

Schriftenreihe aus dem
Institut für Rohrleitungsbau
Oldenburg



Band 47

ROHRE UND KABEL – LEITUNGEN FÜR EINE MODERNE INFRASTRUKTUR

Tagungsband zum 34. Oldenburger Rohrleitungsforum

Wir klären das.

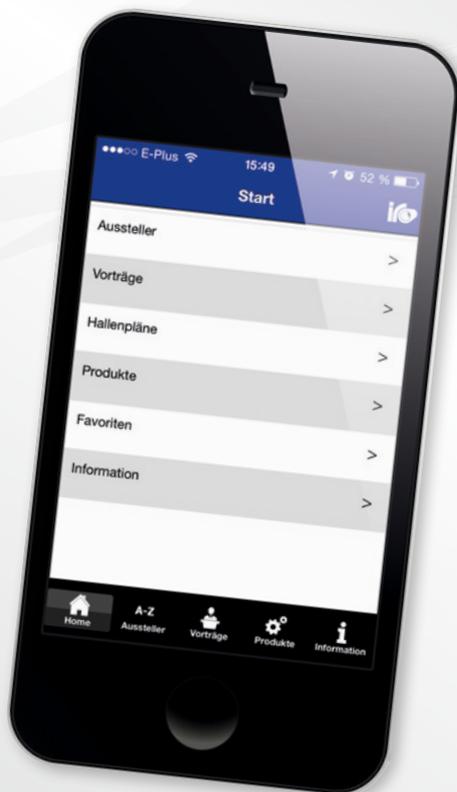
Ob Planungen, Bau und Betrieb von Abwasseranlagen, Inspektion und Sanierung von Kanalnetzen, Entsorgung von Klärschlamm oder energetische Verwertung von Reststoffen: hanseWasser ist das Abwasserunternehmen für die Region. Durch unsere jahrzehntelange Erfahrung können wir Kommunen, Industrie und Gewerbebetrieben maßgeschneiderte Konzepte anbieten, die sicher, umweltgerecht und wirtschaftlich sind.

34. Oldenburger Rohrleitungsforum 2020

Jetzt downloaden: iro-App

Alle Aussteller, Hallenpläne, Themenblöcke, Vorträge und Referenten auf einen Blick!

Das Werkzeug für zwei erfolgreiche Tage in Oldenburg!





34. Oldenburger Rohrleitungsforum 2020

„Rohre und Kabel – Leitungen für eine
moderne Infrastruktur“

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über **www.dnb.de** abrufbar.

*34. Oldenburger Rohrleitungsforum 2020
Tagungsband*

978-3-8027-2898-3 (Print)

978-3-8027-2899-0 (eBook)

© 2020 Vulkan-Verlag GmbH

Friedrich-Ebert-Straße 55, 45127 Essen, Deutschland
Telefon: 0201 82002-0, Internet: www.vulkan-verlag.de
Kontakt: Nico Hülsdau, n.huelsdau@vulkan-verlag.de

Druck: Druckerei Chmielorz GmbH, Wiesbaden

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Inhaltsverzeichnis

Eröffnung	17
Smart City – Vernetzte Zukunft auch für Versorgungsnetze?	18
<i>Prof. Dr.-Ing. Rainer Schwerdhelm</i>	
I Rohre und Kabel – Leitungen für eine moderne Infrastruktur	25
1 Kabelleitungsbau – eine integrale Zusammenarbeit für den Breitbandausbau	25
Entwicklung des Breitbandausbaus in Niedersachsen *	
<i>Wilfried Konnemann</i>	
Die gemeinsame Verlegung – ein Versprechen an die Kommunen	26
<i>Dipl.-Ing. Olaf Sonnenschein</i>	
Praxisbeispiele für Kostenregelungen bei gemeinsamer Verlegung	30
<i>Max Briese, M.Eng.</i>	
2 Breitbandausbau – eine Herausforderung	37
Gesetze und Regelwerke für den Breitbandausbau	38
<i>Dr. Mirko Paschke</i>	
Breitbandausbau – eine Herausforderung – Schneller Ausbau vs. Qualität im Ausbau	47
<i>Dipl.-Ing. Hartmut Wegener</i>	
Qualifizierung von Personal im Breitbandausbau *	
<i>Dipl.-Ing. Mario Jahn</i>	

* Der Beitrag lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

3	Innovative Bettungsverfahren für Höchstspannungs-Erdkabeltrassen	51
	Boden- und Ressourcenschutz beim Bau von erdverlegten Höchstspannungs- leitungen	52
	<i>Prof. Dr.-Ing. Jörg Bartels</i>	
	Experimentelle Untersuchungen und Berechnungen zur Erwärmung erdverlegter Kabel in Unterquerungen	65
	<i>Prof. Dr.-Ing. Ralf-Dieter Rogler, Dipl.-Ing. (FH) Carsten Loth</i>	
	Boden vs. Fels – Einfluss des Baugrunds auf die Bemessung der Kabelbettung .	77
	<i>Prof. Dr. Ingo Sass, Maximilian Eckhardt, M.Sc., Markus Schedel, M.Sc.</i>	
4	Erdkabelverlegung mit Mehrfachpflugtechnik	87
	Ausgangskriterien für den Einsatz der Mehrfach-Rohrpflugtechnologie in 380-kV-Hochspannungserdkabelanlagen	88
	<i>Dr. Ralf Schneider</i>	
	Erdkabelverlegung mit Mehrfachpflugtechnik – Aufbau und Funktionsweise des Mehrfachpfluges	99
	<i>Frank Föckersperger</i>	
	Mehrfachpflugtechnik – Unterschiede zur offenen Verlegung und Umriss der Tiefbaumaßnahme	104
	<i>Mariusz Frankowski</i>	
5	Leitungen für eine moderne Infrastruktur	113
	Höchste Spannung bei Ausführungsplanung und Bau von Übertragungsnetzen .	114
	<i>Dr. Dipl.-Geol. Frank Krögel</i>	
	Neue und weiterentwickelte Möglichkeiten bei der Nutzung von Flüssigböden unter besonderer Sicht auf den Kabelleitungsbau	123
	<i>Dipl.-Ing. (TU) Olaf Stolzenburg</i>	
	Glasfasernetze in Deutschland – Zum Ausbaustand sowie Netz- und Verlegetechnik	149
	<i>Dipl.-Ing. (TU) Ludger Wehr</i>	
6	Herausforderungen beim Bau von Höchstspannungs-Erdkabeltrassen	159
	Beeinflussungen bei der bautechnischen Umsetzung langer Erdkabelprojekte am Beispiel ALEGrO	160
	<i>Dr.-Ing. Jan Brüggmann</i>	

HDDs und Sonderlösungen – Projekt Suedlink	164
<i>Dipl.-Ing. Wolfgang Kuhn</i>	
Sonderbauwerk Elbtunnel SuedLink sowie Innovationen zum Einpfügen von Schutzrohren/Kabelsystemen	167
<i>Dipl.-Ing. Ingo Koch</i>	
7 Brennpunkt Kabel und Rohre in Küstennähe	173
Wie tief ist tief genug? Herausforderungen bei der Onshoreverlegung von Kabeltrassen und Pipelines	174
<i>Dipl.-Ing. Carsten Weid</i>	
Technische Herausforderungen bei Seekabelinstallationen im Nearshorebereich	178
<i>Dipl.-Ing. Dierk Neuhaus</i>	
NORPIPE – Rohrleitungssanierung am Landfall Juist	189
<i>Dipl.-Ing. Achim Birk</i>	
II Aktuelles vom Rohrleitungsmarkt	201
A Rohrmaterialien und Zubehör	201
1 Gussrohrsysteme	201
Sicherung einer dauerhaft hohen Trinkwasserqualität durch die Trennung des Trink- und Löschwassernetzes am Stuttgarter Flughafen	202
<i>Dipl.-Ing. (FH) Richard Raith</i>	
Nachweis der Wurzelfestigkeit – Von Versuchen zu einem Prüfverfahren *	
<i>Dipl.-Ing. Christoph Bennerscheidt</i>	
Interimsleitungen aus duktilen Gussrohren – Planung, Bau und Betriebs- erfahrungen der Berliner Wasserbetriebe	213
<i>Dipl.-Ing. Michael Schneider</i>	

* Der Beitrag lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

2	Steinzeugrohre	219
	Ressourcenschonender Rohrvortrieb mit KERA.Drive-Vortriebsrohren – Bauvorhaben Duisburg, Ackerstraße, unterirdische Erneuerung von Abwasserkanälen im Mikrotunnelbau mit Schneckenförderung mit Steinzeug- Vortriebsrohren	220
	<i>Dipl.-Ing. Albert Römer-Schmidt</i>	
	Klimanotstand! Steinzeug als klimafreundliche Alternative – Nachhaltiges Bauen mit grabenlosen Technologien und Steinzeug-Rohren	226
	<i>Marc-Georg Pater, M.Sc.</i>	
	SYSTEM.iX – Die neue Generation Steinzeugrohre im Praxiseinsatz	238
	<i>Udo Wombacher</i>	
3	Stahlrohre für die Energiewende	243
	Anwendung des Laserstrahlschweißens für Baustellenschweißungen – Prüfung der Schweißnähte mit dem EMAT-Verfahren	244
	<i>Georg Trenscht, B.Eng., Dr. Hans-Jürgen Kocks, Prof. Dr.-Ing. Steffen Keitel</i>	
	Energiewende mit Wasserstoffrohren: Mannesmann „H2Ready“ und Umstellung existierender Erdgasnetze der Gasunie	251
	<i>Dr.-Ing. Holger Brauer, Ing. Otto Jan Huising, Manuel Simm, Dr. Elke Wanzenberg, Marco Henel</i>	
	E-Power Pipe® von Herrenknecht: Die Rohr- und Verfahrensinnovation für Stromübertragungsnetze	276
	<i>Thomas Kernchen, Stephan Maier, Dr. Marc Peters</i>	
4	Kunststoffrohrsysteme – Lösungen für eine leistungsstarke Infrastruktur	283
	Digitalisierung am und im Rohrleitungsgraben – Ein Überblick über Trends, verfügbare Lösungen und Ausblick	284
	<i>Dipl.-Betriebswirt (BA) Erko Luck</i>	
	Kabelschutzrohre im Zeichen der Energiewende	289
	<i>Dipl.-Ing. Klaus Hilchenbach</i>	
	Es geht auch grabenlos – Westnetz realisiert erste HDD-Verlegung von Polyamid12-Gasleitungen in Beckum (Westfalen)	297
	<i>Dipl.-Ing. Oliver Denz, Marco Zerbin</i>	

5	Betonrohre	305
	Betontechnologische Innovationen und Auswirkungen auf das Produkt- und Anwendungsportfolio	306
	<i>Kevin Keils, MBA</i>	
	Arbeitsblatt DWA A-139 aus März 2019 – Einbau und Prüfung von Beton- und Stahlbetonkanälen	310
	<i>Dipl.-Ing. Erich Valtwies</i>	
B	Grabenloses Bauen	319
1	Grabenlose Verlegetechniken I	319
	Anforderung an die zusätzliche GFK-Rohrbeschichtung und GFK-Schweißnahtbeschichtung bei der grabenlosen Verlegung von PE-ummantelten Stahlleitungen	320
	<i>Stefan Wittke</i>	
	HDD-Bohrungen für die 56-Zoll-Gaspipeline EUGAL – eine besondere Dimension	330
	<i>Dipl.-Ing. Mohammad Alikab, Julian Hirsch, B.Sc.</i>	
	Horizontalbohrtechnik im Einsatz: Anlandung von Kabelleerrohren auf Norderney für das Offshore-Netzanbindungssystem DoIWin6	339
	<i>Simon Herrenknecht, B.Eng., Dipl.-Ing. (FH) Timo Mücke</i>	
2	Grabenlose Verlegetechniken II	351
	Holland in Not – schwierige Kabelschutzrohr-Anlandungen an der niederlän- dischen Küste	352
	<i>Dipl.-Ing. (FH) Thomas Winkler</i>	
	Horizontal directional drilling with forward pipeline installation	366
	<i>Dr. Henk Kruse, Ir. Jorn Stoelinga</i>	
	Entsorgungskonzept Bohrschlamm Entsorgung – Ein Praxisbeispiel aus Bayern .	377
	<i>Dr. Gregor Silvers</i>	

3	Grabenlose Bauverfahren – sicher und wirtschaftlich – aktuelle Informationen pro NO DIG	385
	Permanentes Monitoring von UV-Strahlern als Voraussetzung der kontrollierten, gesteuerten Aushärtung großer Liner-Durchmesser mit hohen Wanddicken	386
	<i>Dipl.-Kfm. Christian Noll</i>	
	Erfahrungen mit Kabel im Kanal der Technischen Werke Burscheid AöR	395
	<i>Frank Werner Grauvogel</i>	
	Digitalisierung im HDD-Verfahren – Möglichkeiten und Chancen für eine moderne Infrastruktur	398
	<i>Manuel Pohl</i>	
C	Managementsysteme, Digitalisierung und Regelwerke	407
1	Innovative Technologien für das Asset-Management von Leitungsinfrastrukturen	407
	Risikomanagement/-bewertung – Ansatz zur Abbildung von Risiken bei kritischen Infrastrukturen	408
	<i>Dr. Heiko Spitzer</i>	
	Inspektion von Leitungsnetzen mit Drohnen und Integration ins Asset Management	415
	<i>Dipl.-Ing. Carsten Heilenkötter, Dipl.-Ing. Thomas Weimar</i>	
	Augmented Reality in der Anlageninspektion	418
	<i>Dipl.-Ing. Timo Bureck</i>	
2	Digitalisierung in der Versorgungswirtschaft	423
	Chancen aus dem Geodatenmanagement für ein Versorgungsunternehmen	424
	<i>Dipl.-Ing. Bernd Heyen</i>	
	Digitale Transformation im Bereich der Versorgungsleitungen – Durchgängiger Datenfluss über alle Projektphasen	437
	<i>Dipl.-Ing. Daniel Ballnus, John Schöffel</i>	
	Application of artificial neural network in predictive maintenance strategies for district heating networks – A review of neural network architectures in predictive maintenance	442
	<i>Pakdad Pourbozorgi Langroudi, M.Sc., Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich</i>	

3	Digitalisierung und BIM im Leitungsbau	451
	Digitale Anforderungen aus Sicht der Netzbetreiber	452
	<i>Dipl.-Ing. (FH) Mike Böge</i>	
	Worauf kommt es bei BIM im Leitungsbau an? – Bericht aus dem GSTT/ rbv-AK „Digitalisierung und BIM im Leitungsbau“	456
	<i>Dipl.-Ing. (TH) Tino Flach</i>	
	Erfahrungen und Möglichkeiten mit digitalen Bauprozessen in der Praxis *	
	<i>Dr.-Ing. Daniel Krause</i>	
4	Klimawandel/Klimaanpassungsstrategien	465
	Vorgehensweise zur Klimaanpassung und Überflutungsschutz in Niedersachsen/Hannover	466
	<i>Dr. Hans-Otto Weusthoff</i>	
	Zeitlich und räumlich hochaufgelöste Niederschlagsdaten für das Monitoring und die Analyse von Starkregenereignissen – Ein Beispiel für Wasserwirtschaft 4.0	473
	<i>Dr. Carmen Friese, Dr. Stefan Krämer, Stephan Bäcker</i>	
	Betriebserfahrungen mit dem AIS – Auskunfts- und Informationssystem zur Starkregenvorsorge in Bremen	483
	<i>Dipl.-Ing. Katharina Thielking</i>	
5	Asset-Management von Trinkwassernetzen – von den Daten zur Entscheidung	489
	Das digitale Abbild von Trinkwassernetzen als Basis eines erfolgreichen Asset-Managements	490
	<i>Dipl.-Ing. (FH) Mike Beck</i>	
	Einführung eines Asset-Management-Tools für das Trinkwassernetz beim OOWV	495
	<i>Wirtsch.-Ing. Julian Hienen, B.Eng.</i>	
	Altes Netz und neue Anforderungen – Asset-Management in der Zielnetzplanung für eine wachsende Region	500
	<i>Dipl.-Ing. Stephan Schumüller</i>	

* Der Beitrag lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

D	Planen, Bauen, Betreiben und Sanieren von Rohrleitungssystemen	509
1	Querungen auf Bahngelände	509
	Querungen auf Bahngelände.....	510
	<i>Dipl.-Ing. Jan Lange, Dipl.-Ing. Ina Gericke, Christian Evers, MBA</i>	
2	Tunnel unterm Tunnel (Altonaer Deckel)	521
	Planung des Altonaer Deckel	522
	<i>Dipl.-Ing. Ulrich Krentz</i>	
	Vertragsgestaltungen – Gründung von Einkaufsgemeinschaften und GbRs – Ausschreibung und Planung von koordiniertem Leitungsbau innerstädtischer Großprojekte	529
	<i>Roland Stutzki</i>	
	Bau von sechs Medientunneln	538
	<i>Gregor Knobloch, M.Sc.</i>	
3	Strategische Kanalnetzsanierung	547
	Best-Practice-Profile für strategische Kanalnetzsanierung	548
	<i>Dr.-Ing. Torsten Franz, Dipl.-Oec. Filip Bertzbach</i>	
	Standardisierung der Substanzklassifizierung von Kanalnetzen – Vorstellung des FuE-Projekts SubKansS	553
	<i>Dipl.-Ing. Ralph Zwafink</i>	
	Monitoring der Kanalnetzsanierungsstrategie bei hanseWasser mit Hilfe des STATUS Cockpit	562
	<i>Friederike Löser, M.Eng.</i>	
E	Korrosionsschutz, Fernwärme, Schweißtechnik	571
1	Erfahrungen mit KKS-Online-Überwachungssystemen	571
	Das DVGW-Forschungsprojekt zur KKS-Online-Überwachung.....	572
	<i>Dr. rer. nat. Hans-Jürgen Kocks</i>	
	Praxiserfahrungen mit dem KKS-Online-Überwachungssystem SmartKKS.....	584
	<i>Dipl.-Phys. Rainer Deiss</i>	

	Praxiserfahrungen mit dem KKS-Online-Überwachungssystem PipeMon+ – Ergebnisse im Rahmen des DVGW-Forschungsprojektes „KKS-Online-überwachung“	591
	<i>Dipl.-Ing. Hans-Willy Theilmeier-Aldehoff</i>	
2	Fernwärme	607
	Bauwerkseinführungen von gedämmten Rohrleitungen – Vermeidung von Bauschäden durch fachgerechte Produktauswahl und Montage	608
	<i>Dipl.-Betriebswirt Frank Hellmann</i>	
	Fernwärmehauptleitung DN 400 zum Anschluss der Müllverbrennungsanlage in Hannover-Lahe	617
	<i>Dipl.-Ing. Christoph Blume</i>	
	In der Hausstation integrierte Absorptionswärmepumpen zur Absenkung der Fernwärmenetzrücklauftemperatur	623
	<i>Dr.-Ing. Fang Yang</i>	
3	Schweißtechnik	633
	Prüfung von HF-geschweißten Stahlrohren für werkmäßig gedämmte Kunststoffmantelrohre und Formstücke	634
	<i>Dipl.-Ing. Ingo Wolf, Dipl.-Ing. Elke Epperlein</i>	
	Schweißen von gewickelten Großrohren am Beispiel Tiefbahnhof Stuttgart 21 und Hauptsammler Ingolstadt	648
	<i>Dipl.-Ing. (FH) Matthias Haese</i>	
	EMUS-Prüfung als Alternative und Ergänzung zur Wirbelstromprüfung von Hochtemperatur-Rohrleitungen	654
	<i>Dr.-Ing. Bernd Heutling, Achim Uebrig</i>	
F	Wasserstoff – Energieträger mit Potenzial	669
1	Integration des Energieträgers Wasserstoff in die Gasinfrastruktur ...	669
	Strategische Einsichten aus aktuellen Studien zur Zukunft der Gasinfrastruktur mit Wasserstoff	670
	<i>Dr.-Ing. Ulrich Bünger, M.Sc.</i>	
	ELEMENT EINS als eine infrastrukturelle Sektorkopplung zwischen Strom und Gas	684
	<i>Dr. Alexander Heim, Dr. Carsten Leder, Ksenia Berezina, LL.M.Oec., Dr. Friedrich Kunz</i>	

H ₂ -Tauglichkeit des Ferngasnetzes der Open Grid Europe – Status, erforderliche Anpassungen und Fahrplan zur Umsetzung	689
<i>Dr. Daniel S. Bick, Dr. Arnd Schmücker</i>	
2 Wasserstoff in Hochdruckleitungen – Sicherheitsfragen	695
Nutzung von bestehenden Pipelines für den Transport von Wasserstoff	696
<i>Dr.-Ing. Ulrich Marewski, Dipl.-Ing. Christian Engel, Dr.-Ing. Michael Steiner</i>	
Künftige Zustandsbewertung von H ₂ -führenden Hochdruckleitungen	711
<i>Dr.-Ing. Albert Großmann</i>	
Notfallmanagement von EVU, insbesondere bei zukünftig erhöhten Wasserstoffkonzentrationen	719
<i>Dr.-Ing. habil. Steffen Päßler</i>	
3 Wasserstoff-Prozentrechnung – Umwidmung von bestehenden Erdgasanlagen	727
Wasserstoff-Prozentrechnung – Formale Sicherheit, Regelwerk und Abnahme – Wie geht man rechtssicher in den Betrieb?	728
<i>Dipl.-Ing. Guntram Schnotz</i>	
Werkstoffverhalten mit Wasserstoff, Eignung – GDRMA für Wasserstoff oder Erdgas-Wasserstoff-Gemische	731
<i>Dr. Hartmut Neumann</i>	
Qualifikation von Mitarbeitern im Bereich H ₂ *	
<i>Dipl.-Ing. (Univ.) Tom Elliger</i>	
4 Wasserstoffeinspeisung in das Erdgasnetz *	
Errichtung und Betrieb der Wasserstofferzeugungsanlage Prenzlau *	
<i>Sven Pyka</i>	
Errichtung und Betrieb der Wasserstoffeinspeiseanlage Prenzlau *	
<i>Andreas Raschke</i>	
Autorenverzeichnis	736
Moderatorenverzeichnis	744
Inserentenverzeichnis	7' €

* Der Beitrag lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Liebe Freunde des Oldenburger Rohrleitungsforums,



mit dem 34. Oldenburger Rohrleitungsforum wurde erstmals der Kabelleitungsbau gleichrangig mit dem Rohrleitungsbau in den Mittelpunkt der Veranstaltung platziert. Dem auch durch die Energiewende ausgelösten intensiven Ausbau der Stromnetze und insbesondere durch die Planung und den Bau der großen Stromtrassen von Nord nach Süd Deutschland sowie deren Abzweiger ist geschuldet, dass viele Bauunternehmer mit ihrer jahrzehntelangen Tiefbauerfahrung aus dem erdverlegten Rohrleitungsbau mittlerweile in dem Bau von Stromtrassen eingebunden sind. Somit ist auf dem Forum Gelegenheit, die Gemeinsamkeiten, aber eben auch die Besonderheiten des Kabelleitungsbaus im Vergleich zum Rohrleitungsbau herauszuarbeiten und zu diskutieren.

Mit dem Leitthema

„Rohre und Kabel – Leitungen für eine moderne Infrastruktur“

wird dieses Forum konsequent an die Umsetzung der Beschlüsse aus den Arbeitsgruppen zum Strategieprozess „iro 2030“ gekoppelt. Mit der Aufnahme des Themenfeldes Kabelleitungsbau in das Portfolio des Instituts wird mit der Realisierung der erarbeiteten Ziele des Instituts im dritten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends begonnen.

An herausragender Stelle steht auch das Themenfeld Wasserstoff, wird es doch in etlichen Vorträgen in diesem Jahr in Oldenburg bearbeitet. Der Wasserstoff wie auch andere Themen aus dem Umkreis der Rohrleitungen – wie in jedem Jahr werden die klassischen Themen rund um die Rohrleitung nicht fehlen – bereichern das 34. Oldenburger Rohrleitungsforum und machen diese Veranstaltung zu einer der attraktivsten und facettenreichsten Veranstaltung der Branche.

Wie in jedem Jahr so auch in diesem ist dem Vulkan-Verlag für die Kooperation bei der Erstellung und für die gelungene Gestaltung dieses hochwertigen Tagungsbandes zu danken.



Prof. Dipl.-Ing. Thomas Wegener

Profis für die Baustelle



Eröffnung

Smart City

Vernetzte Zukunft auch für Versorgungsnetze?

Von Rainer Schwerdhelm

1 Einleitung

In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, was die Idee einer Smart City für die Versorgungsnetze und ihre Betreiber bedeuten kann. Hierfür werden die Charakteristika eines vernetzten Netzes in einen Vergleich zu bisher üblichen Versorgungsnetzen gestellt.

Es ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, Herausforderungen und Risiken, welche nicht im Detail, aber doch als Überschrift angerissen werden. So wird ein Ausblick möglich, welcher die nähere Zukunft beschreiben kann.

2 Definition einer Smart City

Eine Smart City unterliegt keiner streng formulierten Definition, sondern es handelt sich vielmehr um einen Begriff, der viele moderne, IT-basierte Ideen für die Städte von morgen subsummiert.

Das Wort „smart“ kommt aus dem Englischen und bedeutet soviel wie „gewitzt, intelligent, einfallsreich ...“. Es handelt sich hier also um eine Stadt, die aufgrund ihrer inneren Struktur „schlauer“ ist als eine „normale“ Stadt.

Die Intelligenz einer Smart City gründet sich darauf, dass ihre einzelnen Elemente digital miteinander vernetzt sind, so dass durch den Informationsaustausch und die folgende Informationsverarbeitung die physischen Ströme besser gelenkt und ausgenutzt werden können. Der Ressourceneinsatz zur Versorgung der Stadt und ihrer Einwohner soll auf diese Weise verringert und die Umwelt geschont werden.

Jedes Element einer Smart City wird so zu einem Teil des IoT (Internet-of-Things) und kann mit anderen Elementen der Stadt kommunizieren.

Auf diese Weise gelingt auch ein besseres Miteinander der Einwohner einer Smart City, da sich diese nun in den unterschiedlichsten Gruppen formieren können um das Potenzial einer Stadt optimal zu nutzen.

3 Vernetzte Netze

Was bedeutet nun die Vernetzung der einzelnen Teilelemente einer Smart City für ein Versorgungsnetz und den Netzbetreiber? Der Netzbetreiber hat doch seine Elemente schon auftragsgemäß vernetzt und digital erfasst - und jetzt kommt noch eine weitere Vernetzung dazu?

Die folgenden zwei Abbildungen verdeutlichen den Unterschied:



Abbildung 1: Konventionelle Verteilung



Abbildung 2: Vernetzte Verteilung

Während das konventionelle Netz einen Strom eines gewissen Gutes vom Versorger zu den Verbrauchern herstellt und dieser Strom physikalisch über das Versorgungsnetz realisiert wird, zeigt das zweite Bild andere Verhältnisse. Hier gibt der Versorger ebenfalls sein Gut an die Verbraucher ab, aber diese können dieses Gut speichern, untereinander austauschen und gegebenenfalls an den Versorger zur weiteren Verteilung zurückreichen. Unter gewissen Voraussetzungen kann der Verbraucher das Gut auch selbst erzeugen und in den Umlauf bringen.

In der zweiten Abbildung wird deutlich, dass sich hier vielfältige Möglichkeiten realisierbarer Stoff- und Informationsströme anbieten. Die Einwohner versorgen sich nun teilweise gegenseitig und der Versorger ist etwas kleiner geworden.

Es wird bei weiterem Nachdenken aber auch deutlich, dass diese zweite Abbildung nicht die vollständige Wahrheit zeigen kann, denn schon hier müssen zwei Stoffströme gesondert betrachtet werden.

Dies ist zuerst das Trinkwasser. Trinkwasser wird bisher vom Versorger zu den Verbrauchern geleitet. Es wird bei allen Neuerungen, welche erdacht werden können, mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht dazu kommen, dass der Verbraucher Trinkwasser wieder zum Versorger zurückleitet oder an seinen Nachbarn weiterreicht. Es ist im deutschen Lebensmittelgesetz auch aus gutem Grund untersagt, eine einmal gekaufte Wurstscheibe über die Ladentheke wieder zurückzureichen, weil man sie nicht verzehrt hat und andere Menschen diese Wurstscheibe vielleicht besser gebrauchen könnten. Da Trinkwasser unter die rechtlichen Be-

stimmungen des Hygienegesetzes fällt, wird allein schon aus diesem Grund eine netzartige Verteilung des Wassers wie im zweiten Bild gezeigt nahezu unmöglich sein.

Ganz konkret: es wird nicht so sein, dass mein Nachbar Regenwasser auffängt, es nach eigenem Gutdünken aufbereitet und dann in das allgemeine Versorgungsnetz einspeisen darf.

Die zweite Ausnahme bildet das Schmutzwasserentsorgungssystem. Zum einen gibt es dort physikalische Hinderungsgründe, denn ein Abwassersystem wird überwiegend als Freigefälle-netz ausgebildet, so dass hier eine Rückrichtung nicht existiert: das Wasser fließt eben nur bergab. Weiterhin sind kaum Szenarien vorstellbar, in welchen das Schmutzwasser von irgendwem zu irgendeinem Zweck noch einmal gebraucht und angefordert wird. Selbst der Fall, dass gereinigtes Schmutzwasser wieder in den Wasserkreislauf zurück gespeist wird, wie es in einigen ariden Gebieten durchaus praktiziert wird, ist für mitteleuropäische Verhältnisse in näherer Zukunft im großen Maßstab eher nicht realisierbar und würde dann aber auch wieder in den Aufgabenbereich des zentralen Versorgers fallen.

Vor diesem Hintergrund werden Wasser und Abwasser im Netz einer Smart City in weiten Bereichen ihren konventionellen Weg nehmen, da diese Stoffe nicht beliebig verschoben werden können und dürfen.

Es verbleiben im Wesentlichen die folgenden Stoff- und Energieströme: Daten, Strom und Gase können durch das vorhandene Leitungsnetz durchaus in beide Richtungen verschoben werden, wenn der entsprechende Bedarf vorhanden ist.

4 Herausforderungen

Die Idee von smarten Netzen zieht verschiedene Herausforderungen nach sich, welche im Folgenden näher betrachtet werden sollen.

4.1 Abrechnung

Da die Stoffströme, welche in einem smarten Netz bewegt werden, auch immer einen monetären Gegenwert haben, muss der damit zusammenhängende finanzielle Strom datentechnisch nachgeführt werden. Jeder Energieübertrag, jede Speicherung, jeder Verbrauch muss dokumentiert und pekuniär definiert werden. Da der Wert eines Stromes zeitlich durchaus unterschiedlich sein kann – dies ist zum Beispiel so bei der kurzfristigen Verfügbarkeit von Strom zur Abdeckung von Bedarfsspitzen - muss das System, welches die Abrechnung dieser Stoffströme managt, mit zeitlich variablen Einheitspreisen hinterlegt sein. Weiterhin ist es so, dass jeder physikalische Strom beim Transport oder bei der Speicherung mit gewissen Verlusten behaftet ist, sodass definiert werden muss, wem diese Verluste, welche auch einen finanziellen Verlust darstellen, zugeordnet werden müssen.

Des Weiteren ist es so, dass jede finanzielle Transaktion letztendlich dem Finanzamt offengelegt und begründet werden muss. Hier ist es also erforderlich, den kompletten finanziellen Strom in das System der Finanzadministration zu spiegeln, so dass die Berechnung der Steuern und

Abgaben zur Zufriedenheit aller erledigt werden kann. Auf diese Weise entsteht aus dem digitalen Zwilling ein digitaler Vierling. Seine Pflege ist aufwändig.

4.2 Kundenanlage

Das Abgeben von Energie an einen Nachbarn darf nach § 3 Nr. 24a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) nur innerhalb eines recht kleinen, räumlich zusammengehörenden Gebietes erfolgen, sodass ein unverfälschter und wirksamer Wettbewerb bei der Versorgung mit Elektrizität und Gas weiterhin möglich ist. Die gelieferten Energiemengen sollen nach EnWG daher „unbedeutend“ sein. Nach aktuellem Kenntnisstand begrenzt dies den Energieaustausch innerhalb eines Quartiers auf schätzungsweise 400 Wohneinheiten. Ein stadtübergreifender Austausch von Energie ist bei räumlich verteilten Produzenten und Nutzern im EnWG nicht vorgesehen.

Diese Problematik bestimmt auch die Diskussion des hier in Oldenburg geplanten energetischen Nachbarschaft Quartiers (ENaQ) auf dem Gelände des ehemaligen Fliegerhorstes. Es hat sich als sehr schwierig erwiesen, die technisch durchaus möglichen und wissenschaftlich interessanten Ideen vor dem Hintergrund des EnWG in die Realität zu transferieren.

Hier tut sich ein sehr großes Betätigungsfeld auf - allerdings nicht für Ingenieurinnen und Ingenieure, sondern für die Kolleginnen und Kollegen aus den Fachbereich Recht.

4.3 Wahrung der Qualität.

Das Beispiel des Trinkwassers zeigte bereits, dass aus Qualitätsgründen und aus Sorge vor einer möglichen Verkeimung eine beliebige Verschiebung von Trinkwasserressourcen nicht möglich sein wird. Bei Strom und Gas sind die Qualitätskriterien vielleicht nicht so streng und nicht direkt gesundheitsgefährdend, jedoch muss auch hier darauf geachtet werden, dass die von den einzelnen Produzenten in das Netz abgegebenen Stoffe einem Mindeststandard entsprechen. Die Übergabestellen müssen daher so ausgestattet sein, dass qualitativ minderwertige Stoffe nicht in das allgemeine Netz gelangen können. Dies erfordert ein Kontrollmanagement, welche beim Strom noch relativ einfach umgesetzt werden kann. Beim Gas sind jedoch chemische Analysen unerlässlich, welche sich naturgemäß etwas aufwändiger darstellen, so dass hier eine zusätzliche Kostenkomponente auf das smarte Netz zukommt.

4.4 Forecast

Die Steuerung des Netzes bedarf zweier grundsätzlicher Einrichtungen: Zum einen müssen an allen entscheidenden Stellen, welche hierfür notwendig sind, entsprechende Sensoren sitzen, die über den Netzzustand vollumfänglich Auskunft geben können. Diese Sensoren beziehen nicht nur das smarte Netz, sondern die Produzenten und Konsumenten (engl. „Prosumer“, dt „Prosument“) gleichermaßen ein. Diese Sensoren kosten Geld und verbrauchen ihrerseits Strom, so dass so hinsichtlich des Energieverbrauches ein Rebound-Effekt entstehen kann.

Weiterhin benötigt ein smartes Netz eine Zustandsextrapolation in die unmittelbare und mittlere Zukunft, damit Erzeugung und Verbrauch möglichst gut aufeinander abgestimmt werden können. Dies kann beispielhaft am europaweiten Stromnetz gezeigt werden: Hier wird mit einem

sehr großen Aufwand der Bedarf der unterschiedlichen Teilnetze vorausberechnet, sodass die Kraftwerke entsprechend gesteuert werden können. Allein die RWE als ein Teilelement dieses Netzes beschäftigt nach Unternehmensangaben 25 Analysten, welche sich mit dem zukünftigen Strombedarf und dessen Handel auseinandersetzen - darunter acht Meteorologen.

In einem smarten Netz ist die Voraussage von Ereignissen komplex, da nicht nur große Verbraucher und große Erzeuger definiert werden können, sondern auch Kleinstmengen des Versorgungsgutes dezentral verschoben werden. Die Programmierung und der Betrieb eines entsprechenden Forecastmodelles ist entsprechend aufwändig.

Möglich scheint auch, dass es Versuche geben wird, den Forecast durch eine sogenannte künstliche Intelligenz (KI) erzeugen zu lassen. Diese künstlichen Intelligenzen sind in zweiter Linie keine programmierten Algorithmen, sondern selbstlernende neuronal strukturierte Netze, welche insbesondere in der Mustererkennung hervorragende Leistungen geliefert haben. Falls es gelingt eine KI für ein smartes Netz zu entwickeln, welche aus den Ereignissen der Vergangenheit auf die nähere Zukunft schließen kann, scheint das Problem ohne großen Programmieraufwand lösbar zu sein.

Die Ergebnisse einer KI lassen sich allerdings nur schwer kontrollieren, da die neuronalen Strukturen nicht explizit auslesbar sind. Ein Umprogrammieren einer bestimmten Eigenart der KI ist dann möglicherweise sehr aufwändig. Im Extremfall wird die KI Entscheidungen treffen welche vielleicht richtig und gut sind, die aber niemand nachvollziehen kann. Das wäre noch in Ordnung. Entscheidet die KI jedoch so, dass Instabilitäten im Netz auftreten, so kann vielleicht noch nicht einmal festgestellt werden, ob dies ein Fehler war, oder ob es gar keine bessere Lösung gab.

5 Risiken

Ein smartes Netz bietet nicht nur Vorteile, sondern ist auch mit Risiken behaftet. Die beiden wichtigsten hiervon sollen hier kurz genannt werden.

5.1 Privatsphäre

Dadurch, dass vom Prosumer umfangreiches Datenmaterial zur Steuerung des smarten Netzes erhoben werden muss, gelangen große Mengen privater Daten in einen öffentlichen Pool. Es muss damit gerechnet werden, dass nicht wenige Einwohnerinnen und Einwohner einer Stadt damit nicht einverstanden sind und ihre Daten zurückhalten. Inwieweit vor einem solchen Hintergrund ein smartes Netz vollumfänglich realisiert werden kann, ist ungewiss. Es kann durchaus sein, dass mögliche Vorteile der Vernetzung nicht vollumfänglich gehoben werden können, da es eine zu große Zahl von „Verweigerern“ gibt.

Ein einfaches Beispiel ist hierfür die Nutzung des digitalen Parkscheins: In vielen Städten wird die Möglichkeit geboten, die Bezahlung einer Parkgebühr nicht durch einen am Parkautomaten zu erstehenden Zettel, welcher in die Windschutzscheibe gelegt wird, nachzuweisen, sondern die Zahlung kann mit einer App auf dem Handy getätigt werden. Die Daten dieses Vorgangs werden in einer Cloud gespeichert, welche vom Kontrollpersonal ausgelesen werden kann. Die

Erfahrung in einigen Mittelzentren zeigt, dass lediglich etwa 8 bis 12% aller Parkscheine digital verkauft werden. Umfragen ergaben, dass als Grund häufig die Sorge über die Offenlegung des eigenen Bewegungsprofils genannt wird.

5.2 Sicherheit

Die Daten eines smarten Netzes müssen vor Fremdzugriffen gesichert werden. Jede datentechnische Übergabestelle darf daher nur passiert werden, wenn bestimmte Freigaben erteilt werden. Diese Legitimationen verbrauchen Rechenzeit und Strom. Je sensibler der Bereich ist, der geschützt werden soll, desto aufwändiger müssen die Zugriffskontrollen sein. Auch hier kann hinsichtlich des Stromverbrauches ein gewisser Rebound-Effekt vermutet werden.

Durchaus kritisch muss dies vor dem Hintergrund der jüngsten Erfolge bei der Entwicklung von Quantencomputern gesehen werden. Da die meisten Verschlüsselungsprozeduren darauf beruhen, dass große Zahlen in ihre Primfaktoren zerlegt werden müssen, ist es denkbar, dass Quantencomputer diese Verschlüsselungen grundsätzlich durchbrechen können. Auch wenn mit Hochdruck an „quantensicheren“ Verschlüsselungsmethoden gearbeitet wird, so ist doch zu erwarten, dass hierdurch der Energieverbrauch für die Zugriffskontrollen noch einmal deutlich steigen wird. Die Vorteile eines smarten Netzes können hierdurch teilweise egalisiert werden.

6 Ausblick

Das Thema Smart City, smarte Netze, das IoT und auch der digitale Zwilling sind Begriffe, welche zurzeit sehr modern sind. Der Ausdruck „sehr modern“ sollte auch vor dem Hintergrund der sogenannten „Hypekurve“ betrachtet werden.

Die Hypekurve beschreibt, dass nach einem pffiffigen technologischen Auslöser die allgemeine Aufmerksamkeit der Beteiligten auf diese neue Technologie gerichtet ist und damit viele, oft überzogene Erwartungen an diese neue Möglichkeit gerichtet werden. Es folgt - und dies ist ein Charakteristikum der Psyche der Menschen - ein sogenanntes „Tal der Enttäuschungen“. In diesem Tal wird festgestellt, dass die neue Technologie doch nicht vollumfänglich „die Welt retten“ kann.

Aus dem Tal der Enttäuschungen geht es dann mit viel Aufwand und Arbeit auf ein Plateau, wo sich die neue Technologie tatsächlich bewährt und das leistet, was in ihren Möglichkeiten steht. Dies ist vielleicht nicht das, was ursprünglich von ihr erwartet wurde, aber die Welt ist damit doch ein wenig schlanker, schneller und schöner geworden.

Auch mit den hier diskutierten smarten, digitalen Netzen wird es sich ähnlich verhalten: Zurzeit wird sehr viel darüber gesprochen und man freut sich auf die Segnungen dieser Netze - aber das Tal der Enttäuschungen steht uns noch bevor. Danach werden die smarten Netze und die Smart City ihr Plateau erreichen und unsere Städte werden durch diese Ideen, und darum sollten wir sie unbedingt weiterverfolgen, ein wenig menschlicher, ein wenig umweltschonender und - das ist das Schöne - ein bisschen bunter.

Autor:

**Prof. Dr.-Ing.
Rainer Schwerdhelm**
Jade Hochschule
Oldenburg



Tel.: 0441 – 7708 3135

E-Mail:

Rainer.Schwerdhelm@Jade-
HS.de

Internet: <https://www.jade-hs.de>

I Rohre und Kabel – Leitungen für eine moderne Infrastruktur

**1
Kabelleitungsbau – eine integrale
Zusammenarbeit für den Breitbandausbau**

Die gemeinsame Verlegung – ein Versprechen an die Kommunen

Von Olaf Sonnenschein

1 Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV)

Der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband (OOWV) wurde im Jahr 1948 als Wasser- und Bodenverband gegründet. Von der Nordseeküste mit einigen Ostfriesischen Inseln im Norden bis zu den Dammer Bergen im Süden sowie von der Grenze zum Emsland im Westen bis über die Weser hinaus im Osten ist der OOWV kompetenter Partner der Menschen und der Kommunen für die Trinkwasser- und Abwasserentsorgung. Der OOWV erfüllt seine Aufgaben im Verbandsgebiet für rund 1,2 Mio. Kunden in 9 Landkreisen, 20 Städten und 56 Gemeinden als Körperschaft des öffentlichen Rechts ohne Gewinnerzielungsabsicht.

Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über das Verbandsgebiet des OOWV sowie einige wenige wesentliche Rahmeninformationen zum OOWV.

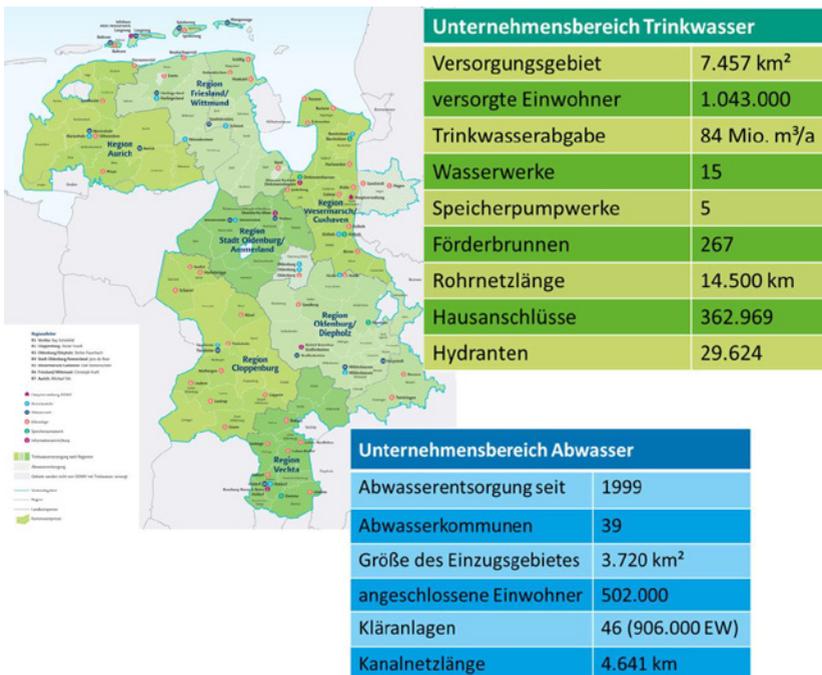


Bild 1: Verbandsgebiet des OOWV und wesentliche Rahmeninformationen

2 Die gemeinsame Verlegung

Der Unternehmensbereich Trinkwasser betreibt 15 Wasserwerke und ein Trinkwassernetz von rund 14.500 km Länge. Es werden rund 1 Mio. Kunden mit Trinkwasser versorgt.

Der Unternehmensbereich Abwasser betreibt 46 Kläranlagen und ein Abwassernetz von rund 4.700 km Länge. Es wird das Abwasser von etwa 502.000 Einwohnern entsorgt.

Das heißt, das theoretische Potenzial für eine gemeinsame Verlegung liegt dem zur Folge bei rund 19.200 km.

Die gemeinsame Verlegung von Trinkwasserrohren mit den Gewerken anderer Versorger (Strom, Gas, Fernwärme, Telekommunikation) wird seit Jahrzehnten praktiziert. Synergien lassen sich im Besonderen bei der Verlegung von Leitungen in offener Bauweise erzielen.

Bei grabenlosen Verlegeverfahren ist das Einsparpotential eher gering.

Das Verbandsgebiet des OÖVV hat viele urbane Bereiche (20 Städte, 56 Gemeinden), wird aber überwiegend durch große ländliche Bereiche geprägt.

Die gemeinsame Verlegung wird vor allem in den urbanen Bereichen praktiziert und ist im Grunde alternativlos, weil es in den in den Städten so gut wie keine freien Versorgungstrassen mehr gibt.

In den Straßen liegen Regenwasser- Schmutzwasser- oder Mischwasserkanäle, Abwasserdruckrohrleitungen, Trinkwasserleitungen, Gasleitungen, Fernwärmeleitungen, Stromkabel und Telekommunikationsleitungen, Kabel für die Straßenbeleuchtung und Ampelanlagen. Straßeneinläufe und Hausanschlussleitungen kreuzen die Hauptleitungen.

Des Weiteren werden häufig nicht mehr genutzte Rohre und Kabel nicht zurückgebaut sondern verbleiben aus wirtschaftlichen Gründen im Boden.

Gerade wenn die Abwasserkanäle in offener Bauweise in meist größeren Tiefen mit dem entsprechend großen Baugruben erneuert werden, ist zu prüfen, ob es wirtschaftlich ist, die weiteren Versorgungsleitungen (Gas Strom, Wasser, Telekommunikation) mit auszutauschen und die Oberflächen zu erneuern.



Bild 2: Setzen eines RW-Schachtes



Bild 3: Diverse Versorgungsleitungen

3 Praxisbeispiel Stadt Elsfleth Hafenstraße

Die Stadt Elsfleth ist in das Städtebauförderprogramm, Programmkomponente „Aktive Stadt- und Ortsteilzentren“, aufgenommen worden. Die Hafenstraße ist eine der Straßen, die im Fördergebiet liegt. Sie soll als Hauptzufahrt zum Ortskern der Stadt attraktiver gestaltet werden.

Der vom OOWV erstellte Generalentwässerungsplan sieht vor, den vorhandene Regenwasserkanal auf DN 700 zu vergrößern. Im Rahmen dieser Maßnahme haben sämtliche Versorgungsunternehmen die Gelegenheit genutzt, ihre Ver- und Entsorgungsleitungen zu erneuern.

Dazu wurde vor Beginn der Maßnahme eine Kostenteilungsvereinbarung zwischen der Stadt Elsfleth, dem Straßenbaulastträger und dem OOWV als Abwasserentsorger geschlossen.

Im Rahmen von Bürgerversammlungen wurden und werden die Anlieger über den aktuellen Baufortschritt und die weiteren geplanten Maßnahmen regelmäßig informiert. Durch den intensiven Austausch und die fortwährende Kommunikation gibt es nur vereinzelt Beschwerden über die Kanalbaustellen in der Stadt Elsfleth, obwohl viele Anwohner und der Einzelhandel stark betroffen sind.



Bild 4: Blick in die Baustelle Hafenstraße, Stadt Elsfleth