

# Crowded Underground

## Soil and in-fill material requirements

Things are getting tight under our towns and cities! Germany has more than 2.7 million kilometres [1] of supply and disposal cables and conduits installed underground. There are drains, sewers, gas, water and district-heating pipes, plus electricity and telecommunications cables under our streets and pavements (see [2] and [3]). All users make many diverse demands on soils and in-filling materials.

### The use of underground space

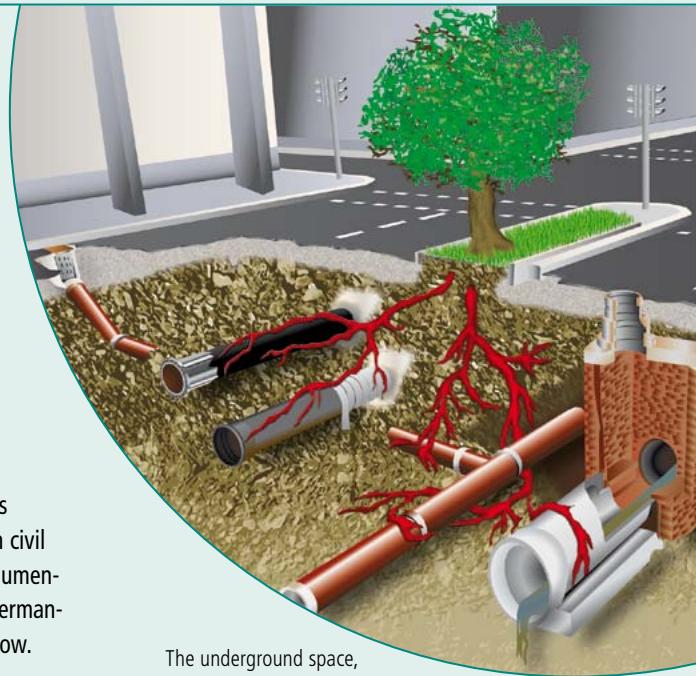
We must also add higher requirements for seepage drainage of rainwater (see [4]), while street-side trees and other vegetation also demand space underground for healthy root and plant growth (see [5], [6], [7] and [8]).

Every utilisation requires corresponding ambient conditions. This is true both of the civil-engineering and horticultural properties of the soils and in-fill materials used, and of the natural functions of the soil. In practice, this can result in overtaxing of the underground, with significant conflicts and development bottlenecks as the

consequence. Appropriate solutions are needed both in planning and in civil engineering. Important lines of argumentation and developments for the German-speaking regions are examined below.

### Uses and codes of practice

The soil, with its natural functions, is a finite asset. This fact is reflected in current legislation and in the codes of practice for the protection of the soil. A harmonised European provision has not yet been enacted, but already exists in draft form [9]. Until its enactment and ratification, protection of the soil will continue to be governed at national level. In Germany, soil protection was given a uniform basis in 1998, in the form of the German Federal Soil Protection Act and the Federal Soil Protection and Contamination Ordinance. This foundation has subsequently been expanded by means of higher-level legislation, such as the German Closed Substance Cycle and Waste Management Act, the Water Management Act and the Federal Nature Conservation Act. In Switzerland, protection of the soil is governed, for example, by the Environmental



The underground space,  
showing its diverse uses in urban areas  
Source: Tracto Technik, moderated

Protection Act, augmented by the Soil Pollution Ordinance. Under the German Federal Soil Protection Act [10], the natural functions which make the soil a finite asset include the following properties:

#### • Natural functions as

- The foundation and space for the life of humans, animals, plants and soil organisms
- Status as a constituent of the natural environment, including its water and nutrient cycles, in particular and
- Degradation, balancing and strengthening medium for physical effects, due to its filter, buffer and metabolic properties, also including the protection of the groundwater, in particular

#### • Functions as an archive of natural and cultural history

#### • Utility functions as

- A source of mineral resources
- Space for living and recreation
- The location for agricultural and forestry-management utilisation and
- The location for other economic and public utilisations, transport, supply and disposal.



Agglomeration pipe trench: gas, drinking water, telecommunications and roots

Source: Dr. Markus Streckenbach  
[www.streckenbach.org](http://www.streckenbach.org)



Function: agricultural utilisation  
© Berggeist007 / pixelio.de

# Drain/Sewer Construction



Function: archive of natural and cultural history

© Peter Fenge / pixelio.de

Not only the natural functions, but also the technological properties of soils and in-fill materials, play an important role for the underground infrastructure. These are cited, for example, in numerous reference works and codes, *inter alia*, with particular focus on the following applications and utilisations:

- Foundations, and stable substrates, in particular, see (for example) DIN 1054-1 [11], DIN 1536 [12] and DIN EN 1997-1 [13]
- Highway construction, particularly the underground space and the subgrade surface, see (for example) RAST 06 [14], DIN 4301 [15] and DIN EN 13286 [16]
- Drain/sewer and conduit engineering, plus bedding effects and loads exerted by the predominant in-fill materials, in particular, see (for example) ATV-DWK-A 127 [17], DIN 4124 [18] and DIN EN 1610 [19]
- Rainwater management and, in particular, seepage-drainage capability and water storage, see (for example) DWA A138 [4], DIN 1989-1 [20], BWK Technical Information 1/2013 [21] and Code for Seepage-Drainage Capable Transport Surfaces [22]
- Heat recovery from waste-water, see (for example) DWA M114 [23]
- Heat storage, see (for example) ITW research report [24]
- Rerouting of high-tension power lines, increasingly in the form of underground cables, see (for example) dena [25], 26th BlmSchV [26] and BGV B11 [27]
- Pipelines (for gas, water, oil), and the associated bedding and corrosion properties, in particular (protection, aggressiveness); see (for example) DIN 30675-1 [28], DIN 50929-3:1985-09 [29], DVGW GW 9 [30] and ÖWAV Working Aid 39 [31]
- Local/district heating pipes, and their friction behaviour, in particular, see (for example) FW 401 Part 1-18 [32] and FW 420 Part 5 [33]
- Planted areas and, in particular, their substrate properties, see (for example) DIN 19731 [34], FLL Recommendations for Planting of Trees [7] and RAS-LP4 [35]



Function: in-fill material for drain/sewer and conduit engineering

- The creation of hold-back space to lessen the impact of peak run-off in case of severe precipitation events, to protect roads against blockage.

Even greater use of underground space must be anticipated, in view of current developments, for instance:

- Underground installation of power cables, and the expansion and modification of gas-supply systems as a result of power-to-gas developments and for temporary storage and transmission of gas from regenerative sources, in the course of the energy turnaround (see [36], [37])
- Provisions for the management of flooding events and greater diversion of stormwater into and via the underground space, as a consequence of climate change (see [21])
- Provisions for the improvement of the urban climate by means of the provision of green spaces and shade, with greater concomitant requirements made on root space and substrate quality, for enhancement of the quality of life in towns and cities (see [38])
- Expansion of the broadband infrastructure and installation using (semi-)open-trench and trenchless methods (see [39], [40])
- System for regulation of the groundwater in former mining areas, and higher groundwater tables (see [41], [42])

The above-mentioned developments make conflicts likely. Exploiting these conflicts as an opportunity for future-orientated use of the soil will be a focal task in the coming years.

## Potentials and challenges

There are special perspectives for long-term regional planning and co-ordination. These apply, on the "product side", to the use of innovative soils and in-fill materials in the underground space of our towns and cities [43] and, at the planning stage, to design and project management. Requirements made on space needs and the use of soils have up to now been derived from surface utilisations (see [8], [6]) or are defined on an industry-specific basis, making no allowance whatsoever for other utilisations. Typical examples can be found in DIN 1998 [2], with general relevance to conduit and cable systems, DIN EN 1610 [19], in the case of open-trench installation

of drains, sewers, and cables, FGSV RAL [44] with respect to surfaced roadways, DVGW GW 9 [30] concerning the bedding of gas and water supply pipes, AGFW FW 401 [32], the code of practice for district-heating systems, DWA-A 138 [4], in rainwater management, and the FLL recommendations [7], specifying plant substrates. In some cases, minimum distances from other users' routings are also defined (see [45], [5]), thus confronting planners with boundary conditions and conflicts of aims which can nowadays scarcely be resolved in densely populated conurbations.

In the past, diverse utilisations have also been implemented in cases in which the above-mentioned normative boundary conditions could not at all be met. The challenge is in assessing the particular situation realistically, accepting it and organising responsibility in such a way that it can in fact be accepted by all participants. Acceptance

can be enhanced, in particular, if drain/sewer engineering, for example, is used as the driving force for co-ordinated action (see Göttingen [46]). A particular important role is then played by open-trench installation and the selection of the soils used, since conflicts of aims arising, for instance, from generalised minimum spacings, can be solved only by means of the clear spatial assignment of soil functions for foundations, conduit/cable routes, plant root space and other utilisations.

Further potentials arise if life-cycle analyses are harmonised with one another on a supra-infrastructure basis. This applies as much to the pipes and components installed as to the soil and the in-fill materials, since these must also be regarded as elements in the overall structure [47]. Pore space and water permeability play a special role in this context in cases, for instance,

in which local barriers (for root protection, for example, see [48]) are intended to assure permanence while, conversely, water permeability is a hydrogeological requirement in the overall geographical area, in order to attain long-term water-management targets. Structure-analytical interactions between the pipe/soil system and adjacent projects, as a result of transference of loads, for example, must also be taken into account. The analysis of existing soil systems, the development of new soils and in-fill materials, engineering methods, and the use of innovative planning instruments [49] can all help in increasing the stability of the system throughout its life-cycle. The use of temporarily flowable in-fill materials may be mentioned by way of example, with a view to shallower trench depths, permanently stable bedding conditions and defined penetrability in case of subsequent excavation work (see [50], [43]).

## *Quality at first sight!* *LightFit Waste Water*



PLASSON products - a highly developed technology.  
Through permanent quality inspection and innovative development we guarantee a high technical level.

Your satisfaction is our success. Satisfaction is the best recommendation.

 **PLASSON®**  
*Mensch · Produkt · Service*

**PLASSON GmbH** Krudenburger Weg 29 • 46485 Wesel (Germany)  
phone: +49 281 9 52 72-0 • e-mail: [info@plasson.de](mailto:info@plasson.de) • homepage: [www.plasson.de](http://www.plasson.de)



# Drain/Sewer Construction

## The Authors

Prof. Dr.-Ing. Bert Bosseler

Marcel Goerke, M.Sc.

IKT - Institute for Underground Infrastructure

## References

- [1] IKT: Auswertung von Daten der Bundesnetzagentur, Destatis und Umweltbundesamt, eigene Berechnung, Gelsenkirchen, 01/2014 (unveröffentlicht).
- [2] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1998 „Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Flächen, Richtlinien für die Planung“, Beuth Verlag, Berlin, 05/1978.
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): „Allgemeine Technische Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien“, ATB-BeStra, Köln, 2008.
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Arbeitsblatt A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, Hennef, 04/2005.
- [5] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 18920 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen“, Beuth Verlag, Berlin, 08/2002.
- [6] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL): „Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege“, Bonn, 2005.
- [7] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL): „Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate“, Bonn, 2010.
- [8] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Merkblatt M 162 „Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle“, Hennef, 02/2013.
- [9] Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil („Bodenschutzrichtlinie“) vom 22. September 2006 (2004/35/EC/\* COM/2006/0232)
- [10] BBodSchG - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502).
- [11] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1054-1 „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“, Beuth Verlag, Berlin, 09/2009.
- [12] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1536 „Betonpfähle“, Beuth Verlag, Berlin, 12/2010.
- [13] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 1997-1 „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln“, Beuth Verlag, Berlin, 09/2009
- [14] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen“, RAST 06, Köln, 2007.
- [15] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 4301 „Eisenhütenschlacke und Metallhütenschlacke im Bauwesen“, Beuth Verlag, Berlin, 06/2009.
- [16] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 13286 „Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische“, Beuth Verlag, Berlin, 02/2013.
- [17] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): ATV-DWK-A 127 „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und- leitungen“, Hennef, 08/2000.
- [18] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 4124 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“, Beuth Verlag, Berlin, 01/2012.
- [19] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen“, Beuth Verlag, Berlin, 01/2010.
- [20] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1989-1 „Regenwassernutzungsanlagen - Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung“, Beuth Verlag, Berlin, 04/2002.
- [21] Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK): BWK-Fachinformationen 1/2013: „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“, Sindelfingen, 2013.
- [22] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): „Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen“, FGSV-Nr. 947, Köln, 2013.
- [23] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Merkblatt M 114 „Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie“, Hennef, 06/2009.
- [24] Seiwald, H.; Kübler, R. et al.: „Saisonale Wärmespeicherung mit vertikalen Erdsonden im Temperaturbereich von 40 bis 80 °C“, Forschungsbericht, ITW, Universität Stuttgart, 1995.
- [25] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): „dena-Netzstudie II“, Berlin, 2010.
- [26] Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV): „Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)“
- [27] Berufsgenossenschaften: Berufsgenossenschaftliche Vorschriften - BGV B11: „Elektromagnetische Felder“, Carl Heymanns Verlag, Köln, 2005.
- [28] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 30675-1 „Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen aus Stahl -Schutzmaßnahmen und Einsatzbereiche“, Beuth Verlag, Berlin, 09/1992.
- [29] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 50929-3:1985-09 „Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern“, Beuth Verlag, Berlin, 09/1985.
- [30] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW): DVGW GW 9 „Beurteilung der Korrosionsbelastungen von erdüberdeckenden Rohrleitungen und Behältern aus unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen in Böden“, Bonn, 05/2011.
- [31] Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV): ÖWAV-Arbeitsbehelf 39 „Korrosion im Wasser- und Abwasserfach“, Wien, 2010.
- [32] AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.: FW 401 Teil 1-18 „Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmennetze“, Frankfurt, 12/2007.

- [33] AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.: FW 420 Teil 5 „Fernwärmeleitungen aus flexiblen Rohrsystemen: Planung, Bau und Montage, Betrieb“, Frankfurt, 12/2011.
- [34] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 19731 „Verwertung von Bodenmaterial“, Beuth Verlag, Berlin, 05/1998.
- [35] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): RAS-LP4 „Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil 4: Landschaftspflege“, Köln, 1993.
- [36] Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU): VKU-Information „Power to gas“, Köln, Dezember 2012.
- [37] Jarass, L.; Obermair, G. M.: „Welchen Netzumbau erfordert die Energiewende?“, MV-Verlag, Münster, 2012.
- [38] Kuttler, W.; Dütemeyer, D. et al.: „Handlungsleitfaden – Steuerungswerkzeuge zur städtebaulichen Anpassung an thermische Belastungen im Klimawandel“, dynaklim-Publikation Nr. 34 / Februar 2013, Duisburg, 2013.
- [39] Breitbandbüro des Bundes: Infoblatt: „Mitsnutzung alternativer Infrastrukturen, Synergien im Breitbandausbau“, Berlin, Oktober 2013.
- [40] Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten (VATM): „Glasfasernetze: Heute die Voraussetzungen für morgen schaffen. Leitfaden für Kommunen und Landkreise“, Köln.
- [41] Emschergenossenschaft: Sachstandsbericht, Grundwasserbewirtschaftung im Emschergebiet, Essen, 2012.
- [42] Kaiser, H.-J.; Ubrig H.: „Maßnahmen gegen Gefahren durch Grundwasserwiederanstieg im Sanierungsbereich Lausitz“, Vortrag von der 5. Fachkonferenz am 1.3.2011: Wasserwirtschaftliche Maßnahmen in der Bergbaufolgelandschaft.
- [43] Ruhr-Universität Bochum und IKT: Einsatz von Bettungs- und Verfüllmaterialien im Rohrleitungsbau. Endbericht zum Forschungsvorhaben, gefördert durch das MUNLV NRW, Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik und IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Bochum Gelsenkirchen, 2006.
- [44] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, FGSV-Nr. 201 (R1), Köln, 2012.
- [45] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW): DVGW G 463 „Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Betriebsdruck größer als 16 bar – Errichtung“, Entwurf, Bonn, 07/2009.
- [46] IKT: International Webinar „Asset Management of Underground Infrastructure“ (AM 10/13-01/14), Teil 1/8 „Experience from Germany“: 21.10.2013, <http://www.youtube.com/watch?v=YC49yOW2JMs>, Zugriff am 27.1.2014.
- [47] IKT: Gut gebettet liegen Rohre länger. IKT-Ergebnisheft 01/2007, IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 2007.
- [48] Ruhr-Universität Bochum und IKT: Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen und Kanäle. Endbericht zum Forschungsvorhaben, gefördert durch das MUNLV NRW, Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Spezielle Botanik und Botanischer Garten und IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Bochum Gelsenkirchen, 07/2004.
- [49] IKT: Lehrgang „Sachkundiger für Vegetation und unterirdischer Infrastruktur“, Vortrag von Dirk Zimmermann: „Interaktionen zwischen Leitungen und Baumwurzeln – Ansätze zur Risikoeinschätzung mit innovativen GIS-Systemen“, Gelsenkirchen, 11. bis 13. September 2013.
- [50] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): „Merkblatt über zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe (ZFSV) aus Böden und Baustoffen“, Köln, 2011.

# ABOUT IKT



The initial funding for setting up the institute has been provided by the Ministry for the Environment of the State of North-Rhine Westphalia, Germany's largest federal state.

However, IKT is not owned by the Government.

Its owners are two associations which are again non-profit organizations of their own:

**a) IKT-Association of Network Operators:**

Members are more than 120 cities, among them Berlin, Hamburg, Cologne and London (Thames Water). They hold together 66.6% of IKT.

**b) IKT-Association of Industry and Service:**

Members are more than 60 companies. They hold together 33.3% of IKT.

You can find information on projects and services at:  
**[www.ikt.de](http://www.ikt.de)**

