

Hannover – Leipzig

Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH

Heiligengeiststraße 19
30173 Hannover

Leibnizstraße 25
04105 Leipzig

mail@veenkerghmbh.de
www.veenkerghmbh.de

Handbuch

Programm DynRo

Version 2.2

Bearbeitungsstand: 17.10.2017

Vereidigte Sachverständige
Dr.-Ing. Manfred Veenker
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich
Dipl.-Ing. Alexander Junge

Amtsgericht Hannover
HRB 57 606
USt-IdNr.: DE 198 708 104

Geschäftsführer
Jörg Himmerich

Inhaltsverzeichnis

1. Änderungsindex	8
2. Allgemeines	9
2.1 Anwendungsbereiche	9
2.2 Voraussetzungen zu Anwendung	10
2.2.1 Baugrunduntersuchung	10
2.2.2 Energieeintrag beidseitig der Rohre	10
2.2.3 Sprengung	10
2.2.4 Geschichteter Baugrund	11
2.2.5 Ausführende Firmen	11
2.2.6 Einschränkung an das Rammgut	11
2.2.7 Verdichtungsfähigkeit nicht bindiger Böden	11
2.2.8 Bauteile in der Leitung	11
2.2.9 Geländeneigung	12
2.2.10 Signifikante Zusatzbeanspruchungen	12
3. Unterlagen	13
3.1 Vorschriften	13
3.2 Sonstige Literatur	14
4. Grundlagen	15
4.1 Allgemeines	15

4.2	Sicherheitskonzept	15
4.3	Energiegruppen	17
4.3.1	Impulsramme	17
4.3.2	Rüttler	17
4.3.3	Vibrationswalzen	18
4.3.4	Sprengung	18
4.4	Bodengruppen	19
4.5	Belastungen	19
4.5.1	Innendruck	19
4.5.2	Dynamische Energie: Schwingungsbeanspruchung	20
4.5.3	Dynamische Energie: Setzung	20
4.5.4	Erdauflast	20
4.5.5	Verkehrslast	20
4.5.6	Verlegespannungen	21
4.5.7	Temperatur	21
4.6	Mindestabstand zu Baugrubenwänden	22
5.	Beschreibung der Eingabe- und Ausgabemasken	23
5.1	Allgemeines	23
5.2	Menü Datei	23
5.2.1	Lizensierung	23
5.2.2	Erfassungsbogen speichern unter...	23

5.2.3	Einstellungen	23
5.2.4	Beenden	23
5.3	Eingabemaske Projekt	24
5.4	Eingabemaske Rohr	25
5.4.1	Außendurchmesser	25
5.4.2	Wanddicke	25
5.4.3	Wertigkeit Herstellungsnaht	25
5.4.4	Wertigkeit Rundnaht	25
5.4.5	Werkstoff	25
5.4.6	Innendruck	26
5.4.7	Scheitelüberdeckung	26
5.4.8	Bereich „Laden, speichern oder löschen von Datensätzen“	26
5.5	Eingabemaske Dynamik	28
5.5.1	Bereich „Quelle des Energieeintrags“	28
5.5.2	Bereich „Energieparameter“	29
5.5.3	Energiegruppe	29
5.6	Eingabemaske Sicherheiten	32
5.6.1	Allgemeines	32
5.6.2	Auslegungssicherheit	32
5.6.3	Kombinationsbeiwert	32
5.6.4	Standardkombination	32

5.7	Eingabemaske Zusatzlasten	33
5.7.1	Allgemeines	33
5.7.2	Sektion Verkehrslast auf der Geländeoberfläche	33
5.7.3	Keine	33
5.7.4	Bahn 2-gleisig (DS 804 / UIC 71)	33
5.7.5	SLW 30 (Radlast 5 t)	34
5.7.6	SLW 60 (Radlast 10 t)	34
5.7.7	frei wählen	34
5.7.8	Bereich „Temperaturdifferenz“	34
5.7.9	Bereich Verlegespannung	34
5.8	Eingabemaske Anwendungsgrenzen	35
5.9	Maske Ergebnis	36
5.9.1	Auslastung für angegebene Parameter	36
5.9.2	Minimaler Abstand Leitungsachse – Emissionsort	36
5.9.3	Minimaler Abstand Leitungsachse – Baugrubenwand	36
5.9.4	Verbleibende Längsspannung aus Setzung	36
5.10	Maske Schwinggeschwindigkeit	37
5.11	Ausgabemaske Protokoll	38
6.	Unterschreitung der Mindestabstände	39
6.1.1	Einschränkung der dynamischen Energie	39
6.1.2	Einzelnachweis im Vorfeld	40

6.1.3	Maßnahmen an der Leitung	40
6.1.4	Überwachung während des Eintrags dynamischer Energie	40
7.	Support	42
8.	Installation des Programms	43
8.1	Programminstallation	43
8.2	Lizenzmodell	43
8.2.1	Demo-Version	43
8.2.2	Lizenzierung	43
8.3	Deinstallation	43
8.4	Adobe Acrobat Reader	44

Anlagenverzeichnis

A 1	Energiegruppen
A 2	Bodengruppen
A 3	Sicherheitsbeiwerte für Rohrleitungen aus Stahl
A 4	Lastfallkombinationen
A 5	Mindestabstand zu Baugruben / System und Belastung
A 6	Erfassungsbogen für Rammarbeiten
A 7	Erfassungsbogen für Sprengarbeiten

1. Änderungsindex

Datum	Kapitel	Änderung
08.06.2015		Version 2.2
24.09.2015	4.5.1	Klarstellung der Unterschiede in der Berechnung bei Angabe DP, MOP, OP
24.09.2015	4.3.4 und Anlage A 1	Korrektur Spezifische Energie TNT

2. Allgemeines

2.1 Anwendungsbereiche

Das Programm DynRo errechnet Mindestabstände zwischen einem Emissionsort mit Eintrag dynamischer Energie und einer Leitung. Es werden alle relevanten Rohrparameter sowie alle relevanten Belastungsgrößen in einer technisch sinnvollen Kombination berücksichtigt. Sofern die Voraussetzungen zur Anwendung gemäß Kapitel 2.2 beachtet werden, liefert das Berechnungsverfahren Mindestabstände, die als sicher oder als auf der sicheren Seite liegend anzusehen sind.

Die angegebenen Abstände gelten

- in horizontaler Richtung für das Einbringen von Objekten durch Rammung oder Vibration sowie für Sprengungen,
- in vertikaler Richtung für den Einsatz von Verdichtungsgeräten.

Die angegebenen Mindestabstände werden grundsätzlich nur unter dem Aspekt der Leitungsbeanspruchung infolge dynamischen Energieeintrags ermittelt, soweit nicht ausdrücklich anders beschrieben. Allgemeine Grundsätze des Betreibers, gewisse Tätigkeiten erst in einem größeren Abstand zur Leitung zuzulassen, sind gesondert zu berücksichtigen.

Der Eintrag dynamischer Energie in den Untergrund erfolgt durch die folgenden Quellen:

- Impulsrammen,
- Rüttler,
- Vibrationswalzen,
- Sprengungen.

Der Einsatz von Impulsrammen und Rüttlern erfolgt für die Herstellung von Tiefgründungen oder für die Herstellung von Baugrubensicherungen. Im Programm werden beide Fälle berücksichtigt. Im Falle einer Baugrubensicherung sind zwei Kriterien zu beachten. Von den ausgeworfenen Mindestabständen ist der größere Mindestabstand maßgebend.

2.2 Voraussetzungen zu Anwendung

Das im Programm DynRo verwendete Berechnungsverfahren wurde auf der Grundlage von Vereinfachungen und Annahmen durchgeführt, um Ergebnisse für Regelfälle herleiten zu können. Für die Anwendung dieser Ergebnisse sind die folgenden Anwendungsgrenzen zu beachten:

2.2.1 Baugrunduntersuchung

Liegen keine gesicherten Kenntnisse über den Baugrund vor, muss eine Untersuchung durch einen sachverständigen Bodengutachter durchgeführt werden. Die Methoden zur Bestimmung des Baugrundaufbaus müssen geeignet sein, um die erforderlichen Baugrundeigenschaften eindeutig festzustellen, damit eine Klassifizierung nach den Bodengruppen B1 bis B5 (Anlage A 2) sicher erfolgen kann. Hat der Bodengutachter Zweifel daran, dass der anstehende Baugrund durch die hier zugrunde gelegten Vereinfachungen und Annahmen ausreichend berücksichtigt wurde, darf dieses Berechnungsverfahren nicht angewendet werden. Dies gilt besonders bei stark setzungsgefährdeten Böden, bei unzureichenden Baugrundaufschlüssen, bei ungewöhnlichen Inhomogenitäten und bei anthropogen veränderten Böden (Kippen).

2.2.2 Energieeintrag beidseitig der Rohre

Bei gleichzeitigem Energieeintrag beidseitig der Rohre sind gesonderte Untersuchungen erforderlich.

2.2.3 Sprengung

Die mit dem hier beschriebenen Berechnungsverfahren ermittelten Mindestabstände gelten für eine einmalige Detonation. Hierbei gelten Zündfolgen mit zeitlichen Abständen zwischen den Zündstufen von wenigen Millisekunden als eine Detonation. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass hier ausschließlich die dynamischen Aspekte der Sprengung berücksichtigt sind. Es ist bauseits sicher zu stellen, dass die Leitung nicht durch umher fliegende Trümmer oder Ähnliches beschädigt werden kann.

2.2.4 Geschichteter Baugrund

Besteht der Baugrund aus Schichten, die verschiedenen Bodengruppen zugeordnet werden müssen, ist jeweils der größere Abstand einzuhalten. Dies gilt unabhängig davon, in welcher Schicht das Rohr selbst liegt und in welcher Reihenfolge die Schichten anstehen.

2.2.5 Ausführende Firmen

Mit dem Eintrag dynamischer Energie dürfen nur erfahrene Firmen beauftragt werden. Diese geben das Maß der Energie an und müssen weiterhin gewährleisten, dass im Ausführungsfall diese Energie nicht überschritten wird.

2.2.6 Einschränkung an das Rammgut

Die errechneten Mindestabstände gelten für ein Rammgut mit einer Hauptabmessung im Querschnitt von maximal 0,8 m.

2.2.7 Verdichtungsfähigkeit nicht bindiger Böden

Die verdichtungsfähige Schicht reicht bis maximal 6 m unter GOK und weist unterhalb 2 m unter GOK keine sehr locker gelagerten Schichten auf.

2.2.8 Bauteile in der Leitung

Die errechneten Mindestabstände gelten nicht für Rohrbauteile (Abzweige, Armaturen usw.). Bei dem Eintrag von Ramm- bzw. Verdichtungsenergie durch Impulsramme, Rüttler oder Vibrationswalze ist hier ein Mindestabstand von 20 m einzuhalten. Bei Eintrag der Energie durch Sprengungen ist ein Mindestabstand von 200 m einzuhalten. Anderenfalls ist ein Einzelnachweis erforderlich. Für Bögen gelten grundsätzlich die selben Einschränkungen. Es liegt jedoch in der Einschätzung des Anwenders, das Programm auch im Einflussbereich von Bögen zuzulassen, wenn diese große Krümmungsradien haben und sichergestellt ist, dass sie keine konstruktionsbedingten Spannungskonzentrationen aufweisen (starke Wanddickensprünge, Segmentbögen, Faltenbögen). Ggf. ist im Bogenbereich eine größere Sicherheit anzusetzen.

2.2.9 Geländeneigung

Bei der Ermittlung von Mindestabständen infolge Eintrag dynamischer Energie gilt eine Einschränkung der Geländeneigung auf maximal 15°. Die Angabe von Mindestabständen zu Baugruben gilt bei Geländeneigungen von maximal 5°.

2.2.10 Signifikante Zusatzbeanspruchungen

Die errechneten Mindestabstände gelten nicht bei Auftreten sonstiger, hier nicht erfasster Zusatzbeanspruchungen. Hierzu zählen beispielsweise

- Auflasten durch Dämme in einem Abstand von weniger als 10 m (100 m bei Sprengungen) bei Kreuzungen;
- Auflasten durch Dämme bei Parallelführung, wenn der Höhenunterschied zwischen Dammfuß und Rohrscheitel größer ist als der Abstand zwischen Dammfuß und Leitungsachse;
- außergewöhnliche Bodenverhältnisse (stark setzungsgefährdete Böden, unzureichende Baugrundkenntnisse, ungewöhnliche Inhomogenitäten, anthropogen veränderte Böden usw.);
- Positionierung der Ramme und anderer schwerer Baufahrzeuge oberhalb der Leitung;
- Mantelrohre usw.

3. Unterlagen

3.1 Vorschriften

- U 1 DIN 2470-2: „Gasleitungen aus Stahlrohren mit zulässigen Betriebsdrücken von mehr als 16 bar; Anforderungen an die Rohrleitungsteile“, Ausgabe 05/1983
- U 2 DIN EN 10208-2: „Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre der Anforderungsklasse B; Deutsche Fassung EN 10208-2:1996“, Ausgabe 08/1996
- U 3 DVGW-Arbeitsblatt G 463: „Gasleitungen aus Stahlrohren für mehr als 16 bar Betriebsdruck; Errichtung“, Ausgabe 12/2001
- U 4 DIN EN 1594:2000: „Gasversorgungssystem – Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar – Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1594:2000“, Ausgabe 09/2000
- U 5 DIN EN 1594:2009: „Gasversorgungssysteme – Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar – Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1594:2009“, Ausgabe 06/2009
- U 6 DIN 18800-1: „Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion“, Ausgabe 11/2008
- U 7 SIA 160: „Einwirkungen auf Tragwerke“ (89)
- U 8 VdTÜV-Merkblatt 1063: „Technische Richtlinie zur statischen Berechnung eingeeerdeter Stahlrohre“, Ausgabe 05/1978
- U 9 Empfehlung des Arbeitskreises „Baugruben“, 4. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2007
- U 10 EAU Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, 8. Auflage 1990
- U 11 Empfehlungen des Arbeitskreises 9 „Baugrunddynamik der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V.“, Ausgabe 07/1992
- U 12 Empfehlungen „Verformungen des Baugrundes bei baulichen Anlagen“ des AK „Berechnungsverfahren“ der DGGT, 1993
- U 13 DIN 4133: „Schornsteine aus Stahl“, Ausgabe 11/1991

- U 14 DIN 4150-3: „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Ausgabe 02/1999
- U 15 ATV-Arbeitsblatt A 127: „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen“, Ausgabe 08/2000
- U 16 TGL 190-354/01: „Gaswirtschaft; Gasfortleitung und -verteilung; Gasleitungen – Allgemeine Verlegevorschriften“, Ausgabe 04/1980
- U 17 DIN 4022-1: „Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels“, Ausgabe 09/1987
- U 18 DIN 4022-2: „Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels, Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein)“, Ausgabe 03/1981
- U 19 DIN 4022-3: „Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels, Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein)“, Ausgabe 05/1982
- U 20 DIN-Fachbericht 101: „Einwirkungen auf Brücken“, Stand 21.04.2004

3.2 Sonstige Literatur

- U 21 Smoltczyk, U.: „Grundbau Taschenbuch“, 3. Auflage, Teil 1, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, 1980
- U 22 Richart; Woods; Hall: „Vibrations of soils and foundations“, Prentice Hall Inc., 1970
- U 23 Jagau, H.: „Verhalten unvorbelasteter tonig-schluffiger Böden unter zyklischen Einwirkungen“, Universität Karlsruhe, Ausgabe 1990
- U 24 Funk, K.: „Expertensystem für Lärm- und Erschütterungsprognosen beim Einbringen von Spundbohlen“, Mitteilung des Curt-Risch-Instituts für Dynamik, Schall- und Messtechnik der Universität Hannover, CRI-F-02/1996
- U 25 Studer, J. A.; Koller, M. G.: „Bodendynamik“, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2. Auflage 1997

4. Grundlagen

4.1 Allgemeines

Die Dimensionierung von Leitungen erfolgt nach den einschlägigen Vorschriften (z. B. U 1, U 3, U 16) allein für die Beanspruchung aus Innendruck. Zusatzbeanspruchungen sind zu berücksichtigen, wenn sie signifikante Größen erreichen. Derartige Zusatzbeanspruchungen resultieren u. a. aus dem Eintrag dynamischer Energie in den Boden bei geringem Abstand zu einer Leitung. Diese Beanspruchungen lassen sich rechnerisch ermitteln. Damit können Mindestabstände zwischen dem Emissionsort von Schwingungen und der Leitung angegeben werden. Ebenso lassen sich Mindestabstände aus geometrischen Überlegungen herleiten, die abhängig sind von der Funktion des eingebrachten Rammguts. Folglich sind in dem Programm DynRo zwei Kriterien zu beachten.

Das erste Kriterium gilt für alle Fälle des Eintrags dynamischer Energie in den Boden. Durch die eingebrachte Energie breitet sich eine Stoßwelle aus, die das Rohr zusätzlich beansprucht. In diesem Zusammenhang können Verformungen im Erdreich auftreten, die ebenfalls Zusatzbeanspruchungen im Rohr erzeugen.

Das zweite Kriterium gilt allein für die Rammung von Spundwänden für Baugruben. Bei diesem häufig auftretenden Fall ergibt sich der Mindestabstand aus anderen, hauptsächlich geometrischen Bedingungen.

Die Festlegung des Mindestabstandes ergibt sich nun bei der Rammung von Pfählen, bei Verdichtung von Böden mit Vibrationswalzen und bei Sprengungen allein aus dem ersten Kriterium. Bei der Rammung von Spundwänden und Erstellung einer zugehörigen Baugrube ergibt sich der Mindestabstand aus den beiden Kriterien, wobei der größere Wert maßgebend ist.

4.2 Sicherheitskonzept

Hochdruckleitungen werden ausschließlich nach der Kesselformel für den Lastfall Innendruck ausgelegt. Da auf diesem Wege die Wanddicke exakt für den Nenndruck der Leitung ermittelt wird und im Allgemeinen keine Reserven vorgesehen werden, ist die Leitung für den anstehenden Nenndruck voll ausgelastet und für Zusatzlasten sind nur sehr geringe Reserven vorhanden.

Dieses Konzept ist insofern richtig, als üblicherweise die Zusatzlasten nur zu geringen Spannungserhöhungen in der Leitung führen, die in der Größenordnung von 5 % der Spannungen aus Innendruck liegen.

Bei der Einwirkung mehrerer Lasten, die auch Spannungen in unterschiedlichen Richtungen des Tragwerks erzeugen, ist der Vergleichsspannungszustand zu führen. In der für Gashochdruckleitungen gültigen Norm DIN EN 1594, Ausgabe 2009 (U 5) ist eine Berechnungsvorschrift dafür nicht vorhanden, aber in der Vorgängernorm DIN EN 1594, Ausgabe 2000 (U 4) ist dieser Fall in Anhang G ausführlich behandelt. Es gibt keinen Grund, nicht weiterhin nach dem alten Anhang G zu verfahren, zumal die neue Ausgabe der Norm verbal ohne Rechenvorschrift das gleiche Vorgehen aufzeigt.

Es wird somit bei den vorliegenden Bewertungsverfahren die Rechenvorschrift der DIN EN 1594, Ausgabe 2000, Anhang G (U 4) als Standard angewandt. Dabei werden die einzelnen Lastkomponenten mit dem Teilsicherheitsbeiwert nach Tabelle G2 beaufschlagt. Für den Innendruck wird jedoch abweichend die Sicherheit nach DVGW GW 463 (U 3) angesetzt. Die ermittelte Gesamtspannung, die sich aus den Lastfällen

1. Innendruck
2. Verkehrslast SLW 60
3. Elastische Verlegung
4. Dynamischer Rammeinfluss
5. Bodensetzung aus Rammeinfluss

ergibt, wird gegen die Fließspannung bemessen.

In Sonderfällen kann der Ansatz eines Kombinationsbeiwertes < 1 in Anlehnung an DIN 18800 (U 6) gerechtfertigt sein, der die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens aller Lasten mit ihrem jeweiligen Maximalwert beschreibt.

Lässt sich das Bauvorhaben aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung nicht realisieren, so wird sich ein Sachverständiger mit der Thematik befassen. Sofern möglich oder erforderlich, wird der Sachverständige im Einzelfall Lastfälle modifizieren. Weiterhin muss sich der Sachverständige mit den Fällen befassen, die

gemäß den Anwendungsgrenzen nach Kapitel 2.2 durch das Berechnungsverfahren nicht erfasst werden.

4.3 Energiegruppen

Für eine leichtere Handhabung des Programms sind für die unterschiedlichen Arten des Energieeintrags Energiegruppen definiert worden, siehe Anlage A 1. Maßgeblicher Parameter für die Energiegruppe ist die Höhe der eingetragenen Energie. Im Einzelnen gelten die folgenden Erläuterungen:

4.3.1 Impulsramme

Zu den Impulsrammen gehören: Freifallbär, Dampfzambbär, Druckluftbär, Explosionsbär, Schnellschlagbär und langsam schlagender Hydraulikbär (Frequenz 50 bis 150 min⁻¹). Die Einstufung in die Gruppen E1 bis E5 erfolgt nach der Energie pro Rammschlag aus dem Fallgewicht G und der maximalen Fallhöhe h zu

$$E = G \cdot h.$$

Reduzierte Fallhöhen können nur dann berücksichtigt werden, wenn deren Einhaltung gewährleistet ist.

4.3.2 Rüttler

Zu den Rüttlern gehören schnell schlagende Hydraulikbäre (Frequenz > 150 min⁻¹) sowie alle Vibrationsrammen. Die Einstufung in die Energiegruppen V1 bis V4 erfolgt nach der eingeleiteten Energie. Sie ergibt sich aus der Fliehkraft F und der Schwingamplitude s zu

$$E = \pi \cdot F \cdot s \quad s = \frac{\text{stat. Moment}}{\text{dyn. Masse}}$$

Die soeben zitierten Eingangsgrößen können den Datenblättern der Firmen entnommen werden. Auch hier gilt, dass reduzierte Schwingungsamplituden nur eingesetzt werden dürfen, wenn deren Einhaltung gewährleistet wird.

4.3.3 Vibrationswalzen

Hierzu gehören alle Verdichtungsgeräte für Boden bzw. Straßenaufbau, bei denen die Verdichtung mittels Schwingungen erzeugt wird. Die eingetragene dynamische Energie ergibt sich aus der Fliehkraft F und der Schwingamplitude s zu

$$E = \pi \cdot F \cdot s \quad s = \frac{\text{stat. Moment}}{\text{dyn. Masse}}$$

Die soeben zitierten Eingangsgrößen können den Datenblättern der Firmen entnommen werden. Auch hier gilt, dass reduzierte Schwingungsamplituden nur eingesetzt werden dürfen, wenn deren Einhaltung gewährleistet wird.

4.3.4 Sprengung

Es handelt sich um bautechnisch erforderliche Maßnahmen (Bodenabtrag, Abbruch) oder um die Detonation von Blindgängern. Die Energie errechnet sich aus dem Produkt der spezifischen Energie des Sprengstoffs und des Gewichtes der Sprengladung G zu

$$E = \text{spez. Energie} \cdot G$$

Für TNT beträgt die spezifische Energie 920 kJ/kg, entsprechend 920 kNm/kg. Für andere Sprengstoffe kann dieser Wert abweichen.

Gemäß Kapitel 2.2 gelten die Mindestabstände für eine einmalige Detonation. Zündfolgen mit zeitlichen Abständen zwischen den Zündstufen von wenigen Millisekunden gelten als eine Detonation.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass hier ausschließlich die dynamischen Aspekte der Sprengung berücksichtigt sind. Es ist bauseits sicher zu stellen, dass die Leitung nicht durch umher fliegende Trümmer oder Ähnliches beschädigt werden kann.

4.4 Bodengruppen

Die Einteilung der anstehenden Böden in Bodengruppen erlaubt eine Zuordnung ohne nennenswerten Untersuchungsaufwand für Regelfälle. Ggf. können die Beschreibungen der Unterlagen U 17 bis U 19 hinzugezogen werden. Die Anwendungsgrenzen gemäß Kapitel 2.2 sind zu beachten. Die Bodengruppen sind in Anlage A 2 beschrieben.

4.5 Belastungen

In der Anlage A 4 sind alle Fälle zusammengestellt, die bei der Ermittlung von Mindestabständen berücksichtigt werden. Zu beachten ist hierbei, dass einige Lastfälle – je nach dem betrachteten Zeitraum – unterschiedliche Größen aufweisen können. Zu unterscheiden ist zwischen dem Beanspruchungszustand während des Energieeintrags und dem Beanspruchungszustand nach dem Energieeintrag.

Hervorzuheben ist, dass der Anwender des Programms den untersuchten Zeitraum festlegt. Das Programm berechnet nicht automatisch beide Beanspruchungssituationen.

Folgende ergänzende Hinweise zu den einzelnen Lastfällen sind zu beachten:

4.5.1 Innendruck

Es wird zwischen Auslegungsdruck (DP), maximal zulässigem Betriebsdruck (MOP) und Betriebsdruck (OP) unterschieden. Die Definition dieser Druckstufen ist in Unterlage U 4 enthalten.

Bezüglich der anzusetzenden Werte sind die drei Druckstufen in absteigender Reihenfolge aufgeführt. Für eine Beurteilung der statischen Sicherheit während des Eintrags dynamischer Energie kommen die Druckstufen MOP oder OP infrage. Wird dagegen die statische Sicherheit des Abschnitts nach dem Eintrag dynamischer Energie untersucht, so kommen grundsätzlich die Druckstufen DP und MOP in Frage. Ob die Druckstufe DP, sofern abweichend von MOP, für einen konkreten Fall anzusetzen ist, hängt von den Eigenschaften des entsprechenden Leitungsabschnittes bzw. des Leitungssystems ab. Das Programm erfordert die

Eingabe aller drei Werte. Bei der Berechnung wird automatisch der Lastfall ermittelt, der die maßgebende Beanspruchungskombination darstellt.

Die Beanspruchungsermittlung während des Energieeintrages erfolgt unter Berücksichtigung des MOP. Die Berechnung der bleibenden Beanspruchung bedingt durch eingetretene Setzungen erfolgt unter Berücksichtigung des DP.

4.5.2 Dynamische Energie: Schwingungsbeanspruchung

Diese Beanspruchung tritt nur während des Energieeintrags auf. Sie wird anhand des in U 24 angegebenen Formelwerkes berechnet.

4.5.3 Dynamische Energie: Setzung

Diese Beanspruchung wird durch den Energieeintrag erzeugt. Sie verbleibt jedoch in der Rohrleitung.

Diese Beanspruchung tritt bei den Bodengruppen B1 und B2 auf.

4.5.4 Erdauflast

Die Erdauflast ist immer anzusetzen. Sie wird mit einheitlichen Werten wie folgt berechnet:

Spezifisches Gewicht, Erdauflast	20 kN/m ³
Erdüberdeckung	0,3 m bis 6,0 m
Grabenbeiwert	1,0
Seitendruckbeiwert	0,3.

4.5.5 Verkehrslast

Verkehrslasten sind immer anzusetzen. Infrage kommen hier die üblichen Verkehrslasten aus SLW 30, SLW 60 oder Bahnverkehr. Durch das Bundesverkehrsministerium ist mittlerweile zur Ermittlung von Verkehrslasten auf Straßenbrücken der DIN-Fachbericht 101 (Unterlage U 20) verbindlich eingeführt worden. In diesem Fachbericht wird das Lastmodell zur Erfassung von Schwerlastverkehr auf Straßen und Brücken neu definiert. Die im VdTÜV-Merkblatt 1063

(Unterlage U 8) sowie in ATV A 127 (Unterlage U 15) noch verwendeten Bemessungsfahrzeuge SLW 30 bzw. SLW 60 etc. wurden ersetzt durch ein sogenanntes Lastmodell LM1. Es ist nicht bekannt, ob es für das VdTÜV-Merkblatt 1063 eine aktualisierte Fassung geben wird, die dieses Lastmodell berücksichtigt. Für die ATV A 127 ist eine Überarbeitung in Planung, es ist allerdings noch kein Erscheinungstermin für einen Gelbdruck bekannt. Da in beiden Vorschriften das Lastmodell SLW30 bzw. SLW60 in einer Form integriert ist, die ein einfaches Austauschen durch die neuen Lastmodelle nach DIN-Fachbericht 101 unmöglich machen, wird bei der Version 2.0 des DynRo unverändert auf die in den Unterlagen U 8 und U 15 definierten Rechenansätze unter Verwendung der SLW-Lastmodelle zurückgegriffen. Es steht dem Anwender frei, über die entsprechende Funktionalität des Programms anderweitig ermittelte Beanspruchungen aus Verkehrslasten in der Berechnung zu berücksichtigen.

Bei Vibrationswalzen im Einsatz oberhalb der eingeeerdeten Leitung liegt der Ansatz eines SLW 60 auf der sicheren Seite. Der Ansatz eines SLW 30 oder weniger kann in einzelnen Fällen zu geringe Belastungswerte liefern.

Die Positionierung der Ramme auf der Leitung kann durch diesen Lastfall nicht abgedeckt werden. Gemäß Kapitel 2.2 ist dieser Fall durch die hier angewendeten Berechnungsgrundlagen nicht abgedeckt.

4.5.6 Verlegespannungen

Durch diesen Lastfall können alle die Spannungen berücksichtigt werden, die durch Verlegung oder nachträgliche Setzungen im Boden erzeugt werden. Standardmäßig wird diese zu 0 N/mm^2 gesetzt. Der Ansatz einer Verlegespannung kann z.B. dann erforderlich sein, wenn die Leitung im Rahmen eines grabenlosen Bauverfahrens im elastischen Bogen verlegt wurde.

4.5.7 Temperatur

Hier kann eine Temperaturdifferenz zwischen Verlegung und Betriebstemperatur berücksichtigt werden. Standardmäßig wird diese zu 0° gesetzt.

Erhöhte Betriebstemperaturen, z. B. in der Nähe von Verdichterstationen, sind hiermit nicht erfasst und müssen gesondert eingegeben werden.

4.6 Mindestabstand zu Baugrubenwänden

Das Tragverhalten von Spundwänden bedingt Verformungen im Erdreich hinter der Spundwand. Diese Verformungen treten in dem Maße ein, wie die Baugrube ausgehoben wird. Diese Bodenverformungen treten in einem Bereich auf, dessen Größe von den Eigenschaften des Bodens, der Konstruktion der Spundwand, der Belastung auf dem Gelände sowie der Tiefe der Baugrube abhängt. Die hier auftretenden Bodenverformungen sind rechnerisch nicht vorab darstellbar. Daher wird in dem Programm ein Mindestabstand so definiert, dass die Leitung außerhalb des Bereiches dieser Bodenverformungen liegt.

In der Anlage A 5 sind System und Belastung für das im Programm verwendete Berechnungsverfahren angegeben.

5. Beschreibung der Eingabe- und Ausgabemasken

5.1 Allgemeines

Die nach dem Programmstart erscheinende Anzeige besteht aus sieben Masken und drei unten angeordneten Funktionen. Bei den Masken handelt es sich um fünf Eingabe- und zwei Ausgabemasken. Die einzelnen Masken und die darin enthaltenen Felder werden im Folgenden beschrieben.

5.2 Menü Datei

5.2.1 Lizenzierung

Zeigt Optionne zur Lizenzierung an. Hier kann die Nutzer- oder Maschinen-ID ausgelesen und die Lizenznummer eingegeben werden.

5.2.2 Erfassungsbogen speichern unter...

DynRo hält Erfassungsbögen (Anlagen A 6 und A 7) bereit, der an Vorhabensträger verschickt werden können, damit diese dort die rammspezifischen Parameter eintragen, die für die Berechnung mit DynRo erforderlich sind.

5.2.3 Einstellungen

Hier kann eine eigenes Logo eingebunden werden, dass auf den Ergebnisausdrucken erscheinen soll.

5.2.4 Beenden

Beendet das Programm

5.3 Eingabemaske Projekt

Auf dieser Maske können allgemeine Informationen zum Projekt angegeben werden. Beim Start werden der aktuelle Benutzer sowie das Tagesdatum automatisch vorgeschlagen. Diese Angaben können aber überschrieben werden.

Die Angaben zum Projekt werden auch im Ergebnisprotokoll ausgegeben.

5.4 Eingabemaske Rohr

5.4.1 Außendurchmesser

Es ist der tatsächliche Außendurchmesser in mm einzugeben.

5.4.2 Wanddicke

Es ist die tatsächliche Wanddicke einzugeben. In der Regel ist dies die Nennwanddicke. Bei flächig ausgeprägter Korrosion ist die verbleibende Wanddicke an der schwächsten Stelle einzugeben. Bei signifikanten Wanddickenabträgen ist vor Anwendung des Programms die Tragfähigkeit der Korrosionsstelle durch einen Sachverständigen zu beurteilen.

5.4.3 Wertigkeit Herstellungsnaht

Es ist die Schweißnahtwertigkeit für die Längs- bzw. Spiralnaht einzugeben. Die möglichen Werte sind in dem zugehörigen Pull-Down-Menü fest eingestellt. Sie liegen zwischen 0,5 und 1,0.

5.4.4 Wertigkeit Rundnaht

Es ist die Schweißnahtwertigkeit für die Baustellennaht einzugeben. Die möglichen Werte sind fest eingestellt und liegen zwischen 0,5 und 1,0.

5.4.5 Werkstoff

Es ist der Nennwert für die Streckgrenze in N/mm² anzugeben.

5.4.6 Innendruck

Es wird unterschieden zwischen

- Auslegungsdruck DP,
- Maximal zulässigem Betriebsdruck MOP und
- Betriebsdruck OP.

Es gilt die Bedingung $DP \geq MOP \geq OP$.

Das Programm ermittelt automatisch den Lastfall, der die maßgebende Beanspruchungskombination darstellt. Hierbei sind die Hinweise in Kapitel 4.5 zu diesem Lastfall zu beachten.

5.4.7 Scheitelüberdeckung

Es ist die Erdüberdeckung in m einzugeben.

5.4.8 Bereich „Laden, speichern oder löschen von Datensätzen“

Das Programm sieht die Möglichkeit vor, die bewerteten Leitungen für spätere Berechnungen zu speichern. Hierbei können wahlweise die Daten des kompletten Projektes abgespeichert werden oder nur die Rohrparameter, um diese dann für spätere Bewertungen mit anderen Beanspruchungsgrößen erneut zu verwenden.

Zum Speichern ist ein Datensatzname anzugeben. Wenn „Rohrdaten Speichern“ gewählt wurde, werden nur die Daten der Eingabemaske „Rohr“ gespeichert. Wurde „alles Speichern“ gewählt, werden sämtliche aktuellen Daten inklusive der Projektbeschreibung gespeichert, wobei zur Kennzeichnung dem Namen eine Tilde (~) vorangestellt wird.

Beim Laden der Datensätze wird analog verfahren, wobei das Laden eines Datensatzes, der nur Rohrdaten enthält, auch nur diese aktualisiert. Alle anderen Programmeinstellungen bleiben erhalten.

Dadurch ist es beispielsweise möglich, betreiberspezifische Leitungslisten anzulegen. Diese Funktion erspart dem Nutzer die mehrfache Eingabe identischer

Leistungsdaten für Untersuchungen an der gleichen Leitung mit unterschiedlichen Belastungssituationen. Die Daten werden im XML-Format im Verzeichnis %allusers%\Veenker\DynRo gespeichert. Sie sind über die entsprechende Export- und Import-Funktion des Programms zwischen unterschiedlichen Installationen austauschbar. Beim Export werden alle vorhandenen Datensätze in das angegebene Verzeichnis geschrieben. Umgekehrt werden beim Import alle Datensätze des angegebenen Verzeichnisses gelesen.

5.5 Eingabemaske Dynamik

5.5.1 Bereich „Quelle des Energieeintrags“

5.5.1.1 Baugrube neben Leitung

Hier wird die Auswirkung der Herstellung einer Baugrube neben der Leitung untersucht. Dabei sind neben dynamischen auch erdstatische Aspekte berücksichtigt. Diese Option ist ausdrücklich nicht dazu geeignet, Baugruben zur Freilegung der Leitung zu untersuchen. Solchen Baumaßnahmen sind unter dem Punkt „sonstige Quelle“ (Kapitel 5.5.1.3) zu bearbeiten.

Bei Aktivierung dieser Option werden die zwei rechts davon befindlichen Felder aktiviert. In diesem Fall werden die zwei Bewertungskriterien gemäß Kapitel 4.1 berücksichtigt und in den Ausgabemasken angegeben.

Es sind anzugeben:

1. Die Stützung: Hiermit ist die Konstruktion der Baugrubensicherung hinsichtlich der Stützung bzw. Verankerung einstellbar. Über das Pull-Down-Menü des Eingabefeldes sind die zwei Varianten „frei“ und „1-fach“ wählbar. Hierbei entspricht die Eingabe „frei“ dem System „nicht gestützte Baugrubenwand“ sowie die Variante „1-fach“ dem System „einfach gestützte Baugrubenwand“ gemäß Anlage A 5.
2. Die Tiefe der Baugrube.

5.5.1.2 Sprengung

Es werden nur die durch Schwingungen hervorgerufenen Belastungen berücksichtigt. Im Eingabefeld „Energiegruppe“ stehen nur die entsprechenden Energiegruppen S1 bis S6 zur Verfügung. Sie können über das zugehörige Pull-Down-Menü ausgewählt werden.

5.5.1.3 Sonstige Quelle

Es werden nur die durch Schwingungen hervorgerufenen Belastungen berücksichtigt. Es stehen die Energiegruppen E1 bis E5, V1 bis V4 sowie W1 bis W3 zur Verfügung. Sie können über das zugehörige Pull-Down-Menü ausgewählt werden.

5.5.2 Bereich „Energieparameter“

5.5.2.1 Eingabefeld Bodengruppe

Es ist die Bodengruppe gemäß Kapitel 4.4 bzw. Anlage A 2 einzugeben. Bei Mischböden ist die ungünstigste Bodengruppe einzugeben. Im Zweifelsfall sind mehrere Bodengruppen zu untersuchen, um die ungünstigste Kombination zu ermitteln.

5.5.2.2 Funktion Bodengruppe / Beispiel

Durch Aktivierung dieser Funktion wird die Beschreibung der aktuell gewählten Bodengruppe angezeigt.

5.5.2.3 Funktion Bodengruppe / Übersicht

Durch Aktivierung dieser Funktion wird die Beschreibung aller Bodengruppen angezeigt. Die zutreffende Bodengruppe kann in der Anzeige ausgewählt werden. Sie wird dann automatisch in die Maske eingetragen.

5.5.3 Energiegruppe

Diese Sektion besteht aus einem Eingabefeld und den Funktionen Übersicht und Beispiel.

5.5.3.1 Eingabefeld Energiegruppe

Es ist die jeweilige Energiegruppe gemäß Anlage A 1 anhand der eingetragenen Energie einzugeben. Bei Aktivierung der Option „Rammung Baugrubenwand“ werden die Energiegruppen E0 bis E5 und V0 bis V4 angeboten. Bei Aktivierung

der Option Sprengung werden im zugehörigen Pull-Down-Menü nur die Klassen S1 bis S6 angeboten. Die Energiegruppen E1 bis E5, V0 bis V4 sowie W0 bis W3 werden bei Aktivierung der Option „Sonstige Quelle“ angeboten.

5.5.3.2 Funktion Energiegruppe / Beispiel

Es werden Beispiele für die im Eingabefeld gewählte Energiegruppe angezeigt. Bei den Energiegruppen S1 bis S6 handelt es sich um das maximale Gewicht der Sprengladung. Bei den restlichen Energiegruppen werden Fabrikate unterschiedlicher Hersteller angezeigt, die alphabetisch sortiert sind. Diese Liste kann durch den Nutzer erweitert werden.

5.5.3.3 Funktion Energiegruppe / Übersicht

Durch Aufruf dieser Funktion werden die Beispiele aller Energiegruppen angezeigt. Sie sind wiederum alphabetisch sortiert. Die zutreffende Energiegruppe kann in der Anzeige ausgewählt werden. Sie wird dann automatisch in die Maske eingetragen.

5.5.3.4 Abstand Leitungsachse – Emissionsort [m]

Es ist der Abstand zwischen der Leitungsachse und dem Emissionsort des Energieeintrags in m anzugeben.

Wird die Leitung von Verdichtungsgeräten der Energieklasse W überfahren, entspricht dieser Abstand der Scheitelüberdeckung (siehe Kapitel 5.4.7).

Dieser Parameter hat Einfluss auf das Ergebnis „Auslastung für angegebene Parameter“ (siehe Kapitel 5.9.1). Der zulässige Mindestabstand wird unabhängig hiervon ermittelt. Mathematisch exakt wäre hier der kürzeste Abstand in der Vertikalebene anzugeben. Bei üblichen Verlegetiefen von Rohrleitungen ist es jedoch ausreichend, den Abstand in horizontaler bzw. vertikaler Richtung zu verwenden.

5.5.3.5 Expertenmodus

Sofern der Nutzer über eine Lizenz verfügt, die den Expertenmodus des Programms freischaltet, stehen weitere Optionen zur Verfügung. So kann die automatische Festlegung des Mindestabstandes deaktiviert werden. In diesem Fall beginnt die Iteration bei einem Abstand von $D_a/2 + 0,2$ m zur Leitungsachse, also 20 cm neben der Rohrwand.

Weiterhin ist es möglich, die Berechnung unter Umgehung der Energieklassen durchzuführen. Hierzu sind dann die Kenndaten der Ramme direkt einzugeben. Näheres hierzu ist in den ToolTips in der Eingabemaske beschrieben.

5.6 Eingabemaske Sicherheiten

5.6.1 Allgemeines

Das Eingabefeld „Auslegungssicherheit“ ist an das gleichnamige Feld auf der Maske „Rohr“ gekoppelt (siehe Kapitel 5.6.2). Die Eingabefelder „Setzung“, „Temperatur“, „Verkehr“, „Erdüberdeckung“ und „Dynamik“ sind mit den festgelegten Teilsicherheiten fest belegt. Abhängig von der verwendeten Lizenz können hier Änderungen durch den Benutzer vorgenommen werden oder nicht.

5.6.2 Auslegungssicherheit

Hier ist die beim Bau der Leitung gültige Auslegungssicherheit anzugeben. Für Gasleitungen ist dies i.d.R. der Wert nach DVGW 463 (Unterlage U 3). Für andere Medien sind entsprechende Werte zu wählen. Dieses Feld ist mit dem Feld Auslegungssicherheit in der Maske Sicherheiten verbunden, eine Änderung an einem der beiden Werte ändert immer beide Werte.

5.6.3 Kombinationsbeiwert

Es ist der Kombinationsbeiwert für die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Eintretens aller Belastungen in ihrer maximalen Größe einzugeben. Mögliche Werte liegen zwischen 0,7 und 1,0. Bei Berücksichtigung der üblichen Lastfälle gemäß dem Berechnungsverfahren sollte als Kombinationsbeiwert 1,0 angesetzt werden. Dieser Kombinationsbeiwert kann in Sonderfällen verringert werden. Siehe hierzu die Erläuterungen in Kapitel 4.2.

5.6.4 Standardkombination

Über das Pull-Down-Menü dieses Eingabefeldes können vordefinierte Standardkombinationen gewählt werden. In der vorliegenden Version ist hier die Kombination gemäß Kapitel 4.2. voreingestellt.

5.7 Eingabemaske Zusatzlasten

5.7.1 Allgemeines

Diese Eingabemaske besteht aus den Bereichen „Verkehrslast auf der Geländeoberfläche“, „Temperaturdifferenz“ und „Verlegespannung“. Die Lastfälle sind in Kapitel 4.5 beschrieben. Weiterhin ist hierzu Anlage A 4 zu beachten.

5.7.2 Sektion Verkehrslast auf der Geländeoberfläche

Diese Sektion bietet 5 sich ausschließende Optionen an. Anhand der Eingaben wird die Bodenpressung infolge Verkehrslast in Höhe des Rohrscheitels errechnet. Im Einzelnen gilt:

5.7.3 Keine

Es gibt keine Beanspruchung in Rohrscheitelhöhe infolge Verkehrsbelastung. Es wird empfohlen, diese Option nur in besonders begründeten Ausnahmefällen zu wählen.

5.7.4 Bahn 2-gleisig (DS 804 / UIC 71)

Die Beanspruchung in Rohrscheitelhöhe unterscheidet zwischen eingleisigem und zweigleisigem Betrieb. Bei geringen Erdüberdeckungen ergeben sich bei eingleisigem Betrieb geringere Beanspruchungen. Die Wahl dieser Option bei Bahnstrecken entspricht folglich bei mehrgleisigen Bahnstrecken der Vorschrift und liegt bei eingleisigen Bahnstrecken auf der sicheren Seite. Bei Parallelverlegung zwischen Leitung und Bahnstrecke ist diese Option dann zu wählen, wenn der Höhenunterschied zwischen der Oberkante des Gleiskörpers und dem Rohrscheitel größer ist als der Abstand zwischen Außenkante des Gleiskörpers und der Leitungsachse. Bei Kreuzung der Leitung mit der Bahnstrecke ist diese Option als zusätzliche Variante zu einer Berechnung mit SLW 60 zu wählen, wenn der Abstand zwischen dem Ort des Energieeintrags und der Außenkante des Gleiskörpers weniger als 10 m (bei Sprengung weniger als 100 m) beträgt.

5.7.5 SLW 30 (Radlast 5 t)

Der Ansatz von SLW 30 ist grundsätzlich bei unbebauten Geländeoberflächen möglich. Es wird empfohlen, diese Option nur in besonders begründeten Ausnahmefällen zu wählen.

5.7.6 SLW 60 (Radlast 10 t)

Diese Option ist in der Regel zu wählen, sofern es sich nicht um eine Bahnstrecke handelt. Bei Parallelverlegung zwischen Leitung und Straße ist diese Option auch dann zu wählen, wenn der Höhenunterschied zwischen der Oberkante der Straße und dem Rohrscheitel größer ist als der Abstand zwischen Außenkante der Straße und der Leitungsachse. Bei Kreuzung der Leitung mit der Straße ist diese Option auch dann zu wählen, wenn der Abstand zwischen dem Ort des Energieeintrags und der Außenkante der Straße weniger als 10 m (bei Sprengung weniger als 100 m) beträgt.

5.7.7 frei wählen

Bei Aktivierung dieser Option wird ein weiteres Eingabefeld geöffnet. In diesem Feld ist die Spannung infolge Verkehrslast in N/mm² einzugeben. Zu beachten ist, dass hier abweichend zu den Standardlastfällen, die sich auf die Geländeoberkante beziehen, die wirksame Last in Höhe des Rohrscheitels einzugeben ist.

5.7.8 Bereich „Temperaturdifferenz“

In diesem Bereich werden die Optionen „Standard (+ 10°C)“ und „frei wählen“ angeboten. Siehe hierzu die Erläuterungen in Kapitel 4.5.

5.7.9 Bereich Verlegespannung

Hiermit können zusätzliche Spannungen in Rohrlängsrichtung berücksichtigt werden. Diese Spannungen werden mit dem Teilsicherheitsbeiwert für Setzungen belegt. Es stehen die Optionen „Standard“ und „frei wählen“ zur Verfügung. Siehe hierzu die Erläuterungen in Kapitel 4.5.

5.8 Eingabemaske Anwendungsgrenzen

Diese Eingabemaske enthält Abfragen hinsichtlich der Anwendungsgrenzen. Die Anzahl der Abfragen ist abhängig von den Eingaben in der Maske Dynamik. Die Einhaltung dieser Grenzen muss bestätigt werden, andernfalls erfolgt keine Berechnung. Es sind die Hinweise nach Kapitel 2.2 zu beachten.

5.9 Maske Ergebnis

In dieser Maske werden die Berechnungsergebnisse angegeben. Es sind dies:

5.9.1 Auslastung für angegebene Parameter

Es wird das Verhältnis zwischen Beanspruchung und Beanspruchbarkeit für die Eingabewerte ausgeworfen. Es wird unterschieden zwischen den drei Drücken DP, MOP und OP. Bei Werten $< 1,0$ ist die Auslastung zulässig und der im Folgenden angegebene Mindestabstand ist kleiner als der in der Eingabemaske Dynamik eingegebene Abstand gemäß Anfrage.

5.9.2 Minimaler Abstand Leitungsachse – Emissionsort

Hier wird der Mindestabstand zwischen Leitungsachse und Emissionsort ausgeworfen. Zusätzlich wird hier angegeben, welche der Drücke (DP, MOP oder OP) maßgebend ist.

5.9.3 Minimaler Abstand Leitungsachse – Baugrubenwand

Die Angabe dieses Wertes erfolgt nur bei Aktivierung der Option Rammung Baugrubenwand in der Eingabemaske Dynamik (siehe Kapitel 5.5). Die Ermittlung dieses Wertes erfolgt unabhängig von dem in der gleichen Eingabemaske angegebenen Abstand zwischen Leitungsachse und Emissionsort. Ist dieser Wert geringer als der zuvor angegebene Mindestabstand, so ist er nicht zu berücksichtigen.

5.9.4 Verbleibende Längsspannung aus Setzung

Sofern aus dem Energieeintrag Setzungen resultieren, verbleiben diese nach Beendigung der Arbeiten im Baugrund. Entsprechend wirken auch den setzungsbedingten Längsspannungen weiterhin auf die Leitung. Die Größe dieser Spannung wird hier angegeben. Der Wert ist bei zukünftigen Betrachtungen für die Leitung an dieser Stelle als Zusatzbeanspruchung zu berücksichtigen, beispielsweise auf der Maske „Zusatzlasten“ unter „Verlegespannung“, siehe auch Kapitel 5.7.9.

5.10 Maske Schwinggeschwindigkeit

DynRo berechnet resultierende Schwinggeschwindigkeiten für unterschiedliche Abstände zwischen Leitungsachse und Immissionsort. Dazu kann auf der Maske ein Endabstand sowie ein Berechnungsintervall angegeben werden. Die Ergebnisse werden dann in der Liste im linken Maskenbereich angezeigt. Die Ergebnisse können markiert und kopiert und so beliebig weiterverarbeitet werden.

Im rechten Maskenbereich ist ein Auszug aus DIN 4150 Teil 3 (Unterlage U 14) angegeben. Diese Tabelle zeigt Richtwerte zur Beurteilung des Einflusses von Schwinggeschwindigkeiten auf schützenswerte Objekte.

Der Verlauf der Schwinggeschwindigkeit kann zusammen mit den übrigen Ergebnissen der Berechnung im Berechnungsprotokoll als pdf-Datei ausgegeben werden, siehe hierzu Maske „Protokoll“, Kapitel 5.11. Dazu muss das Häkchen bei *im Protokoll ausgeben* gesetzt sein.

5.11 Ausgabemaske Protokoll

Diese Maske enthält ein Textfenster mit dem Ausgabeprotokoll der letzten Berechnung. Hier werden sämtliche Eingabeparameter sowie die Ergebnisse als Text angegeben.

Mit der Funktion *als PDF speichern* kann das aktuelle Protokoll im PDF-Format gespeichert werden.

6. Unterschreitung der Mindestabstände

In der Regel liegt bei dem Eintrag dynamischer Energie der Abstand zwischen dem Emissionsort und der Leitung bereits fest. Liefert nun die Ermittlung von Mindestabständen mit dem hier beschriebenen Bemessungsverfahren einen größeren Abstand, so können die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen ergriffen werden.

6.1.1 Einschränkung der dynamischen Energie

Die dynamische Energie wird so weit eingeschränkt, bis der errechnete Mindestabstand dem geplanten Abstand zwischen Emissionsort und Leitung entspricht. Die Einschränkung der dynamischen Energie lässt sich je nach Verfahren wie folgt erreichen:

- Bei Impulsrammen wird das Fallgewicht oder die Fallhöhe reduziert. Dies erfolgt durch entsprechende Einstellung an dem vorgesehenen Gerät oder durch Einsatz eines entsprechenden Gerätes. Wird beispielsweise die eingestellte Fallhöhe reduziert, so ist durch eine Bauaufsicht die Einhaltung dieser Einstellung zu überwachen.
- Bei Einsatz von Rüttlern und Vibrationswalzen erfolgt die Einschränkung der dynamischen Energie durch Reduzierung der Fliehkraft oder der Schwingamplitude. Dies erfolgt entweder durch entsprechende Einstellung am geplanten Gerät, sofern möglich, oder durch Einsatz eines anderen Gerätes. Wird die Schwingamplitude oder die Fliehkraft durch Einstellung reduziert, so ist durch eine Bauaufsicht die Einhaltung zu überwachen.
- Ändern des Verfahrens, sodass keine dynamische Energie mehr entsteht. So kann die Herstellung von Pfählen statt im Rammverfahren im Bohrverfahren erfolgen. Spundbohlen können eingedrückt werden (silent piler). Statt durch Sprengen können Abbrucharbeiten mittels anderer Geräte (Presslufthammer) erfolgen.

6.1.2 Einzelnachweis im Vorfeld

In bestimmten Fällen ist es sinnvoll, im Vorfeld einen Einzelnachweis zu führen. Folgende Fälle können sich hierbei ergeben:

- Ansatz einer reduzierten Anzahl von Lastfällen. Diese Möglichkeit ist insbesondere dann zielführend, wenn zusätzliche Beanspruchungen in Rohrlängsrichtung definitiv ausgeschlossen werden können. Es wird ausdrücklich empfohlen, derartige Einzelnachweise von einem Sachverständigen durchführen zu lassen.
- Bestimmung von Grenzwerten für eine Überwachung. Soll es bei den vorgesehenen Parametern bezüglich des Eintrags dynamischer Energie bleiben, so besteht die Möglichkeit, zulässige Beanspruchungen in Rohrumfangsrichtung sowie zulässige Setzungsmaße anhand der konkreten Situation zu bestimmen. Die Einhaltung dieser zulässigen Werte muss dann während der Arbeiten zum Eintrag der dynamischen Energie überwacht werden.

6.1.3 Maßnahmen an der Leitung

Verlegung der Leitung bis zu einem Abstand, der dem geforderten Mindestabstand entspricht.

6.1.4 Überwachung während des Eintrags dynamischer Energie

Müssen die Eingangsparameter bezüglich des Eintrags dynamischer Energie beibehalten werden, so lässt sich die Beanspruchung des Rohres während des Eintrags der dynamischen Energie durch Einsatz von Messtechnik überwachen. In besonders kritischen Fällen sind während des Eintrags dynamischer Energie Maßnahmen an der Leitung erforderlich oder Einschränkungen an die dynamische Energie festzulegen. In diesen Fällen ergeben sich Behinderungen der Tätigkeiten. Da die Annahmen des hier beschriebenen Berechnungsverfahrens auf der sicheren Seite liegen, wird der Nachweis der Integrität der Leitung durch Einsatz von Messtechnik, trotz Unterschreitung des Mindestabstandes, in der Regel möglich sein. Im Einzelnen sind die folgenden Überwachungsmaßnahmen erforderlich:

- Messung der Spannungen durch Dehnungsmessstreifen (DMS). Es werden Dehnungsmessstreifen angebracht und die Messwerte kontinuierlich während des Eintrags dynamischer Energie aufgemessen. Die Messeinrichtungen lassen sich so einstellen, dass gleichzeitig der zulässige Grenzwert für diese Beanspruchung angezeigt wird, sodass sofort eingegriffen werden kann.
- Messung der Setzungen in der Leitung mittels Nivellement. Hierzu müssen feste Messpunkte auf der Leitung installiert werden. Diese Messpunkte werden vor, während und nach Eintrag der dynamischen Energie aufgemessen.

Die Festlegung der geeigneten Maßnahmen bei Unterschreitung der Mindestabstände ist stark vom Einzelfall abhängig. Es können hier keine allgemeinen Empfehlungen oder Prioritäten angegeben werden.

7. Support

Bei Problemen mit der Installation oder dem Betrieb des Programms steht Ihnen VEENKER unter der folgenden Adresse zur Verfügung.

Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH
Heiligengeiststraße 19
30173 Hannover

Tel: (05 11) 2 84 99 - 0

Fax: (05 11) 2 84 99 - 99

E-Mail: dynro@veenkermbh.de

8. Installation des Programms

8.1 Programminstallation

Das Programm muss nicht installiert werden. Es ist ausreichend, die .exe-Datei an einen beliebigen Ort auf der Festplatte oder im Netzwerk zu kopieren. Ein mobiler Speicher (USB-Stick) kann ebenso verwendet werden.

Während der Laufzeit legt das Programm im Anwendungsverzeichnis des `adminusers`-Benutzers das Verzeichnis `\Veenker\DynRo` an. Hier werden vom Benutzer definierte Leitungen, Lastfälle und Beispiele für Rammern sowie log-Dateien und Einstellungen des Programms abgelegt. Auch die Lizenzdaten werden an diesem Ort gespeichert.

8.2 Lizenzmodell

8.2.1 Demo-Version

Das Programm ist mit einer hardwarebasierten Lizenzierung ausgestattet. Ohne Lizenz läuft das Programm im Demo-Modus. Hier stehen alle Standardfunktionen zur Verfügung, es kann aber nur ein Rohrdurchmesser berechnet werden.

8.2.2 Lizenzierung

Nach der Installation kann über das Menü `Datei` `Lizenzierung` ein Dialog geöffnet werden. Hier wird die Geräteerkennung angezeigt. Nach Übermittlung dieser Kennung an VEENKER, vorzugsweise per E-Mail an dynro@veenker.de, wird von VEENKER ein Lizenzschlüssel übergeben. Dieser ist in der Maske einzugeben, um die Funktionen des Programms freizuschalten.

8.3 Deinstallation

Das Programm kann durch Löschen der .exe-Datei sowie des unter Kapitel 8.1 beschriebenen Verzeichnisses restlos vom System entfernt werden.

8.4 Adobe Acrobat Reader

Um Zugriff auf die Hilfe-Datei zu haben, benötigt DynRo den Adobe Acrobat Reader. Dieses Programm ist frei verfügbar und bedarf keiner Lizenzierung. Sollte es auf dem System noch nicht installiert sein, so kann es unter www.adobe.com kostenfrei heruntergeladen werden.

Anlage

A 1 Energiegruppen

Energiegruppen

Energiegruppe	Energie pro Rammschlag	Frequenz
E0	≤ 7 kNm	≤ 2,5 Hz (≤ 150 Schläge/min)
E1	≤ 13 kNm	≤ 2,5 Hz (≤ 150 Schläge/min)
E2	≤ 31 kNm	≤ 2,5 Hz (≤ 150 Schläge/min)
E3	≤ 55 kNm	≤ 2,5 Hz (≤ 150 Schläge/min)
E4	≤ 100 kNm	≤ 2,5 Hz (≤ 150 Schläge/min)
E5	≤ 200 kNm	≤ 2,5 Hz (≤ 150 Schläge/min)

Tabelle A 1.1: Energiegruppen für Impulsrammen

Energiegruppe	Energie	Frequenz
V0	≤ 5,0 kNm	≤ 50 Hz
V1	≤ 10,0 kNm	≤ 50 Hz
V2	≤ 19,0 kNm	≤ 50 Hz
V3	≤ 30,0 kNm	≤ 50 Hz
V4	≤ 110,0 kNm	≤ 50 Hz

Tabelle A 1.2: Energiegruppen für Rüttler

Energiegruppe	Energie	Frequenz
W0	≤ 0,5 kNm	≤ 30 Hz
W1	≤ 1,0 kNm	≤ 30 Hz
W2	≤ 2,5 kNm	≤ 30 Hz
W3	≤ 5,0 kNm	≤ 30 Hz

Tabelle A 1.3: Energiegruppen für Vibrationswalzen

Energiegruppe	Energie der Sprengung	Menge TNT	Beispiel
S1	≤ 5000 kNm	5 kg	
S2	≤ 20000 kNm	20 kg	
S3	≤ 40000 kNm	45 kg	
S4	≤ 115000 kNm	125 kg	5-Zentner-Bombe
S5	≤ 230000 kNm	250 kg	10-Zentner-Bombe
S6	≤ 368000 kNm	400 kg	20-Zentner-Bombe

Tabelle A 1.4: Energiegruppen für Sprengung

Anlage

A 2 Bodengruppen

Definition von Bodengruppen

Nicht bindige Böden:

Bodengruppe B1: (dyn E = 150 ÷ 500 MN/m²)

Sand, locker bis mitteldicht gelagert

Sand, kiesig, locker bis mitteldicht gelagert

Bodengruppe B2: (dyn E ≥ 500 ÷ 1000 MN/m²)

Kies in jeder Lagerungsform

Sand, dicht bis sehr dicht gelagert

Sand, kiesig, dicht bis sehr dicht gelagert

Naturschotter

Bindige Böden:

Bodengruppe B3: (dyn E ≤ 150 MN/m²)

Klei

stark organische Böden

Ton, weich bis halbfest

Schluff, weich bis halbfest

Lößlehm

Bodengruppe B4: (dyn E = 150 ÷ 500 MN/m²)

Ton, halbfest bis fest

Schluff, halbfest bis fest

Geschiebemergel

Felsige Böden:

Bodengruppe B5: (dyn E = 1000 ÷ 10000 MN/m²)

Fels, brüchig, geschichtet

Anlage

A 3 Sicherheitsbeiwerte für Rohrleitungen aus Stahl

Sicherheitsbeiwerte

Standardkombinationen

	Gas				Öl			
	DIN EN 1594:2009	DIN EN 1594:2009 + GW 463	DIN EN 1594:2000 Anh. G	DIN EN 1594:2000 Anh. G + GW 463	TRFL	TRbF 301 Standard	TRbF 301 erhöhte Beanspruchung	TRbF 301 Wasserwirtschaftl. Bereiche
Innendruck	1,39	1,50 - 1,60	1,39	1,50 - 1,60	1,60	1,60	1,80	2,00
Setzung	1,39	1,50 - 1,60	1,50	1,50	1,60	1,60	1,80	2,00
Temperatur	1,39	1,50 - 1,60	1,25	1,25	1,60	1,60	1,80	2,00
Verkehr	1,39	1,50 - 1,60	1,50	1,50	1,60	1,60	1,80	2,00
Erdüberdeckung	1,39	1,50 - 1,60	1,50	1,50	1,60	1,60	1,80	2,00
Dynamik	1,39	1,50 - 1,60	1,10	1,10	1,60	1,60	1,80	2,00
Kombinationsbeiwert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Anlage

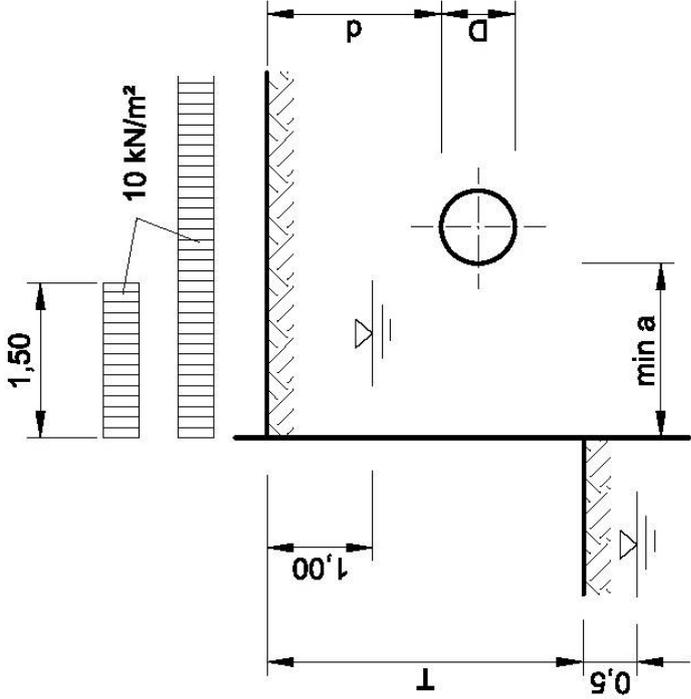
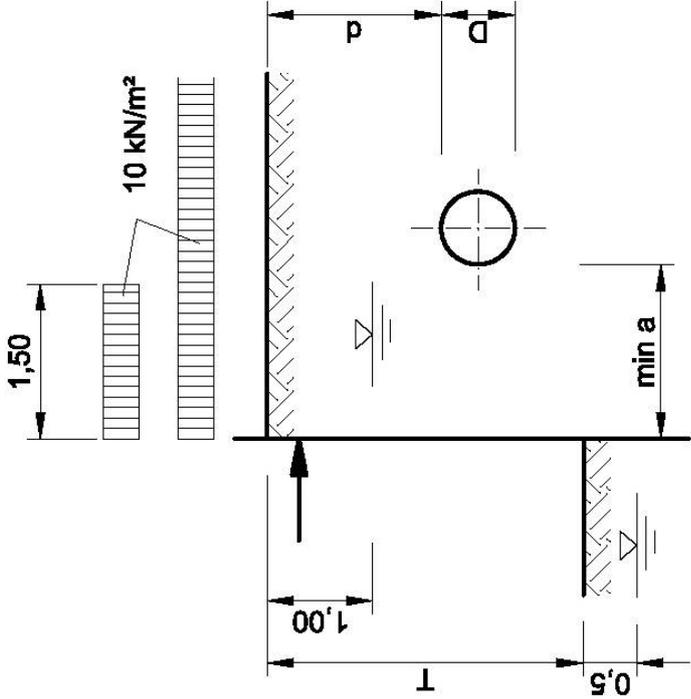
A 4 Lastfallkombinationen

Lastfälle

LF-Nr.	Lastfall	Während Energieeintrag	Nach Energieeintrag
1	Innendruck	MOP oder OP evtl. steuerbar, wenn geringe Abstände oder hoher Energieeintrag erforderlich.	DP oder MOP
2	Dyn. Energie: Schwingungsbeanspruchung	$\sigma_u, \sigma_x = f$ (Energie, Energiequelle, Boden, Abstand, Rohrdurchmesser, Rohrwerkstoff)	-
3	Dyn. Energie: Setzung	$\sigma_x = f$ (Energiehöhe, Energiequelle, Boden, Abstand, Rohrdurchmesser, Rohrwerkstoff)	$\sigma_x = f$ (Energiehöhe, Energiequelle, Boden, Abstand, Rohrdurchmesser, Rohrwerkstoff)
4	Erdauflast	$h_U = 0,3 \text{ m bis } 6,0 \text{ m}$	$h_U = 0,3 \text{ m bis } 6,0 \text{ m}$
5	Verkehrslast	SLW, Bahn Auf der sicheren Seite liegend mit angesetzt.	SLW, Bahn
6	Verlegespannungen	$\Delta\sigma_x$ (optional)	$\Delta\sigma_x$ (optional)
7	Temperatur	ΔT (optional)	ΔT (optional)

Anlage

A 5 Mindestabstand zu Baugruben / System und Belastung



Anlage

A 6 Erfassungsbogen für Rammarbeiten

Rammarbeiten in Leitungsnähe

Erfassungsbogen DynRo

Rammungen neben oder Verdichtungsarbeiten neben und über der Leitung

Seite 1/2

Vorhabensträger	
Ausführende Firma	
Ansprechpartner	
Tel. Mobil	
E-Mail	

Beschreibung der geplanten Maßnahme

ggf. weitere Blätter/Skizzen beifügen!

Bodenbeschaffenheit (Mehrfachauswahl möglich!)

- Nichtbindig; Sand, locker bis mitteldicht
- Nichtbindig; Kies; Sand, dicht bis sehr dicht
- Bindig; Klei; stark organisch; Ton, weich bis halbfest; Lehm, weich; Lösslehm
- Bindig; Ton, halbfest bis fest; Lehm, fest; Geschiebemergel
- Fels

Wenn vorhanden, Bodengutachten beifügen!

Randbedingungen

<input type="checkbox"/> Baugrube neben der Leitung	
<input type="checkbox"/> Skizze liegt bei (erforderlich!)	
Tiefe der Baugrube	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/> m
Anzahl der Aussteifungslagen	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
Abstand Baugrunderwand - Leitungsachse	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/> m
<input type="checkbox"/> sonstige Rammung neben der Leitung	
Abstand Rammort - Leitungsachse	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/> m
<input type="checkbox"/> Verdichtungsarbeiten neben oder über der Leitung	
minimale Scheitelüberdeckung	<input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/> m

Rammarbeiten in Leitungsnähe

Erfassungsbogen DynRo

Rammungen neben oder Verdichtungsarbeiten neben und über der Leitung

Seite 2/2

Eingesetztes Gerät

Hersteller

Typenbezeichnung

technisches Datenblatt liegt bei (**erforderlich!**)

Schlagramme (≤ 50 Schläge/min)

max. Energie

 kNm

oder:

max. Fallgewicht

 kN

max. Fallhöhe

 m

Vibrationsramme

Vibrationswalze

max. Energie

 kNm

oder:

max. Fliehkraft

 kN

max. statisches Moment

 kgm

min. dynamische Masse

 kg

oder:

max. Fliehkraft

 kN

max. Schwingamplitude

 m

(Datum)

(Unterschrift)

Anlage

A 7 Erfassungsbogen für Sprengarbeiten

Sprengung in Leitungsnähe

Erfassungsbogen DynRo

Vorhabensträger	
Ausführende Firma	
Ansprechpartner	
Tel. Mobil	
E-Mail	

Beschreibung der geplanten Maßnahme

ggf. weitere Blätter/Skizzen beifügen!

Bodenbeschaffenheit (Mehrfachauswahl möglich!)

- Nichtbindig; Sand, locker bis mitteldicht
- Nichtbindig; Kies; Sand, dicht bis sehr dicht
- Bindig; Klei; stark organisch; Ton, weich bis halbfest; Lehm, weich; Lösslehm
- Bindig; Ton, halbfest bis fest; Lehm, fest; Geschiebemergel
- Fels

Wenn vorhanden, Bodengutachten beifügen!

Randbedingungen

Abstand Sprengort - Leitungsachse m

- Blindgängerräumung
- Sprengung im Rahmen einer Baumaßnahme

Spezifische Energie kNm/kg

Gewicht der Ladung kg

oder:

Energie pro Zündung kNm

Anhaltswerte für Energie pro Zündung:

- 5-Zentner-Bombe ≈ 125 kg TNT ≈ 115.000 kNm
- 10-Zentner-Bombe ≈ 250 kg TNT ≈ 230.000 kNm
- 20-Zentner-Bombe ≈ 400 kg TNT ≈ 368.000 kNm

(Datum)

(Unterschrift)