Lockerboden .....	50
Bild 10:	Vortrieb vollständig im Festgestein .....	50
Bild 11:	Erläuterung zu $m_{q0} = m_{pEv}$ , $n_{q0} = n_{pEv}$ und $m_{qh} = m_{pEh}$ , $n_{qh} = n_{pEh}$ .....	51
Bild 12:	Erläuterung zu $m_g$ , $n_g$ und $m_w$ , $n_w$ .....	51
Bild 13:	Durchschlagbeiwert $\alpha_b$ für den kritischen äußeren Wasserdruck .....	60
Bild 14a:	Vertikale Bodenspannungen aus Verkehrslast (LM3) $p_T$ in kN/m <sup>2</sup> in Rohrscheitelhöhe für alle Rohre und Überdeckungen bis 4 m; $h'$ setzt sich aus der Überdeckungshöhe $h$ und der Dicke des Fahrbahnbelags $h_F$ zusammen.....	62
Bild 14b:	Horizontale Bodenspannungen aus Verkehrslast (LM3) $p_{Th}$ in kN/m <sup>2</sup> für alle Rohre und Kämpferhöhen $h_k$ bis 4 m, für den Erddruckbeiwert $K_2 = 0,4$ . Für andere Werte von $K_2$ gilt: $p_{Th} = K_2 \cdot \text{Ablesewert}/0,4$ .....	62
Bild 15:	Rechenwert $\frac{\varphi_{St,0}}{L_R}$ in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser.....	66
Bild 16:	Beiwert $\kappa_{R1}$ zur Vermeidung von Randabplatzungen .....	67
Bild 17:	Beiwert $\kappa_{R2}$ zur Vermeidung von Rissen aus Spaltzug.....	67
Bild 18:	Verformungsbeiwert $\alpha_b$ in Abhängigkeit des Verhältnisses von Rohrlänge zu Rohraußendurchmesser ....	69
Bild 19:	Materialkennwert $E_{cal}$ für Vollholz (Fichte, Tanne) mit einer Dicke von 20 mm .....	71
Bild 20:	Materialkennwert $E_{cal}$ für Spanplatte mit einer Dicke von 18 mm .....	71
Bild 21:	Materialkennwert $E_{cal}$ für OSB-Platte mit einer Dicke von 22 mm .....	72
Bild 22:	Spannungsverhältnis $\sigma_{max}/\sigma_0$ in Abhängigkeit vom Fugenklaffungsmaß $z_k/d_{a,min}$ bei DÜR aus Holz oder Holzwerkstoffen .....	73
Bild 23:	Spannungsverhältnis $\sigma_{max}/\sigma_0$ in Abhängigkeit vom Fugenklaffungsmaß $z_k/d_{a,min}$ ohne DÜR.....	73
Bild C.1:	Beispiel eines Druckspannungs-Stauchungsdiagramms einer Standardprüfung .....	86
Bild F.1:	Lastverteilung in Rohrlängsrichtung bei Längsüberfahung .....	96
Bild F.2:	Lastverteilung quer zur Rohrleitung mit Begegnungsverkehr bei Längsüberfahung.....	97

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bodengruppen .....	25
Tabelle 2:	Rechenwerte für die Bodengruppen G1 bis G4 .....	25
Tabelle 3:	Berechnungswerte für nichtbindige Böden G1, G2 .....	26
Tabelle 4:	Berechnungswerte für bindige Böden G3, G4 .....	27
Tabelle 5:	Einflussfaktor infolge des Vortriebes in Lockergestein .....	27
Tabelle 6:	Teilsicherheitsbeiwerte für den Bauteilwiderstand .....	29
Tabelle 7:	Lasten und Einwirkungskombinationen auf Rohre in Abhängigkeit vom Rohrvortriebsverfahren – nichtsteuerbare Verfahren .....	31
Tabelle 8:	Lasten und Einwirkungskombinationen auf Rohre in Abhängigkeit der Rohrvortriebsverfahren – steuerbare Verfahren .....	32
Tabelle 9:	Beiwert des seitlichen Bettungswinkels.....	36
Tabelle 10:	Beiwert $f$ zur Berücksichtigung des seitlichen Erddruckes aus Verkehrslasten .....	39
Tabelle 11:	Bodenspannungen $p$ infolge von Eisenbahnverkehrslasten .....	40
Tabelle 12:	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (Bau- und Betriebszustand) .....	45
Tabelle 13:	Momenten- und Normalkraftbeiwerte für Auflagerwinkel $2\alpha = 180^\circ$ .....	46
Tabelle 14:	Momenten- und Normalkraftbeiwerte für Auflagerwinkel $2\alpha = 90^\circ$ .....	46
Tabelle 15:	Empfohlener Einflussfaktor $f_{2,F}$ für den Vortrieb im Festgestein .....	50
Tabelle 16:	Momenten- und Normalkraftbeiwerte für über den Baugrund eingeleitete Lasten nach HORNUNG & KITTEL (1989) für einige Beispiele (Stützung cos-förmig radial, Auflast rechteckförmig $\beta = 90^\circ$ ) .....	52
Tabelle 17:	Momenten- und Normalkraftbeiwerte für Eigenlast und Wasserfüllung nach HORNUNG & KITTEL (1989) für einige Beispiele (Stützung cos-förmig radial, Auflast rechteckförmig $\beta = 90^\circ$ ) .....	52
Tabelle 18:	Erforderliche Nachweise .....	53
Tabelle 19:	Mindestwanddicken.....	54
Tabelle 20:	Mindestwanddicke für Stahlrohre.....	55
Tabelle 21:	Abminderungsfaktor $\alpha_r$ .....	61
Tabelle 22:	Zulässige Spannungsdoppelamplituden für den Betriebsfestigkeitsnachweis von Stahlrohren (entspricht DS 804 Tabelle 32 Kerbgruppe KV und Tabelle 33 Kerbgruppe WI) in $N/mm^2$ , gültig für $2 \times 10^6$ Lastwechsel.....	64
Tabelle 23:	Rechenwert $\Delta a_{cal}$ in mm in Abhängigkeit von Nennweite und Rohrwerkstoff.....	66
Tabelle D.1:	Bodenklassifizierung – Gruppeneinteilung der Böden für bautechnische Zwecke (Klassifikation der Lockergesteine) – Teil 1 .....	87
Tabelle D.2:	Bodenklassifizierung – Gruppeneinteilung der Böden für bautechnische Zwecke (Klassifikation der Lockergesteine) – Teil 2 .....	88
Tabelle D.3:	Vortrieb im Lockergestein – erforderliche Angaben zum Baugrund .....	89
Tabelle D.4:	Vortrieb im Festgestein – erforderliche Angaben zum Baugrund und Auflagerwinkel.....	90
Tabelle E.1:	Zulässige Zugkräfte für PE-80/PE-Xa-Rohre .....	92
Tabelle E.2:	Zulässige Zugkräfte für PE-100-Rohre .....	93
Tabelle E.3:	Zulässige Zugkräfte und Mindest-Biegeradien für Stahlrohre nach DIN 2460 mit ZM-Auskleidung.....	94
Tabelle E.4:	Zulässige Zugkräfte, Abwinkelbarkeiten und Kurvenradien von Rohren aus duktilem Gusseisen mit Muffen BLS (inkl. VRS-T für DN 80 bis 500 und TKF für DN 600 bis 1000) bzw. TIS-K (Typ-Prüfdruck $P_{Typ} = PFA \times 1,5 + 5$ bar, abgemindert mit Sicherheitsbeiwert $S = 1,1$ für Bauzustand) .....	95
Tabelle F.1:	Fallunterscheidung für die mittragende Länge nach Bild F.1 .....	96
Tabelle F.2:	Fallunterscheidung für die mittragende Breite nach Bild F.2 .....	97

## Benutzerhinweis

Dieses Arbeitsblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jedermann steht die Anwendung des Arbeitsblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Arbeitsblatt gilt für die statische Berechnung von Rohren mit kreisförmigem Querschnitt, die nach dem Rohrvortriebsverfahren mit gerader oder gekrümmter Linienführung, in nichtbindigen oder bindigen Böden (Lockerböden gemäß DIN 18319) mit statischer Kraft entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 125/DVGW GW 304 eingebaut werden. Es gilt auch für Vortriebe, die vollständig oder teilweise im Festgestein durchgeführt werden, wobei besondere Überlegungen angestellt werden müssen.

Für Rohre, die mit dynamischer Energie vorgetrieben werden, kann dieses Arbeitsblatt sinngemäß angewendet werden. Dies gilt – soweit nicht in diesem Arbeitsblatt erwähnt – auch bei entsprechender Anpassung für dem Rohrvortrieb verwandte Verfahren. Für Rohre, die innerhalb einer Vortriebsstrecke in offener Bauweise in Schächten oder Anschlussstrecken eingebaut werden, ist Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 maßgebend.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Anwender dieses Teils des DWA/DVGW-Regelwerkes werden jedoch gebeten, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Aufgeführte DIN-Normen können Bestandteil des DWA/DVGW-Regelwerkes sein.<sup>1)</sup>

DIN CEN/TS 15223, Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Gültige Berechnungsparameter von erdverlegten thermoplastischen Rohrleitungssystemen

DIN EN ISO 9967, Thermoplastische Rohre – Bestimmung des Verformungsverhaltens

DIN EN ISO 12162, Thermoplastische Werkstoffe für Rohre und Formstücke für Anwendungen unter Druck – Klassifizierung, Werkstoffkennzeichnung und Gesamtbetriebs(berechnungs-)Koeffizient

DIN EN 295-1, Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und Verbindungen

DIN EN 295-3, Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle – Teil 3: Prüfverfahren

DIN EN 295-7, Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle – Teil 7: Anforderungen an Rohre und Verbindungen beim Rohrvortrieb

DIN EN 300, Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) – Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen

1) Auf Datierungen wurde generell verzichtet (siehe Vorwort).

VORSCHAU

Dieses Arbeitsblatt gilt für die statische Berechnung von Rohren mit kreisförmigem Querschnitt, die nach dem Rohrvortriebsverfahren mit gerader oder gekrümmter Linienführung, in nichtbindigen oder bindigen Böden (Lockerböden gemäß DIN EN 18319) mit statischer Kraft entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 125 (gleichlautend mit DVGW-Merkblatt GW 304) eingebaut werden. Beim Vortrieb, vollständig oder teilweise im Festgestein, gibt es keine Standardlösungen, hier sind besondere Überlegungen anzustellen; zum Beispiel zum Ansatz geringerer Auflagerwinkel und der anzusetzenden Erdlast über dem Rohrscheitel. Die Berechnungsansätze und Werkstoffkennwerte beziehen sich auf Rohrwerkstoffe gemäß Anhang A dieses Arbeitsblattes. Für Rohre, die mit dynamischer Energie vorgetrieben werden, kann dieses Arbeitsblatt sinngemäß angewendet werden. Dies gilt – soweit nicht in diesem Arbeitsblatt erwähnt – auch bei entsprechender Anpassung für dem Rohrvortrieb verwandte Verfahren. Für Rohre, die innerhalb einer Vortriebsstrecke in offener Bauweise in Schächten oder Anschlussstrecken eingebaut werden, ist das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 maßgebend.

Zielgruppe des Arbeitsblattes sind die mit der statischen Berechnung von Vortriebsrohren und Planung von grabenlosen Baumaßnahmen befassten Fachleute in Kommunen, Verbänden, Planungsbüros und Behörden.

VORSCHAU



ISBN: 978-3-942964-88-3 (Print)  
978-3-96862-054-1 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)