

Planungsgrundlagen

Biegeweiche, im Erdreich gebettete Wellstahlrohre

Charakteristik

Wellstahlrohre bestehen aus gewellten, gebogenen und korrosionsgeschützten Stahlblechen, die bauseits verschraubt werden.

Die Bauwerke bilden mit dem umgebenden Erdreich ein Verbundbauwerk, dessen Tragfähigkeit durch die Eigenschaften der beiden Bauelemente „Rohrwandung“ und „umgebender Boden“ gleichermaßen bestimmt wird.

Bemessung

- Die Bemessung erfolgt nach dem Klöppel/Glock-Rechenverfahren.

Konstruktives

- Querschnittsermittlung unter Berücksichtigung von Lichträumen oder hydraulischen Vorgaben.
- Abhängig von der Verkehrslast und der Spannweite ist eine Mindestüberdeckung einzuhalten.
- Die Bauwerksenden werden in der Regel durch einen Böschungsschrägschnitt mit Einfassung (z.B. Naturstein) abgeschlossen. Der Kreuzungswinkel α (Lage des Bauwerksendes zur Bauwerksachse) und die Schnittansatzhöhe x sind zu beachten.
- Bei vertikalem Abschluss ist eine selbsttragende Stirnwand vorzusehen.
- Der Innenausbau erfolgt je nach Verwendungszweck mit einer Fahrbahn oder Gehweg bzw. in wasserführenden Bauwerken mit Sohlenpflaster, Betongerinne oder natürlicher Verlandung. Ein sohlengleicher Einbau ist zu vermeiden.
- Nebeneinanderreihen von MultiPlate-Bauwerken ist bei Einhalten eines Mindestabstandes möglich.
- Sonderkonstruktionen wie Knicke, Einlaufstützen, Schächte, etc. sind möglich.
- Die Abrechnungslänge ist die Länge der Bodenmittellinie in Bauwerksachse

Korrosionsschutz

- Feuerverzinkung (Stückgutverzinkung) oder zusätzliche werkseitige Kunststoffbeschichtung (die Kombination aus beidem wird als Duplex-System bezeichnet).

Bauseitiger Einbau

- Vorhalten einer trockenen Baugrube.
- Bereitstellung eines höhen- und fluchtgerechten Planums.
- Lagenweises Hinterfüllen und Verdichten unter Beachtung der Einbauvorschrift.

Anwendungsgebiete

- Wege- und Straßenunterführungen
- Bauwerke für die Eisenbahn
- Wasserführende Bauwerke
- Wildüberführungen (Grünbrücken)
- Förderbandtunnel
- Silos
- Infrastrukturkanäle
- Brückenersatz bei minimaler Bauzeit
- Sanierung von Gewölbebrücken
- Schachtverbau

Planning criteria

Flexible, embedded corrugated steel pipes

Characteristics

Corrugated steel pipes consist of corrugated, curved and corrosion protected steel plates, which are bolted together at site.

Together with the surrounding soil area these structures build a compound structure, whose carrying capacity is equally defined by the characteristics of both construction elements "pipe wall" and "surrounding soil".

Dimensioning

- Dimensioning is made in accordance with the calculation method by Klöppel/Glock.

Design

- Determination of cross-section taking into account clearance and hydraulic requirements.
- Depending on traffic load and span width a minimum height of cover is to be kept.
- Normally, the structure ends are cut to a bevel with apron (natural stones). Skew number α (position of structure end to structure axis) and height x have to be observed.
- With vertical ends a self-supporting head wall has to be provided.
- Depending on the intended use the interior is either provided with a road surface, footpath, or in case of water-bearing structures bottom-paving, concrete channel or natural silting. Avoid installation at bottom level.
- Placing of MultiPlate structures side by side is feasible with a minimum spacing between them.
- Special constructions such as elbows, inlet pipes, shafts etc. are available.
- Invoicing length is the length bottom centre-line of the bottom-centre-line.

Corrosion protection

- Hot-dip galvanizing or additional factory applied plastic coating (The combination of which is called Duplex-system.).

Installation at site

- Prepare dry trench.
- Prepare accurately levelled and aligned subgrade.
- Backfilling and compaction in layers in compliance with the installation requirements.

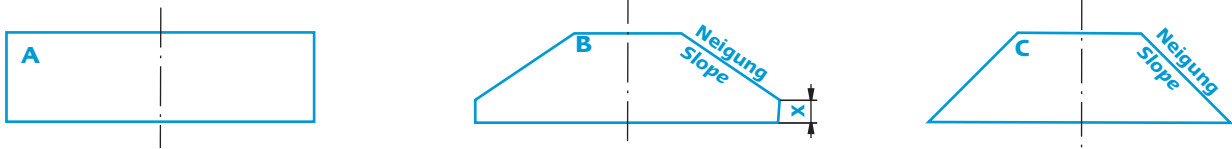
Fields of application

- Path and road underpasses
- Structures for railways
- Water-bearing structures
- Deer crossing (green bridges)
- Conveyor belt tunnels
- Silos
- Infrastructure conduits
- MultiPlate structures to replace bridges at minimum construction time
- MultiPlate structures to rebuild vault bridges
- Shaft lining

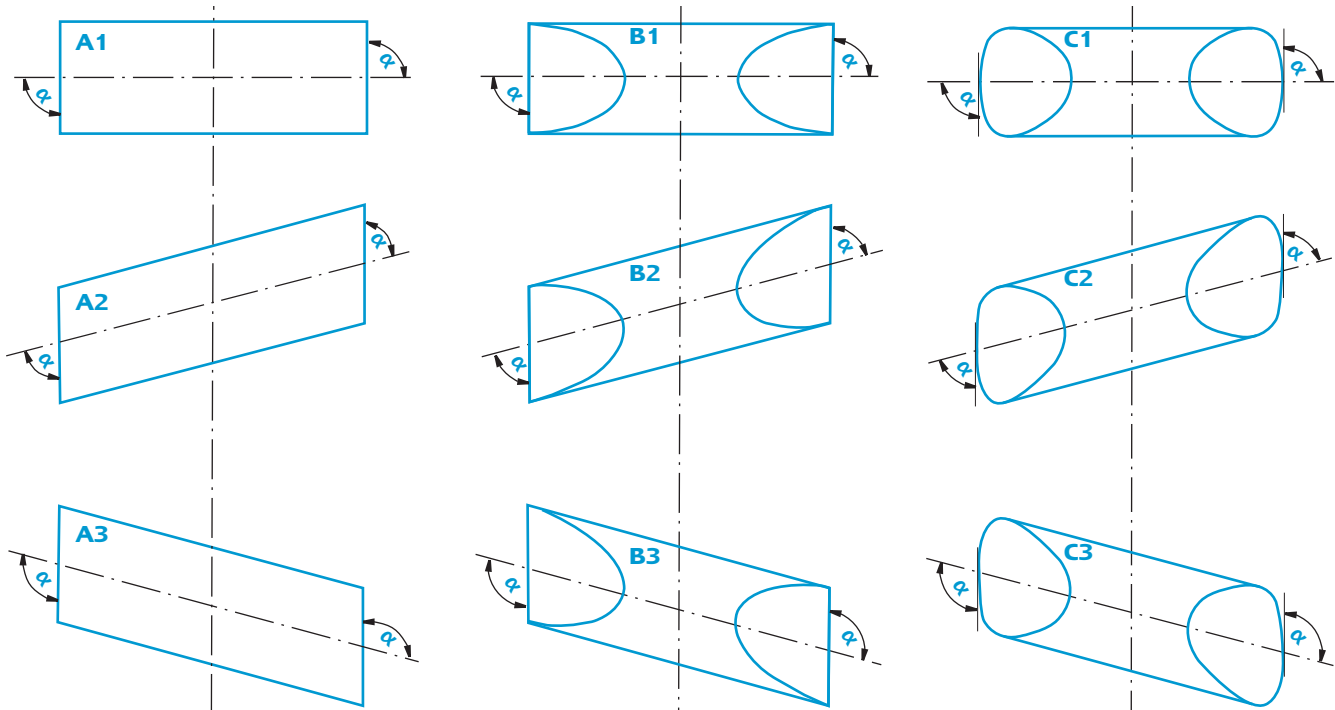
Schnittausführungen | Bevel details

Beispielhaft am Maulprofil | Exemplified for pipe arch

Seitenansicht Bauwerk | Lateral view of building



Draufsicht Bauwerk | Top view of building



Längenangaben in der Bodenmittellinie
Bottom centreline length

α = Kreuzungswinkel
 α = Skew Number

x = Schnittansatzhöhe
x = Height

Einbauvorschrift | Installation requirements

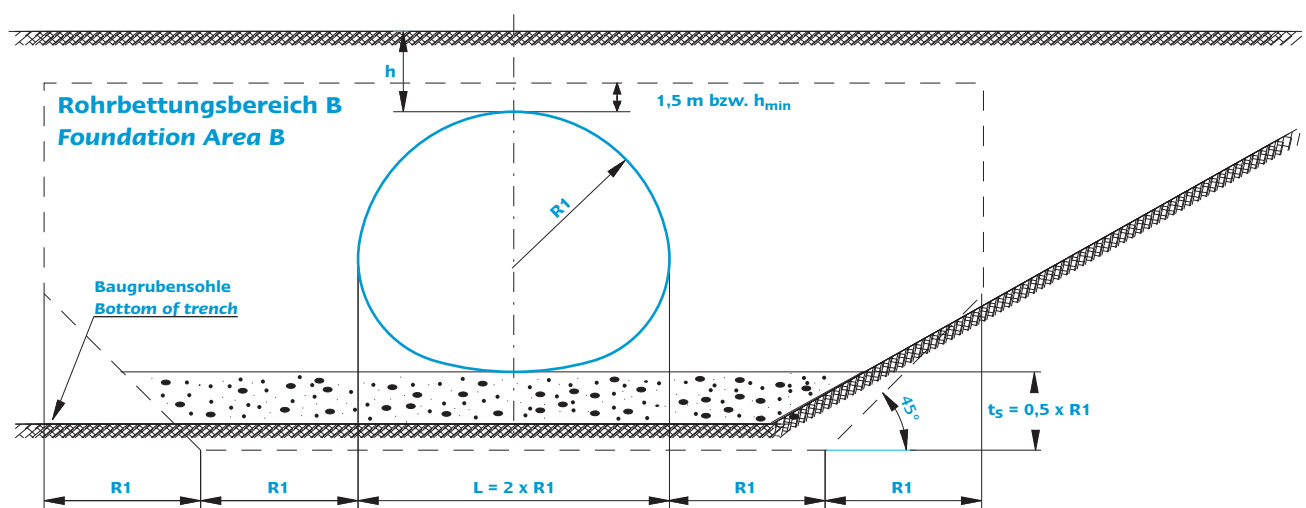
Rohrbettungsbereich

Die Eigenart unserer Bauweise verlangt die besondere Beachtung des die Rohrwandung direkt umgebenden Rohrbettungsbereiches B für den die seitens der Statik geforderte Steifzahl E_s und der Bodenreibungswinkel φ einzuhalten sind. Eine Mindestüberschüttung von h_{min} ist einzuhalten. Im Allgemeinen erfüllen die Untergrundverhältnisse die obigen Bedingungen und es ist ausreichend, unterhalb der Rohrsohle eine Kies-Sandschicht von 10 cm – 40 cm Dicke vorzusehen, die in die trockengelegte Baugrube eingebracht und mit handelsüblichen Verdichtungsgeräten verdichtet wird. Bei anstehenden Felslinsen ist diese Ausgleichsschicht entsprechend dicker zu wählen, um eine gleichmäßige Bettung sicherzustellen. Liegen setzungsempfindliche Untergrundverhältnisse vor, dann genügt es im Allgemeinen den Untergrund bis auf eine Tiefe t_s auszuräumen und eine entsprechend dicke Ausgleichsschicht in Lagen von 20 cm – 30 cm aufzubauen und gut zu verdichten. Gegebenenfalls ist eine Überhöhung des Profils in Längsrichtung entsprechend den zu erwartenden Setzungen vorzunehmen. Bei Profilen mit Spannweiten $L > 5$ m ist das Sohlbett entsprechend der Krümmung der Rohrsohle vorzuprofilieren.

Foundation area of the pipe

Our type of construction requires particular care for the foundation area B of the pipe immediately surrounding the pipe wall, for which the stiffness coefficient E_s and the angle of friction of the earth φ , required in the static calculation, are to be kept. A minimum height of cover of h_{min} has to be complied with. In general, the foundation materials meet the above requirements and it is sufficient to provide a layer of gravel or sand of 10 to 40 cm below the pipe bottom, which is placed into the dry trench and compacted with normal compaction equipment, in case of rock inclusions a thicker layer is to be selected in order to guarantee uniform foundation. If the foundation material is susceptible to settlement, it is, in general, sufficient to remove the soil up to a depth of t_s and to provide an equalizing layer of 20 to 30 cm and compact it well. If necessary, the pipe is to be pre-deformed in longitudinal direction according to the settlements to be expected. For profiles with span widths $S > 5$ m the foundation bed is to be profiled in advance according to the radius of the pipe bottom.

Rohrbettung | Foundation area of the pipe



$$h_{min} = 1/6 * \text{Spannweite} \geq 0,60 \text{ m (Straßenverkehr)}$$

$$h_{min} = 1/5 * \text{Spannweite} \geq 1,50 \text{ m (Schienenverkehr)}$$

$$h_{min} = 1/6 * \text{span} \geq 0.60 \text{ m (road traffic)}$$

$$h_{min} = 1/5 * \text{span} \geq 1.50 \text{ m (railroad traffic)}$$

Spannweite Span S=L m	$h_{\bar{u}}$ m	φ °	E_s kN/m ²
< 5 m	< 1/4 L	30,0	20 000
	> 1/4 L	30,0	30 000
> 5 m	< 1/4 L	32,5	20 000
	> 1/4 L	30,0	30 000

Steifzahl

Die Steifzahl E_s für den unmittelbar die Rohrwandung umgebenden Rohrbettungsbereich B bestimmt in hohem Maße die infolge der Erdauflast und Verkehrslast auftretenden Rohrverformungen und damit die Sicherheit gegen Durchschlagen des Scheitels. Bei Beachtung der obigen Maßnahmen und sorgfältiger Auswahl der für die Hinterfüllung zu verwendenden Bodenmaterialien lässt sich die geforderte Steifzahl ohne Mühe erreichen.

Stiffness coefficient

Stiffness coefficient E_s of bedding area B immediately surrounding the pipe wall, is mainly decisive for the pipe deformations, which result from soil load and traffic load, and thus for the safety against snap-through of the pipe top. With the above measures and careful selection of the backfill material the required stiffness coefficient can easily be obtained.

Einbauvorschrift | Installation requirements

Erdreibungswinkel

Der Bodenreibungswinkel φ und damit die Scherfestigkeit der Anschüttung im Bettungsbereich B bestimmen die Grenztragfähigkeit des die Rohrwandung stützenden Erdkörpers. Durch die Einhaltung der Mindestwerte für den Bodenreibungswinkel φ und die Überschüttung h_{\min} wird ein seitliches Ausweichen des Scheitelbereiches infolge Grundbruch nach oben vermieden. Bei Maulprofilen wird darüber hinaus durch eine ausreichende Scherfestigkeit sichergestellt, dass die Eckdrücke ohne örtlichen Grundbruch im Sohlbereich von dem Boden aufgenommen werden können.

Hinterfüllung

Das Hinterfüllungsmaterial ist auf beiden Seiten des Rohres möglichst gleichzeitig oder abwechselnd in gleichen Schichten von etwa 20-40 cm einzubringen und zu verdichten. Die Verdichtung muß den zusätzlichen Vorschriften für Erdarbeiten der ZTVE-STB 94 entsprechen. Danach ist eine Lagerungsdichte für nicht bindige Böden von 97% und für bindige Böden von 95% der einfachen Proctordichte zu erreichen.

Auf die Verfüllung und Verdichtung des Bodenmaterials im Bereich der Rohrwand ist besonders zu achten. Hier sollte mit Stampfgeräten oder Flaschenrüttlern gearbeitet werden. Der hierfür erforderliche Arbeitsraum mit 0,65 m – 0,8 m ist bei der Planung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls ist ein Einschlämmen von Sand in die Rohrwand sinnvoll.

Im näheren Bereich der Rohrkonstruktion – bis etwa 1,5 m seitlich des Rohres und 0,5 m oberhalb des Rohrscheitels – sind nur leichte bis mittlere Flächenrüttler (z. B. AT 2000; 100 kg – 300 kg) einzusetzen und die Schüttlagen auf 20 cm – 30 cm Dicke zu reduzieren. Am Schrägschnitt muß die seitliche Anschüttung mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden, um größere Verformungen des Schrägschnitttrandes zu vermeiden. Hier sind im Bereich bis zu 1 m Abstand von der Rohrwandung bei Schüttlagen von 20 cm nur leichte Flächenrüttler (z.B. AT 1000; bis 100 kg) zu verwenden. Außerhalb des gemäß obiger Skizze gekennzeichneten näheren Rohrbereiches können schwere Verdichtungsgeräte wie Planierdrauen eingesetzt werden.

Angle of friction of the earth

The angle of friction φ and thus the shear strength of the backfill material in the bedding area B determine the ultimate carrying capacity of the earth body which supports the pipe wall. If the minimum values are kept for the angle of friction of the earth φ and the height of fill h_{\min} lateral upward movements of the pipe top due to soil failure are avoided. For pipe arches an adequate shear strength guarantees that the soil takes the corner pressures without local soil failure in the bottom area.

Backfilling

The backfill material has to be brought up simultaneously on both sides of the pipe or alternately in equal layers of approx. 20 to 40 cm and to be compacted. Compaction has to meet the additional requirements of the ZTVE-STB 76, which require a proctor density of 97 % for non-cohesive material and 95 % for cohesive material. Special attention has to be paid to placing and compaction in the area of the corner plates. Here, tampers or vibrating cylinders are to be employed. Sufficient working space of 0.65 to 0.8 m is to be considered. If necessary sand is to be injected into the area of the corner plates.

Only light to medium compacting equipment (e.g. AT 2000) must be used close to the pipe – up to 1.5 m on the sides and 0.5 m over the top of the pipe – with layers of fill of maximum 20 to 30 cm. Particular care must be given to tamping in the area of cut ends to avoid serious deformation. Here, within a distance of 1 m from the pipe wall only light compacting equipment must be employed with layers of fill of 20cm (e.g. AT 1000). Outside this area – as shown in the sketch below – heavy compacting equipment can be used (bull dozer).

Arbeitsraum und Verdichtung | Working area and compaction

Leichte Verdichtungsgeräte einsetzbar | Light compacting equipment
Schüttlagen 20 cm - 30 cm | Layer of fill 20 cm - 30 cm

