

# Länge und Wiederbeschaffungswert der Unterirdischen Infrastruktur in Deutschland und in der Europäischen Union

Ein dichtes Netz aus unterirdischen Verkehrswegen sowie Ver- und Entsorgungsleitungen durchzieht Europa. Insbesondere in den Ballungsräumen spiegeln sich viele Nutzungen im Untergrund, z.B. Tunnelbauwerke, Abwasserkanäle und -leitungen, Wasserversorgungsleitungen sowie Gas- und Fernwärmeleitungen.

Das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, hat nun erstmals Daten zur Länge der unterirdischen Infrastruktur zusammengetragen, um den Wiederbeschaffungswert dieser Bauwerke für Deutschland und für die Europäische Union abzuschätzen.

## Unterirdische Verkehrswege

In Deutschland werden laut [1] ungefähr 600 km Tunnel für U-, S- und Stadtbahnen mit ca. 500 unterirdischen Haltestellen betrieben. Die Eisenbahntunnel der deutschen Fernbahnen weisen hingegen eine Gesamtlänge von 774 km auf (vgl. [2]). Die im Bau befindlichen Tunnelanlagen des Bahnprojektes „Stuttgart 21“ von insgesamt 22 km Länge sind in dieser Statistik bereits enthalten. Die Gesamtlänge der mehr als 330 Straßentunnel in Deutschland werden vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bzw. von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) auf eine Gesamtlänge von 250 km beziffert (vgl. [3]). Die Gesamtlänge der unterirdischen Verkehrswege (Tunnel für U-, S- und Stadtbahnen, Fernbahn- und Straßentunnel) in **Deutschland** beläuft sich demnach auf **ca. 1.600 km**.

Der Wiederbeschaffungswert der unterirdischen Verkehrswege in Deutschland kann mit Hilfe üblicher Tunnelbaukosten grob abgeschätzt werden. Legt man für Straßen- und Fernbautunnel einen Mittelwert von 15.000 EUR/m (vgl. [4]) und für U-, S- und Stadtbahntunnel inkl. Stationen einen Richtwert von 50.000 EUR/m (vgl. [5]) zu Grunde, ergibt sich ein Wiederbeschaffungswert für die unterirdische Verkehrswege in Deutschland in Höhe von **45 Mrd. EUR**.

Da es derzeit keine belastbaren Zahlen für die Längen unterirdischer Verkehrswege in der Europäischen Union (EU-28) gibt, wird die Gesamtlänge unter Zugrundelegung der Einwohnerzahl grob abgeschätzt. Legt man das Verhältnis von Länge zu Einwohnerzahl Deutschlands (82 Mio.) zu Grunde, ergibt sich für die gesamte **Europäische Union (EU-28)** bei einer Einwohnerzahl von 508,2 Mio. Einwohnern (vgl. [6]) demnach eine Gesamtlänge der unterirdischen Verkehrswege von **ca. 10.000 km**.

Der Wiederbeschaffungswert der unterirdischen Verkehrswege in der Europäischen Union (EU-28) lässt sich auf **254 Mrd. EUR** schätzen. In dieser Schätzung werden die Abweichungen hinsichtlich der Arbeitskosten berücksichtigt<sup>1</sup> (vgl. [7]), wenn man annimmt, dass diese in etwa die Hälfte der Kosten einer Baumaßnahme ausmachen (vgl. [8]).

## Öffentliche Abwasserkanäle

Die Gesamtlänge öffentlicher Abwasserkanäle beträgt in **Deutschland** laut Statistischem Bundesamt **575.800 km** (vgl. [9]). Diese Länge umfasst Misch-, Schmutz- und Regenwasserkanäle.

---

<sup>1</sup> Laut Statistischem Bundesamt betragen die Arbeitskosten je geleistete Stunde im Jahr 2015 in Deutschland 32,70 EUR und in der Europäischen Union (EU-28) 25,90 EUR. Dies ergibt ein Arbeitskostenverhältnis zwischen Deutschland und der EU von 1,26.

Legt man nun den Mittelwert der Kosten für eine Erneuerung (1.509 EUR/m) und für eine Neuerschließung (610 EUR/m) der DWA-Umfrage 2015 [10] zu Grunde, ergibt sich ein Wiederbeschaffungswert für die gesamte öffentliche Kanalisation in Deutschland in Höhe von **631 Mrd. EUR**.

Nach einer überschlägigen Berechnung des IKT beträgt die Gesamtlänge der öffentlichen Abwasserkanäle in der **Europäischen Union (EU-28) ca. 2,5 Mio. km** (vgl. Abb. 1). Für diese Berechnung wurden die einzelnen Netzlängen der Mitgliedsländer aus verschiedenen Literaturquellen (vgl. [9], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29]) zusammengetragen und anschließend aufsummiert.

EU-Mitgliedsstaat	Gesamtlänge öffentlicher Abwasserkanäle [km]	Literaturquelle	Jahr der Erhebung
Belgien	57.000	[11]	2008
Bulgarien	9.013	[12]	2009
Dänemark	64.000	[13]	2012
Deutschland	575.800	[9]	2013
Estland	2.600	[11]	2008
Finnland	40.769	[11]	2008
Frankreich	394.569	[15]	2011
Griechenland	37.700	[16]	2013
Irland	5.878	[11]	2008
Italien	310.000	[17]	2004
Kroatien	6.280	[18]	2014
Lettland	2.981	[20]	2014
Litauen	6.824	[11]	2008
Luxemburg	3.400	[19]	2014
Malta	1.000	[11]	2008
Niederlande	111.000	[21]	2009
Österreich	81.995	[22]	2011
Polen	126.000	[23]	2012
Portugal	33.296	[11]	2008
Rumänien	20.365	[24]	2009
Schweden	60.000	[24]	2003
Slowakei	8.054	[11]	2008
Slowenien	8.501	[27]	2013
Spanien	89.900	[11]	2008
Tschechien	36.629	[11]	2008
Ungarn	35.800	[11]	2008
Vereinigtes Königreich	369.450	[27], [28]	2012
Zypern	1.890	[29]	2010
<b>Gesamt (EU-28)</b>	<b>2.500.694</b>		

Abb. 1: Längen öffentlicher Abwasserkanäle in der Europäischen Union

Unter Zugrundelegung eines Arbeitskostenverhältnisses zwischen Deutschland und der Europäischen Union von 1,26 (siehe oben) (vgl. auch [7]) und unter der Annahme, dass die Arbeitskosten (Personalkosten und Kosten für Lohnarbeiten (Subunternehmerleistungen)) in etwa die Hälfte der gesamten Baukosten ausmachen (vgl. [8]), ergibt sich für die öffentliche Kanalisation in der Europäischen Union ein Wiederbeschaffungswert von ca. **2,5 Billionen EUR**.

## Wasserversorgungsleitungen

Laut „Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2015“ [30] wird die Gesamtlänge des Trinkwassernetzes in **Deutschland** auf rund **530.000 km** (ohne Hausanschlussleitungen) geschätzt.

Unter der Annahme, dass die mittleren spezifischen Kosten für die Verlegung von Trinkwasserversorgungsleitungen (300 EUR/m<sup>2</sup>) betragen, ergibt sich ein Wiederbeschaffungswert für das Trinkwassernetz (ohne Hausanschlussleitungen) in Höhe von **159 Mrd. EUR**.

Für die Mitgliedsstaaten der **Europäischen Union (EU-28)** (vgl. [11], [16], [20], [23], [24], [26], [30], [31]) ergibt sich in der Summe eine Netzlänge von ca. **3,6 Mio. km**. Abbildung 2 gibt einen Überblick über diese Schätzung.

EU-Mitgliedsstaat	Gesamtlänge Wasserversorgungsleitungen [km]	Literaturquelle	Jahr der Erhebung
Belgien	101.025	[11]	2008
Bulgarien	70.620	[11]	2008
Dänemark	41.000	[11]	2008
Deutschland	530.000	[30]	2015
Estland	3.200	[11]	2008
Finnland	83.000	[11]	2008
Frankreich	878.000	[11]	2008
Griechenland	79.300	[16]	2013
Irland	5.105	[11]	2008
Italien	322.968	[11]	2004
Kroatien	22.500	[31]	2014
Lettland	3.367	[20]	2014
Litauen	10.945	[11]	2008
Luxemburg	4.600	[11]	2014
Malta	2.042	[11]	2008
Niederlande	115.000	[11]	2009
Österreich	70.000	[11]	2011
Polen	283.000	[23]	2012
Portugal	68.596	[11]	2008
Rumänien	56.000	[24]	2009
Schweden	67.000	[11]	2003
Slowakei	26.227	[11]	2008
Slowenien	44.530	[26]	2013
Spanien	133.200	[11]	2008
Tschechien	72.167	[24]	2008
Ungarn	62.622	[11]	2008
Vereinigtes Königreich	406.000	[11]	2012
Zypern	3.600	[11]	2010
<b>Gesamt (EU-28)</b>	<b>3.565.614</b>		

Abb. 2: Netzlängen von Wasserversorgungsleitungen in der Europäischen Union

Der Wiederbeschaffungswert der Wasserversorgungsleitungen für die Europäischen Union (EU-28) lässt sich dann abschätzen auf ca. **958 Mrd. EUR**. In dieser groben Berechnung wurden die unterschiedlichen Arbeitskosten der EU berücksichtigt (siehe oben).

## Gasleitungen

Das Nieder-, Mittel- und Hochdrucknetz der Gasleitungen weist in Deutschland laut [32] eine Gesamtlänge von **510.000 km** auf. Der Wiederbeschaffungswert des gesamten Gasleitungsnetzes in Deutsch-

<sup>2</sup> Grobe Schätzung des IKT, basierend auf der Annahme, dass die Verlegekosten von Wasserleitungen in etwa 30% der Baukosten von Abwasserleitungen betragen.

land liegt in etwa bei **153 Mrd. EUR**, wenn mittlere spezifische Kosten für die Neuverlegung von 300 EUR/m (vgl. [33]) angesetzt werden.

Die Gasleitungen der **Europäischen Union (EU 27)**<sup>3</sup> werden in [34] mit einer Gesamtlänge von ca. **2,0 Mio. km** angegeben. Der Wiederbeschaffungswert in der EU beträgt nach Schätzung des IKT **546 Mrd. EUR**.

## Fernwärmeleitungen

Die Gesamtlänge der Fernwärmeleitungen beträgt in **Deutschland 25.200 km** (vgl. [32]). Setzt man voraus, dass die mittleren spezifischen Kosten für die Verlegung von Fernwärmeleitungen 660 EUR/m (vgl. [33]) betragen, so ergibt sich ein Wiederbeschaffungswert von **16 Mrd. EUR**.

In der **Europäischen Union (EU-27)**<sup>3</sup> wird die Netzlänge an Fernwärmeleitungen auf ca. **200.000 km** geschätzt (vgl. [35]). Der Wiederbeschaffungswert in der EU kann demnach auf ca. **118 Mrd. EUR** beziffert werden.

Autor: Dipl.-Ing. Thomas Brüggemann (IKT)

- 
- [1] Bandmann, B.: Sicherheitsfragen beim Bau und Betrieb von Verkehrstunneln. Tiefbau-BG/DVR. Suderburg, 02.06.2003. Internetinformationen, abgerufen am 12.09.2016 unter <http://www.efuc.org/old/suderburg03/papers/12-Bandmann.pdf>
  - [2] Brill, L.: Statistik der Eisenbahn-Tunnel in Deutschland. Nürnberg, 2007-2011. Internetinformationen, abgerufen am 12.09.2016 unter <http://www.eisenbahn-tunnel-info.de/inhalt/statistik.html>.
  - [3] BVBS, BAST: Sicherheit geht vor - Straßentunnel in Deutschland. Informationen für Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und Bundesanstalt für Straßenwesen. Mai 2009. Internetinformationen, abgerufen am 12.09.2016 unter [http://www.bast.de/DE/Publikationen/Medien/Dokumente/B-bro-tunnelsicherheit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bast.de/DE/Publikationen/Medien/Dokumente/B-bro-tunnelsicherheit.pdf?__blob=publicationFile)
  - [4] Walther, A.: übliche Tunnelbaukosten. Vergleich von Tunnelbaukosten (Mittelwert für 17 Tunnelbauwerke). Internetinformationen, abgerufen am 12.09.2015 unter [http://www.bahnhof-starnberg.de/Projekt\\_2008/Finanzierung/ubliche\\_Tunnelbaukosten/ubliche\\_tunnelbaukosten.html](http://www.bahnhof-starnberg.de/Projekt_2008/Finanzierung/ubliche_Tunnelbaukosten/ubliche_tunnelbaukosten.html)
  - [5] Internetinformationen, abgerufen am 05.10.2016 unter <http://www.frankfurter-nahverkehrsforum.de/index.php?page=Thread&threadID=10592>
  - [6] eurostat: Statistiken zur Bevölkerung und zum Bevölkerungswachstum. ISSN 2443-8219. Internetinformationen, abgerufen am 12.09.2016 unter [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population\\_and\\_population\\_change\\_statistics/de#Weitere\\_Informationen\\_von\\_Eurostat](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_and_population_change_statistics/de#Weitere_Informationen_von_Eurostat)
  - [7] DEStatis: EU-Vergleich der Arbeitskosten 2015: Deutschland auf Rang acht. Statistisches Bundesamt. Pressemitteilung Nr. 143 vom 26.04.2016. Internetinformationen, abgerufen am 05.10.2016 unter [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/04/PD16\\_143\\_624.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/04/PD16_143_624.html)
  - [8] Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.: Kostenstruktur der Unternehmen des Bauhauptgewerbes 2014 in Deutschland. Stand: 08/2016. Internetinformationen, abgerufen am 05.10.2016 unter <http://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/statistik-anschaulich/struktur/kostenstruktur/>
  - [9] Brombach, B.; Dettmar, J.: Im Spiegel der Statistik: Abwasserkanalisation und Regenwasserbehandlung in Deutschland. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2016 (63), Nr. 3, S. 176 - 184.

---

<sup>3</sup> Über das EU-Neumitglied Kroatien (EU-Beitritt: 01.07.2013) sind in dieser Veröffentlichung keine Informationen vorhanden.

- 
- [10] Berger, C.; Falk, C.; Hetzel, F.; Pinnekamp, J.; Roder, S.; Ruppelt, J.: Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2015. Sonderdruck aus KA Korrespondenz Abwasser, Abfall. 63. Jahrgang, Heft 6/2016.
- [11] EUREAU: EUREAU Statistics Overview on Water and Wastewater in Europe 2008. Country Profiles and European Statistics. European Federation of National Associations of Water & Wastewater. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter <http://www.eureau.org/index.php/reports>
- [12] Infrastruktur in Bulgarien - Zustand, Perspektiven, Projekte, ausgearbeitet für die Infrastrukturkonferenz Südosteuropa der Association of Balkan Chambers, Sofia, 10 November 2009. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [http://bulgarien.ahk.de/fileadmin/ahk\\_bulgarien/Bilder/Infrastruktur\\_Bulgarien.pdf](http://bulgarien.ahk.de/fileadmin/ahk_bulgarien/Bilder/Infrastruktur_Bulgarien.pdf)
- [13] State of Nation 2012, Sektor: Kloakker og spildewand Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [http://www.frinet.dk/media/425936/kloakker\\_spildevand\\_sotn.pdf](http://www.frinet.dk/media/425936/kloakker_spildevand_sotn.pdf)
- [14] Hardt, Folkert: Die Wasserwirtschaft Estlands auf dem Weg in die Europäische Union, Bremen April 2003. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [http://www.unioldenburg.de/fileadmin/user\\_upload/wire/fachgebiete/wipol/download/Wasserwirtschaft\\_Estland.pdf](http://www.unioldenburg.de/fileadmin/user_upload/wire/fachgebiete/wipol/download/Wasserwirtschaft_Estland.pdf)
- [15] Commissariat général au développement durable - Service de l'observation et des statistiques. 2011. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=689754.html>
- [16] Kavoura: Informationen des Abwassernetzbetreibers EYATh per E-Mail vom 04.11.2014.
- [17] Rapporto sulle infrastrutture in Italia: Capitolo 1 – Le Infrastrutture in Italia. 2004. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [http://www.glocus.it/foto/Rapporto%20sulle%20infrastrutture%20in%20Italia%28ANCE%29\\_Capitolo%201.pdf](http://www.glocus.it/foto/Rapporto%20sulle%20infrastrutture%20in%20Italia%28ANCE%29_Capitolo%201.pdf)
- [18] Pauly, T.: Kroatien will 1,6 Mrd. Euro in sein Abwassersystem investieren - Strategie sieht Realisierung bis 2020 vor. Zagreb. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [http://www.bfai.de/ext/Einzelsicht-Export/DE/Content/\\_SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument,templateId=renderPrint/MKT20070522115714.pdf](http://www.bfai.de/ext/Einzelsicht-Export/DE/Content/_SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument,templateId=renderPrint/MKT20070522115714.pdf)
- [19] Kanalnetzlänge Luxemburg: 3.400 km, IKT-Schätzung anhand des Anschlussgrades eines vergleichbaren Staates (hier: Deutschland 0,0069 km Länge / EW)
- [20] Gulbe, B.: EU funding in water sector Latvia - results, lessons learned, future. Latvian water and wastewater works association. Internetinformationen, abgerufen am 05.11.2014 unter [http://www.evel.ee/File/Ettekanded%20\(6\).pdf](http://www.evel.ee/File/Ettekanded%20(6).pdf)
- [21] RIONED: Riool in Cijfers. 2009 - 2010. Sichtung Rioned. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/24007/\\_6\\_\\_riool\\_in\\_cijfers\\_2009\\_-\\_2010\\_\\_stichting\\_rioned\\_\\_2009.pdf](https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/24007/_6__riool_in_cijfers_2009_-_2010__stichting_rioned__2009.pdf).
- [22] Fenzl, R.: Im Spiegel der Statistik: Die öffentliche Kanalisation in Österreich. Mater-Projektarbeit. Technische Universität Graz. Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau. März 2011. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [www.publicconsulting.at/uploads/die\\_kanalisation\\_in\\_oesterreich.pdf](http://www.publicconsulting.at/uploads/die_kanalisation_in_oesterreich.pdf)
- [23] Główny Urząd Statystyczny: Infrastruktura Komunalna 2012 R., Warszawa 2013.
- [24] Kunze, C.; Lenk, T.: Modernising Municipal Infrastructure in Central and Eastern Europe in the context of EU Environmental Policy. 23. Leipziger Weltwirtschaftsseminar. November, 2009. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter [https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-24550\\_19.pdf](https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-24550_19.pdf)
- [25] Hollos, B.M.: Privatisierung und Liberalisierung öffentlicher Dienstleistungen in der EU-15: Wasser und Abwasser. Österreichische Gesellschaft für Politikberatung und Politikentwicklung. Wien, September 2003. Internetinformationen, abgerufen am 04.11.2014 unter <http://www.politikberatung.or.at/uploads/media/WasserundAbwasser.pdf>
- [26] Statistical Office of the Republic of Slovenia, 2013. Internetinformationen, abgerufen am 05.11.2014 unter <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>
- [27] Department for Environment, Food and Rural Affairs: Waste water treatment in the United Kingdom – 2012, Implementation of the European Union Urban Waste Water Treatment Directive – 91/271/EEC. Internetinformationen, abgerufen am 05.11.2014 unter [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/69592/pb13811-waste-water-2012.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69592/pb13811-waste-water-2012.pdf)
- [28] nidirekt government services: Sewerage Services. Internetinformationen, abgerufen am 05.11.2014 unter <http://www.nidirect.gov.uk/sewerage-services>
- [29] Eliades, P.: Sewerage Systems in Cyprus - National Implementation Programme Directive 91/271/EEC for the treatment of Urban Waste Water. Water Treatment – Sewage. Spanish – Cypriot Partnering Event. Hilton Hotel, Nicosia, 15 March

2010.  
Internetinformationen, abgerufen am 05.11.2014 unter  
[http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/398CA2884255BE8EC225770400304A39/\\$file/Sewerage\\_Schemes\\_eng.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/398CA2884255BE8EC225770400304A39/$file/Sewerage_Schemes_eng.pdf)
- [30] ATT/BDEW/DBVW/DVGW/DWA/VKU: Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2015. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e. V. (ATT), Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW), Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e. V. (DBVW), Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein (DVGW), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU). Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 2015.  
Internetinformationen, abgerufen am 05.11.2014 unter  
[https://www.bdew.de/internet.nsf/res/1EF08743E7477878C1257E1200438C17/\\$file/Branchenbild\\_Wasserwirtschaft\\_2015.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/res/1EF08743E7477878C1257E1200438C17/$file/Branchenbild_Wasserwirtschaft_2015.pdf)
- [31] Netzlänge der Wasserversorgungsleitungen Kroatien: 22.500 km, IKT-schätzung anhand des Anschlussgrades eines vergleichbaren Staates (hier: Italien: 322.968 km/59,83 Mio. EW =0,0053 km Länge / EW), bezogen auf die Einwohnerzahl Kroatiens (hier: 4,353 Mio. EW in 2013).
- [32] BDEW: Energiemarkt Deutschland: Zahlen und Fakten zur Gas-, Strom- und Fernwärmeversorgung, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Sommer 2014.  
Internetinformationen, abgerufen am 05.09.2016 unter  
[https://www.bdew.de/internet.nsf/id/bdew-energiemarkt-deutschland-2014-de/\\$file/bdew\\_energiemarkt\\_DIN\\_lang\\_2014\\_D\\_09.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/bdew-energiemarkt-deutschland-2014-de/$file/bdew_energiemarkt_DIN_lang_2014_D_09.pdf)
- [33] IKT: Grobe Schätzung des IKT unter Einbeziehung folgenden Dokumentes:  
Hensel, P.: Optimierung des Ausbaus von Nah- und Fernwärmenetzen unter Berücksichtigung eines bestehenden Gasnetzes. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.) der Universität Paderborn. Paderborn, im Juni 2013.
- [34] European Commission Directorate-General Environment: Assessing the case for the EU legislation on the safety of pipelines and the possible impacts of such an initiative. Final Report. ENV.G. 1/FRA/2006/0073, December 2011.  
Internetinformationen, abgerufen am 05.09.2016 unter  
[http://ec.europa.eu/environment/seveso/pdf/study\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/seveso/pdf/study_report.pdf)
- [35] Heat Roadmap Europe 2050, Study for the EUR-27. Aalborg University, Halmstad University, PlanEnergi, Euroheat&Power. 2011.  
Internetinformationen, abgerufen am 05.09.2016 unter  
<https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2016/04/Heat-Roadmap-Europe-I-2012.pdf>