

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

Fachbereich Vermessungswesen/Kartographie

Studiengang Vermessungswesen

Diplomarbeit

mit dem Thema

Untersuchungen zur 3D- und 4D- Visualisierung für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH

Erstellt von: Christian Vorstadt

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Martina Müller
Prof. Dr.-Ing. Jörg Zimmermann

Silkerode, 30. Juni 2007

Erläuterungen zum Thema

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern EW Eichsfeldgas GmbH und Software-Service John durchgeführt.

Schwerpunkte bilden Untersuchungen zur 3D- und 4D-Visualisierung sowie Erarbeitung von Analyseansätzen des unterirdischen Bauraumes einschließlich der Möglichkeiten der 3D-Darstellung mit dem Softwareprodukt VIS-All® unter Verwendung des Einsparplanes Gas.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollen folgende Ansätze berücksichtigt werden:

- Analyse der vorhandenen Daten und Datenstrukturierung für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH
- Testung und Präzisierung des 3D-Signaturenkataloges, der in einer Projektarbeit konzipiert wurde
- Untersuchungen zu Darstellungs- und Analysemöglichkeiten der 4. Dimension sowie weiterer Attribute (u. a. Verlegedatum, Material)
- Workflow-Ansätze für die Datenerfassung von der Vermessung bis zur 3D-Visualisierung
- Usability-Betrachtungen zur verwendeten Software

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung.....	8
1.1 Motivation und Überblick	8
1.2 Betrachtungen zu Darstellungsgebiet und Leitungsnetz	10
2 Vorhandener Datenbestand und Datenstruktur	11
2.1 Datenstruktur.....	11
2.2 Vorhandener Datenbestand	13
2.2.1 Datenformat des digitalen Datenbestandes.....	14
2.2.2 Datenbestand der Ortsverteilnetze	17
2.2.3 Datenbestand der Versorgungsleitungen	22
2.3 Fazit	24
3 3D-Symbolisierung und Signaturenkatalog	26
3.1 VIS-All®.....	26
3.1.1 Prinzip des Datenimports.....	27
3.1.2 3D-Elementtypen.....	28
3.1.3 3D-Symbolbibliothek.....	31
3.1.4 3D-Konfigurationsdatei	33
3.2 Testung und Präzisierung der vorhandenen Symbolik.....	34
3.2.1 Punktförmige Symbole	35
3.2.2 Linienförmige Symbole	42
3.3 Erweiterung des 3D-Signaturenkataloges	45
3.4 Visualisierung zusätzlicher Informationen	48

3.5	Fazit	54
4	Workflow-Ansätze	56
4.1	Vermessung	57
4.1.1	Die Technische Richtlinie TR-N 351	58
4.1.2	Zeichenanweisung der EW Wasser GmbH	62
4.2	Messungsauswertung und Datenaufbereitung	63
4.3	2D-Planerstellung mittels GEOgraf	65
4.4	Import und Konvertierung der CAD-Daten in VIS-All®	67
4.5	Maßnahmen zur Optimierung des Workflows	69
4.6	Fazit	70
5	Nutzung weiterer Geodaten zur Visualisierung des Leitungsnetzes	72
5.1	Bisherige Datengrundlage	72
5.2	Katasterdaten	73
5.3	Daten der Landesvermessung	74
5.4	Digitales Oberflächenmodell (DOM)	78
5.5	Fazit	79
6	Darstellungs- und Analyse-möglichkeiten der 4. Dimension	81
6.1	Darstellung der Zeit in Datenbanksystemen	82
6.2	Abbildung der Leitungseigenschaften in einer relationalen Datenbank	84
6.2.1	Verknüpfung von CAD-Projekt und Datenbank	84
6.2.2	Attribute	87
6.2.3	Datenbankentwurf	88
6.2.4	Konsistenz und Datenintegrität	90
6.2.5	4D-Visualisierung in VIS-All®	91

6.3	Abbildung der Leitungseigenschaften in einer objektrelationalen Datenbank.....	92
6.4	Fazit	93
7	Usability-Betrachtungen.....	95
7.1	Der Begriff Usability.....	95
7.2	Prüfung auf Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241	98
7.3	Untersuchung der Usability-Eigenschaften von VIS-All®	99
7.4	Fazit	108
8	Zusammenfassung	110
9	Ausblick	113
	Literaturverzeichnis	115
	Internetdokumente	119
	Abbildungsverzeichnis	122
	Tabellenverzeichnis	124

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
2,5D	zweidimensional, Angabe der Höhe erfolgt als Attribut
3D	dreidimensional
4D	vierdimensional, vierte Dimension ist in diesem Fall die Zeit
Abb.	Abbildung
AKIA	Arbeitskreis kommunaler INGRADA-Anwender
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ATKIS	Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems
BZR	Bezirksregelanlage
CAD	Computer Aided Design
COM	Communication-Port
DATech	Deutschen Akkreditierungsstelle Technik GmbH
DDR(-RAM)	Double Data Rate (-Random Access Memory)
DGM	Digitales Geländemodell
DGM 5	Digitales Geländemodell mit einer rasterweite von fünf Meter
DXF	Data Interchange Format
DHHN 85	Deutsches Haupthöhennetz 1985
DHHN 92	Deutsches Haupthöhennetz 1992
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DIN EN	Deutsches Institut für Normung e.V. (Europäische Norm)
DirectX	Sammlung von Programmierschnittstellen für multimedia-intensive Anwendungen
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DOP	Digitales Orthophoto
DTK	Digitale Topographische Karte
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
EPSG	European Petroleum Survey Group
ERM	Entity-Relationship-Modell

EW	Eichsfeldwerke GmbH
GI-System	Geographisches Informationssystem
GIS	Geographisches Informationssystem
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	Globales Positionierungs-System
GW	Gas-Wasser
HAK	Hausanschlusskasten
HHK	Hartwig Hoitz Kiel (Unternehmensgründer)
ISO	International Organization for Standardization
KKS	Kathodischer Korrosionsschutz
lfd.	laufende
Ltg	Leitung
NN	Höhe über Normal-Null
Nr.	Nummer
PE	Polyethylen
PD/83	Potsdamer Datum 1983
SNN 76	Staatliches Nivellementsnetz 1. Ordnung 1976
SQL	Structured Query Language
SMK	Schilderpfahl mit Messkontakt
SPF	Schilderpfahl
St	Stahl
TR-N	Technische Richtlinie - Netz
UTC	Universal Time Coordinated
V	Version
VAP	VIS-All Projekt
VEB	Volkseigener Betrieb
XML	Extensible Markup Language

1 Einleitung

1.1 Motivation und Überblick

Durch die rasante Entwicklung der Computer- und Softwaretechnik sowie der Datenbanktechnologie und Virtuellen Realität der letzten Jahre ist es möglich geworden, räumliche Objekte in ihrer Dreidimensionalität zu erfassen, zu verarbeiten, zu speichern und vor allem zu visualisieren. Diese Möglichkeit der dreidimensionalen Darstellung wird heute vielfältig genutzt. So werden beispielsweise Funknetze mit Hilfe von 3D-Modellen geplant und die Stadtplanung durch 3D-Stadtmodelle unterstützt. Auch der Tourismus profitiert davon, indem er die Virtuelle Realität zu Marketingzwecken einsetzt. All diese Abbildungen der Realität geben den oberirdischen Bauraum wieder. Die Situation unterhalb der Erdoberfläche wird dabei zumeist vernachlässigt.

Wird dieser Bereich jedoch einmal genauer betrachtet, stellt sich heraus, dass auch für den unterirdischen Bauraum eine 3D-Darstellung gerechtfertigt wäre. Immer mehr Medien werden hier verlegt und alte Leitungen im Erdreich belassen. Die Verlegedichte wächst also ständig und der unterirdische Bauraum, insbesondere in dicht besiedelten Bereichen, wird immer enger. Daraus ergibt sich gerade im Bereich der Planung der Neuverlegungen von Ver- und Entsorgungsleitungen sowie der Verwaltung von vorhandenen Medien ein ständig wachsendes Einsatzgebiet für die dreidimensionale Visualisierung.

Die vorliegende Arbeit untersucht daher in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern Software-Service John und EW Eichsfeldgas GmbH die dreidimensionale Modellierung von Erdgasleitungen durch Umsetzung des vorhandenen Planwerks der EW Eichsfeldgas GmbH.

Daher erfolgt zunächst die Vorstellung des darzustellenden Bereichs und der zugehörigen Elemente. Anschließend werden die vorhandenen digitalen Daten und

deren Struktur analysiert, da diese die Basis der 3D-Darstellung des Leitungsnetzes bilden.

Für die Abbildung des oberirdischen Bauraumes sind auf Grund der weiten Verbreitung von 3D-Stadtmodellen sowie der touristischen Nutzung der 3D-Animation bereits viele Signaturenkataloge mit einer großen Auswahl an Symbolen vorhanden. Für den unterirdischen Bereich ist jedoch kaum Symbolik greifbar. Deshalb bildet die Überarbeitung und Erweiterung des im Zuge der Projektarbeit „Konzeption eines 3D-Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“ aufgestellten Signaturenkataloges einen weiteren Schwerpunkt dieser Arbeit.

Effizienz und qualitativ hochwertige Arbeit bei der Datenerfassung und Verarbeitung bilden die Grundlage für Umsetzung der 3D-Visualisierung. Aus diesem Grund werden Workflow-Ansätze für die einzelnen Arbeitsschritte von der Vermessung bis zur 3D-Modellierung mittels VIS-All® aufgestellt. Weiterhin erfolgt die Vorstellung und Entwicklung von Arbeitshilfen, um Arbeitsabläufe zu vereinheitlichen und in Bezug auf Effizienz und die Vermeidung von Fehlern zu optimieren.

Im Anschluss daran werden weitere Geodaten vorgestellt, die unterstützend für die dreidimensionale Abbildung des Leitungsnetzes eingesetzt werden könnten.

Weil nicht nur die aktuelle Situation des unterirdischen Bauraumes interessant ist, sondern auch dessen Veränderung aufschlussreiche Informationen bieten kann, wird anhand der Erdgasleitung die Einbeziehung der Zeit als vierte Dimension der Darstellung untersucht. Außerdem werden Lösungsansätze für die Ablage der dazu notwendigen temporalen und thematischen Attribute in Datenbanken vorgestellt.

Da auch die eingesetzte Software für den Erfolg der 3D-Visualisierung eine bedeutende Rolle spielt, erfolgt abschließend die Untersuchung der Benutzerfreundlichkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit der verwendeten Software VIS-All®. Hierbei wird insbesondere auf die Umsetzung der Grundsätze der Dialoggestaltung eingegangen.

1.2 Betrachtungen zu Darstellungsgebiet und Leitungsnetz

Der Darstellungsbereich dieser Arbeit beschränkt sich auf den Anlagenbestand des Praxispartners EW Eichsfeldgas GmbH. Bei diesem Unternehmen handelt es sich um ein in Nordthüringen ansässiges Erdgasversorgungsunternehmen. Das Versorgungsgebiet umfasst eine Größe von 940 Quadratkilometern. Es werden insgesamt ca. 19.500 Kunden betreut.

Der darzustellende Anlagenbestand lässt sich allgemein in unterirdische und oberirdische Anlagen unterteilen.

Zu den unterirdischen Anlagen zählen die Erdgasleitungen mit Anbauteilen und Armaturen. Diese entsprechen gegenwärtig einem Erdgasleitungsnetz von insgesamt rund 800 km. Weiterhin gehören dazu die zum Korrosionsschutz und zur Überwachung des Leitungszustandes ins Erdreich eingebrachten Einrichtungen, inklusive der Übertragungskabel.

Die oberirdischen Anlagen sind vornehmlich Markierungseinrichtungen, die den Leitungsverlauf kenntlich machen sowie Bezirksregelanlagen, Kabelschränke und Hausanschlusskästen. Auch Kappen, welche den Zugang zu Schiebern, Kugelhähnen und Ausbläsern ermöglichen, zählen zu den oberirdischen Elementen des Leitungsnetzes.

Um einen Bezug der Anlagen zur Umgebung herstellen zu können, wird die Topographie in die Visualisierung einbezogen. Darauf soll in dieser Arbeit jedoch nicht das Hauptaugenmerk gelegt werden, da deren Darstellung schon im Zuge von 3D-Stadtmodellen und dergleichen betrachtet wird.

2 Vorhandener Datenbestand und Datenstruktur

2.1 Datenstruktur

Die bei der EW Eichsfeldgas GmbH vorhandenen Daten setzen sich aus Messdaten und den daraus erzeugten Bestandsdaten zusammen. Es handelt sich dabei, entsprechend der Ausdehnung des Versorgungsgebietes, um einen umfangreichen Datenbestand. Um eine gewisse Ordnung und Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wird dieser strukturiert erfasst, dargestellt und archiviert.

Bei der Datenstrukturierung für das Planwerk wurde eine Einteilung gewählt, die sich an andere Geschäftsbereiche und Geschäftsprozesse innerhalb des Unternehmens sowie an anerkannte Regeln der Technik, wie die DIN 2425 und den DVGW Hinweis GW 120, anlehnt. Intern werden die genannten Richtlinien in der Technischen Richtlinie-Netz 350 (TR-N 350), der Zeichenvorschrift der EW Eichsfeldgas GmbH, umgesetzt. Dabei sind die Daten zunächst in Ortsverteilnetze und Versorgungsleitungen aufgeteilt. Synonym wird hierfür auch oft der Begriff Ferngasleitungen verwendet. Diese werden wiederum in Hoch- und Mitteldruckleitungen unterschieden und in einzelne Leitungsabschnitte eingeteilt. Somit ergibt sich letztendlich eine Einteilung in 74 Ortsverteilnetze (Anlage 3), die jeweils einer Ortslage entsprechen sowie 19 Hochdruck- (Anlage 4) und 43 Mitteldruckleitungsabschnitte (Anlage 5). Eine solche Struktur hat den Vorteil, dass eine den unterschiedlichen Anforderungen und der Informationsfülle entsprechende Visualisierung der Daten möglich ist.

Zusätzlich zur o. g. Gliederung des Datenbestandes lässt sich eine Einteilung der Daten nach ihrer Datenform nachvollziehen. Im Datenbestand der EW Eichsfeldgas GmbH finden sich für jeden Leitungsabschnitt sowohl digitale als auch analoge Daten. Eine Analyse des analogen Datenbestandes erfolgte im Zuge der Projektarbeit

„Konzeption eines 3D-Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“. Auszüge zum Themenbereich sind in Anlage 2 dieser Arbeit zu finden. Hierin wurde festgestellt, dass der gesamte Anlagenbestand analog erfasst ist. Da diese Art der Leitungsdokumentation jedoch sehr aufwendig und arbeitsintensiv ist, begann die EW Eichsfeldgas GmbH im Jahr 2001 eine digitale Bestandsdokumentation aufzubauen. Dabei wurde zunächst das Hauptaugenmerk auf die Dokumentation der Ortsverteilnetze gelegt, weil hier die umfangreichsten Veränderungen auftraten. Zudem ist diese Vorgehensweise auch darin begründet, dass für alle Versorgungsleitungen der Leitungsbestand bereits in digitaler Form vorhanden war.

Die Umsetzung erfolgt, indem zunächst die Topographie einer Ortslage nach Lage und Höhe vermessen wird. Das Ergebnis ist der so genannte Grundplan. Anschließend wird in diesen der Leitungsbestand, anhand der vorhandenen Risse, hinein konstruiert. Der Stand der Umsetzungsarbeiten der Bestandsdaten von Ortsverteilnetzen ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

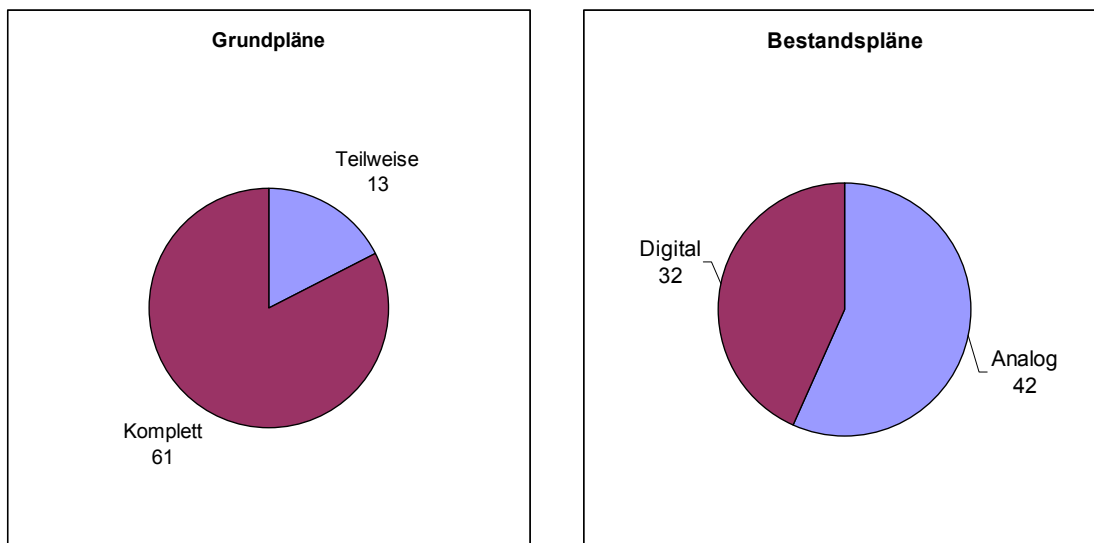


Abb. 2.1: Stand der Umsetzungsarbeiten der Bestandsdaten von Ortsverteilnetzen

Aus den aufgeführten Strukturen lässt sich zusammenfassend folgende Übersicht ableiten.

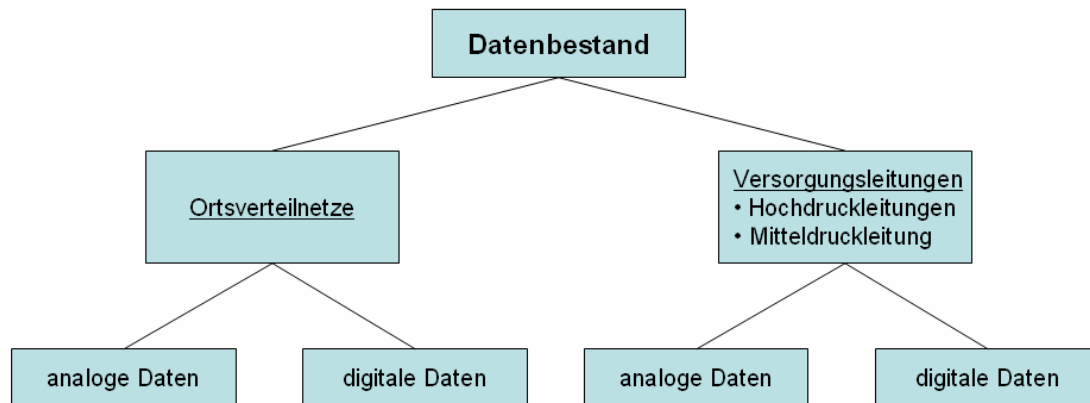


Abb. 2.2: Übersicht über die Struktur des Datenbestandes der EW Eichsfeldgas GmbH

Entsprechend diesem System sind sowohl die Datenerfassung als auch der Bestandsnachweis umgesetzt.

2.2 Vorhandener Datenbestand

Die vorhandenen Bestandsdaten gliedern sich, wie oben erwähnt, in zwei große Gruppen, zum einen in Ortsverteilnetze und zum anderen in Versorgungsleitungen. Die in diesen Gruppen vorhandenen Daten haben dabei eine sehr unterschiedliche Qualität und Ausprägung. Sie müssen daher getrennt voneinander betrachtet werden.

Auf Grund dessen, dass sich analoge Daten schlecht für eine dreidimensionale Visualisierung eignen und diese bereits innerhalb einer Projektarbeit analysiert wurden, wird das Hauptaugenmerk an dieser Stelle auf die Analyse der vorhandenen digitalen Datenbasis gelegt.

Alle Daten des digitalen Datenbestandes besitzen eine Gemeinsamkeit. Sie werden mittels des gleichen CAD-Systems verwaltet. Dieses soll zunächst kurz vorgestellt werden.

2.2.1 Datenformat des digitalen Datenbestandes

Die EW Eichsfeldgas GmbH benutzt zur Erstellung der digitalen Bestandsdokumentation das CAD-System GEOgraf der Firma HHK. Es wird als 2,5D-System bezeichnet, da es zwar Höhen verwalten kann, aber nicht zu einer 3D-Darstellung fähig ist.

Analog zur Datenstruktur wird für jedes Ortsnetz und jeden Leitungsabschnitt ein Projekt in diesem System angelegt. Als Projektbezeichnung wird die jeweilige Ortskennzahl vergeben. Versorgungsleitungen erhalten die Ortskennzahl der Ortslage in der der entsprechende Leitungsabschnitt endet. Um die Eindeutigkeit der Nummerierung zu erhalten, wird hierbei für Hochdruckleitungen die Zahl „20“ und für Mitteldruckleitungen die Zahl „30“ vorangestellt.

In diesen Projekten wird der vorhandene Datenbestand in Form von Punkten, Linien und Texten dargestellt und erläutert. Jedes Element wird einer Art zugeordnet und strukturiert, einer bestimmten Ebene zugewiesen.

Mit Hilfe von Arten und Ebenen kann innerhalb eines GEOgraf-Auftrages festgelegt werden, welche Zeichnungselemente mit welchem Stift (mit welcher Farbe und Strichbreite) und in welcher Darstellungsweise gezeichnet bzw. am Bildschirm darzustellen sind. Die Beschreibung der Arten wird in einer Artendatei abgelegt. (GEOgraf, Desktophilfe V 3.0, Abschnitt: Arten bearbeiten)

In GEOgraf werden 10.000 verschiedene Ebenen unterschieden, die von 0-9999 durchnummeriert sind. Jedes Zeichnungselement ist immer genau einer Ebene zugeordnet. Dies entspricht der Ablage dieser Elemente auf entsprechend nummerierten Folien. (GEOgraf, Desktophilfe V 3.0, Abschnitt: Allgemeine Attribute)

Die Ebeneneinteilung der EW Eichsfeldgas GmbH ist als Übersicht in Tabelle 2.1 zu sehen.

Punkten und Linien wird über die Elementart eine Symbolik zugewiesen, die teilweise selbsterklärend ist und somit das Verständnis des Bestandsplanes fördert.

Inhalt	Ebenenbereich
Allgemeine Topographie	0 – 99
Digitalisierung	400 – 499
Vermessung	500 – 599
Planung	600 – 699
Digitales Geländemodell	700 – 799
Freie Linien und Texte	800 – 899
Allgemeine Bemaßung	900 – 999
Abwasser	1.000 – 1.999
Wasser	2.000 – 2.999
Gas	3.000 – 3.999
Strom	4.000 – 4.999
Fernwärme	5.000 – 5.499
Telekommunikation	5.500 – 5.599
Straßenverkehr	5.600 – 5.999
Verschiedenes, bei der EW Eichsfeld- gas GmbH nicht genutzt	6.000 – 9.999

Tab. 2.1: Ebeneneinteilung

Um den unterschiedlichen Darstellungsanforderungen und Maßstäben, die aus der DIN 2425, des DVGW Hinweises GW 120 und der Technischen Richtlinie TR-N 350 resultieren, gerecht zu werden, verwendet die EW Eichsfeldgas GmbH verschiedene Artendateien.

Diese setzen die in der Symboldatei „EG.sym“ vorhandene Symbolik konform zu den Darstellungsvorschriften für den jeweiligen Maßstab um. Entsprechend der

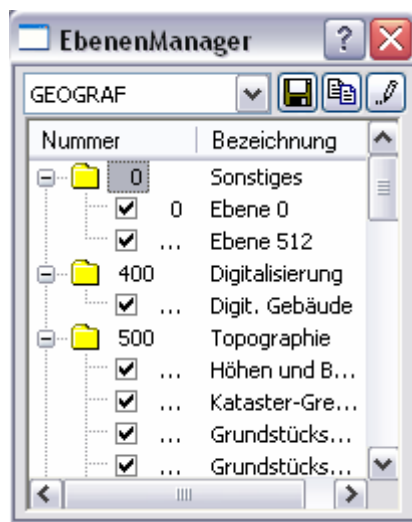
Maßstäbe im analogen Planwerk existieren Artendateien für die Maßstäbe:

1 : 50.000, 1 : 25.000, 1 : 5.000, 1 : 1.000, 1 : 500, 1 : 250 sowie 1 : 100.

Die Artendateien der EW Eichsfeldgas GmbH sind sehr stark an den AKIA - Katalog der Firma Softplan angelehnt. Dies bringt den Vorteil mit sich, Datenbestände mit anderen Anwendern des CAD-Systems GEOgraf sowie Ingrada austauschen zu können, ohne umfangreiche Konvertierungsarbeiten durchführen zu müssen.

In jeder Artendatei stehen 3.364 Punkt-, 1.872 Linien-, 1.242 Text- sowie 1.124 Objektarten zur Verfügung, um den Datenbestand in eine ansprechende normenkonforme Grafik umzusetzen.

Über die verschiedenen Arten und eine ausgefeilte Ebenenbelegung können bestimmte Teile des Datenbestandes ein- und ausgeblendet werden. Damit wird eine hohe Flexibilität für die Darstellung erreicht und der manuelle Aufwand für die Erstellung der unterschiedlichen Pläne verringert. Ein wichtiges Hilfsmittel bildet dabei der Ebenenmanager des CAD-Systems, mit dessen Hilfe es möglich ist, sehr einfach und schnell unerwünschte Ebenen aus und erwünschte Ebenen einzublenden.



Quelle: GEOgraf

Abb. 2.3: Ebenenmanager des CAD-Systems GEOgraf

Soviel zur Verwaltung und Aufbereitung der digitalen Daten. Das CAD-System bildet eine gute Basis für die Erstellung des Planwerks der EW Eichsfeldgas GmbH

aus digitalen Daten, da es eine einheitliche Form und Ausprägung der Darstellung und Aufbereitung des Datenbestandes sichert.

Ein weiterer, ebenso wichtiger Aspekt für den Aufbau des Planwerks ist die Qualität und Aussagekraft der Daten an sich. Hierbei müssen auf Grund der unterschiedlichen Qualität Ortsverteilnetze und Versorgungsleitungen differenziert betrachtet werden.

2.2.2 Datenbestand der Ortsverteilnetze

Wie im Abschnitt 2.1 bereits deutlich wurde, existierten in den Ortsnetzen zunächst keine digitalen Daten. Bei der Erfassung der Leitungen wurde fast ausschließlich auf mechanische Messverfahren zurückgegriffen. Die so erfassten Daten hielt man in Rissen, den so genannten Feldbüchern, fest und übertrug sie mittels Kartierung in bestehende Lagepläne. Diese stammten aus Beständen des ehemaligen VEB Geodäsie und Kartographie der DDR bzw. wurden aus Luftbildern abgeleitet. Auf diese Art und Weise wurde bis zum Jahr 2001 der gesamte Datenbestand der Ortsnetze aufbereitet und dargestellt.

Ab diesem Zeitpunkt wählte die EW Eichsfeldgas GmbH einen anderen Weg. Es wurde damit begonnen, den Datenbestand in eine digitale Form umzuwandeln. Dies fand mittels eines zweistufigen Verfahrens statt. Zum einen umfasste dies die Erstellung digitaler Grundpläne und zum anderen die anschließende Ergänzung dieser Grundpläne um den vorhandenen Leitungsdatenbestand.

- **Grundpläne**

Um digitale Grundpläne zu erhalten, vergibt die EW Eichsfeldgas GmbH zunächst die Vermessung der Topographie nach Lage und Höhe an Vermessungs- und Ingenieurunternehmen. Eine weitere Möglichkeit der Datenbeschaffung ist der Zukauf bereits vorhandener Vermessungsdaten. Dieser Prozess führt zu dem in Abbildung 2.1 ersichtlichen Datenbestand an digitalen Grundplänen.

Die Grundpläne enthalten vor allem wichtige topographische Elemente wie Straßenkanten, Gebäude, Einfriedungen, Bäume, Schächte und dergleichen. Aber auch die oberirdischen Elemente des Gasversorgungsnetzes, die bereits im Zuge der Leitungsvermessung mittels Messband ermittelt wurden, sind in diesen Daten enthalten. Dies hat den Vorteil, dass sich durch die doppelte Erfassung der Daten eine Kontrollmöglichkeit ergibt und die so erfassten Elemente eine absolute Höhe erhalten.

Das Kataster wird, da die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) in Thüringen noch nicht flächendeckend vorhanden ist, digitalisiert und dem Grundplan hinterlegt.

Alle Grundplandaten besitzen einen einheitlichen Lagebezug. Sie sind an das amtliche Lagebezugssystem angeschlossen, das heißt, es handelt sich um Gauss-Krüger-Koordinaten im System PD/83 bezogen auf das Bessel-Ellipsoid.

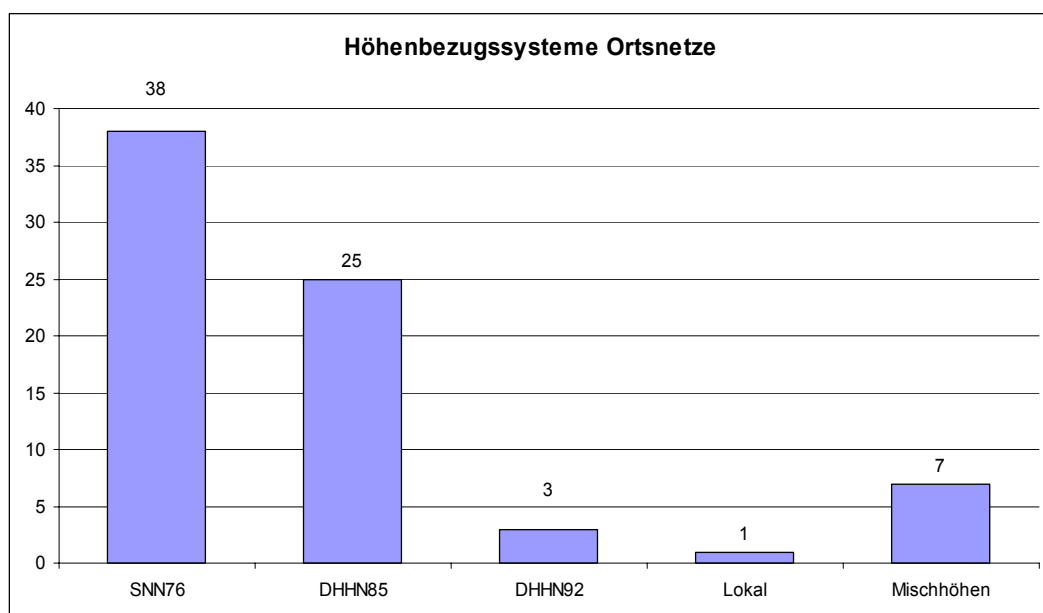


Abb. 2.4: Verteilung der Höhensysteme in den Ortslagen

Im Gegensatz zum Lagebezug ist der Höhenbezug der Daten nicht einheitlich. Dies rührt vor allem aus dem Zukauf vorhandener Vermessungsdaten, die je nach Anforderung der Erstauftraggeber in unterschiedlichen Systemen

gemessen wurden. In den Grundplandaten lassen sich vier verschiedene Höhenbezugssysteme feststellen. Speziell sind dies das Staatliche Nivellementsnetz 1. Ordnung (SNN 76), das Deutsche Haupthöhennetz 1985 (DHHN 85), das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN 92) sowie in der Ortslage Steinbach ein lokales Höhensystem, das zu gegebenem Zeitpunkt noch an das amtliche Höhensystem angeschlossen werden soll. Des Weiteren existieren in sieben Ortslagen Mischhöhen. Einige Straßenzüge sind dort zum Beispiel im System DHHN 85 und andere Straßenzüge hingegen im System DHHN 92 erfasst. Die genaue Aufteilung der Höhensysteme auf die einzelnen Ortslagen ist in Anlage 3 ersichtlich. Die Abbildung 2.4 bietet einen groben Überblick.

Die Handhabbarkeit dieser Vielzahl an vorhandenen Höhensystemen wird bei der EW Eichsfeldgas GmbH momentan durch die strikte Trennung der Daten in einzelnen Projekten gewährleistet. Bis auf die sieben Ortslagen mit Mischhöhen besitzen alle CAD-Projekte jeweils ein einheitliches Höhensystem. Erhöhte Aufmerksamkeit ist dadurch nur bei der Fortführung und der Vereinigung von Projekten notwendig. In diesen Fällen muss anhand der geführten Höhenverzeichnisse das jeweilige Höhensystem des Projektes recherchiert werden. Die anschließende Fortführungsmessung kann damit im richtigen Höhensystem beauftragt werden. Ähnlich wird bei der Vereinigung von Projekten vorgegangen. Besitzen beide Projekte das gleiche Höhensystem, ist die Vereinigung unproblematisch. Sind verschiedene Höhensysteme beteiligt, wird ein Projekt höhenmäßig an das andere angeglichen, da es ansonsten zu Konflikten kommen kann. Dieser Vorgang wird jedoch nur in Ausnahmefällen durchgeführt, da er sich sehr aufwendig gestaltet.

Eine Aussage zur Qualität der Daten ist nur schwer möglich, da von der EW Eichsfeldgas GmbH keine Genauigkeitsnachweise wie Messdatenprotokolle oder dergleichen abgefordert werden. Doppelbestimmungen und Nachmessungen seitens der EW Eichsfeldgas GmbH zeigen jedoch, dass Lageabweichungen von bis zu 20 cm in älteren Datenbeständen und von bis zu 10 cm in neueren Datenbeständen keine Seltenheit sind. Die festgestellten Hö-

henabweichungen fallen etwas geringer aus. Sie liegen im Bereich zwischen 3 und 5 cm für topographisch markante Punkte, wie zum Beispiel Kanaldeckel.

- **Bestandsdaten**

Die Bestandsdaten der Ortsverteilnetze liegen zu einem Großteil nur in Form von Rissen und analogen Bestandsplänen vor. In den Rissen sind die Messungen im Orthogonal- bzw. Einbindeverfahren dokumentiert. Dabei dienten zumeist topographische Punkte als Bezug. Besonders Gebäude wurden sehr häufig als Basis der Messungen verwendet. Die Anlage 6 zeigt einen solchen Riss. Man kann dort gut erkennen, wie die Vermessung der Leitungssituation auf die umliegenden Gebäude aufgebaut ist.

Diesen Fakt nutzt die EW Eichsfeldgas GmbH aus und konstruiert mit Hilfe der Messungszahlen über die in den Grundplänen enthaltenen Gebäude die Erdgasleitungen. Auf diese Weise erhalten die Leitungspunkte Koordinaten im Lagebezugssystem des Grundplanes. Dabei wird besonders auf die Verwendung der richtigen Arten und Ebenen geachtet. Leitungsabschnitte, die bereits mittels elektronischer Messverfahren im System PD/83 erfasst wurden, können einfach in den Grundplan eingespielt und dort vermaßt werden.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt, besonders in Bezug auf eine 3D-Darstellung des Leitungsbestandes, sind Höhendaten für die Erdgasleitungen. Dabei muss wiederum zwischen dem aus analogen Daten gewonnenen digitalen Leitungsbestand und dem direkt digital erfassten Leitungsbestand unterschieden werden. Während der Letztere mit absoluten Höhen im Höhenbezugssystem des jeweiligen Grundplanes ausgestattet ist, existieren für den aus analogen Grundlagen gewonnen Leitungsbestand keine absoluten Höhen. Zum Großteil sind hier keine Höhenangaben zu finden. Lediglich bei Abweichungen von der Regelverlegetiefe, bei Querungen von Bahnstrecken und Gewässern höherer Ordnung sowie bei vertikalen Leitungsversprüngen sind relative Höhenangaben, bezüglich der Erdoberfläche, vorhanden.

Betrachtet man nur diese Höhenangaben bietet sich das in Abbildung 2.5 dargestellte Bild der Höhenverteilung. Die dargestellten Daten entstammen der Ortslage Leinefelde, in der das Leitungsnetz aus rund 9.600 Leitungspunkten besteht.

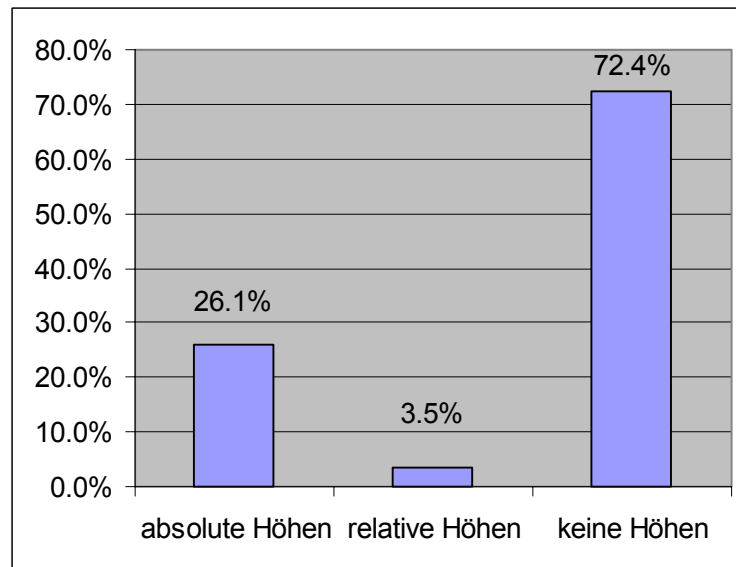


Abb. 2.5: Verteilung der Höhenangaben in Ortsverteilnetzen am Beispiel der Ortslage Leinefelde

Diese Verteilung ist für eine dreidimensionale Visualisierung völlig unzureichend. Auch die Verwendung der Regelverlegetiefe hilft in diesem Fall nur bedingt weiter. Sie beträgt für Erdgasleitungen laut DIN 1998 und technischer Regel des DVGW G 472 im öffentlichen Bereich zwischen 0,6 und 1,0 Meter. Dieser Bereich ist für eine 3D-Darstellung allerdings viel zu ungenau. Des Weiteren befinden sich in diesem Bereich auch andere Medien wie Elektrizitätsleitungen sowie ab einer Tiefe von 1,0 Meter auch Wasser- und Abwasserleitungen. Im Zuge einer 3D-Visualisierung kann es dadurch zu Darstellungskonflikten mit diesen Versorgungsleitungen kommen.

Es sind somit zusätzliche, genauere Höhendaten notwendig. Eine Quelle hierfür bieten die mit den Straßenbauämtern und Landratsämtern abgeschlossenen Verträge über Sondernutzungsrechte an Bundes-, Landes- und Kreisstraßen. In diesen Verträgen, die für jede Baumaßnahme an einer solchen Straße abgeschlossen werden, sind die Verlegetiefen auf den Dezime-

ter genau vereinbart. Bezieht man diese Höhenangaben im Fall der Ortslage Leinefelde mit ein, erhält man für weitere 4.800 Meter Leitungslänge relative Höhenangaben, was etwa 20 Prozent der Gesamtleitungslänge entspricht. Dieser Bereich kann sich selbstverständlich mit schon vorhandenen Daten überlappen, ist aber als zusätzliche Datenquelle dennoch nicht von der Hand zu weisen.

Andere Möglichkeiten der Höhennacherfassung bieten sich im Zuge von Reparatur- oder Sanierungsmaßnahmen. Die hier erfassten Höhen könnten für einen bestimmten Bereich oder zumindest für dieselbe Straße als allgemein gültig erklärt werden.

Bei Stahlleitungen bietet sich zudem die Möglichkeit der Ortung an. Die hiermit erreichbare Genauigkeit liegt ebenfalls im Dezimeterbereich. Allerdings kann diese Genauigkeit zum Beispiel durch parallel verlegte Stromkabel beeinträchtigt werden. Für den Bereich Leinefelde beträgt der Anteil an Stahlleitungen rund acht Prozent der Gesamtleitungslänge. In vielen anderen Ortslagen besteht jedoch kein Bestand an Stahlleitungen. Somit ist diese zusätzliche Datenquelle nur auf wenige Ortslagen begrenzt.

Durch die aufgezeigten Möglichkeiten lässt sich der Datenbestand, für den auf die Regelverlegetiefe als Höhenangabe zurückgegriffen werden muss, weiter eingrenzen.

2.2.3 Datenbestand der Versorgungsleitungen

Das Netz der Versorgungsleitungen der EW Eichsfeldgas besteht aus 19 Hochdruck- und 43 Mitteldruckleitungsabschnitten. Insgesamt entspricht dies einer Leitungslänge von rund 200 Kilometern.

Im Gegensatz zum Datenbestand der Ortsverteilnetze existierten von den Versorgungsleitungen von Beginn an neben der vollständigen analogen Leitungsdokumentation auch digitale Leitungsdaten. Zumeist sind dies jedoch reine Leitungsda-

ten ohne die umliegende Topographie und Kataster. Es fehlten somit die digitalen Grundpläne zu den Leitungsabschnitten.

Inhaltlich sind die vorhandenen analogen Grundpläne der Versorgungsleitungen denen der Ortverteilstetze sehr ähnlich. Sie enthalten vor allem wichtige topographische Elemente wie Straßenkanten, Wege, Gewässer, Bäume, Schächte und falls vorhanden Gebäude, Mauern, Einfriedungen sowie die oberirdischen Elemente des Gasversorgungsnetzes. Ihre Aufgabe ist in erster Linie die Herstellung eines Bezuges zwischen Örtlichkeit und Erdgasleitung.

Die Nacherfassung der fehlenden topographischen Daten ist sehr aufwendig und kostenintensiv, da es sich bei den Versorgungsleitungen um mehrere Kilometer lange, gestreckte Linienzüge handelt, die oft durch unwegsames Gelände verlaufen.

Aktuell existieren für 34 Leitungsabschnitte vollständige Daten, bei 28 Leitungsabschnitten sind Nachmessungen erforderlich.

Eine Abschätzung der Qualität und Genauigkeit der Vermessungsdaten ist nur schwer möglich. Vermessungsnachweise sind teilweise gar nicht vorhanden oder kaum nachvollziehbar.

Nachmessungen an mehreren Hochdruckleitungen haben jedoch ergeben, dass die Vermessungsergebnisse skeptisch betrachtet werden müssen. Als Beispiel sei an dieser Stelle der Hochdruckleitungsabschnitt Worbis-Teistungen angeführt. Dieser Leitungsabschnitt ist circa 13,5 Kilometer lang. Nachmessungen an verschiedenen Stellen der Leitung haben ergeben, dass in der Mitte des Leitungsabschnittes ein Lagefehler von über 80 Zentimeter quer zum Leitungsverlauf vorhanden ist. Diese Abweichung nimmt zu den Enden der Leitung kontinuierlich ab. Die Recherche ergab, dass die Leitung auf der Grundlage eines 13,5 Kilometer langen Polygonzuges ohne jegliche Zwischenorientierung oder die Einbeziehung von Punkten in nächster Nachbarschaft vermessen wurde. Dieser Fall ist zwar ein Extrem, aber Abweichungen bis zu 30 Zentimeter sind keine Seltenheit.

Ein Vorteil des Datenbestandes der Versorgungsleitungen gegenüber den Ortsverteilstetzen sind die vorhandenen Höhendaten, die bis auf vier Mitteldruckleitungen

vollständig erfasst sind. Ein Großteil dieser Daten stammt aus Nivellements. Deren stichpunktartige Kontrolle sowie die Durchsicht der vorhandenen Dokumentationen lässt eine gute Qualität der erfassten Höhen vermuten.

Allerdings ist auch im Datenbestand der Versorgungsleitungen kein einheitliches Höhenbezugssystem zu finden. Abbildung 2.6 verdeutlicht, dass auch in diesem Fall wiederum drei verschiedene Höhenbezugssysteme zur Anwendung kamen.

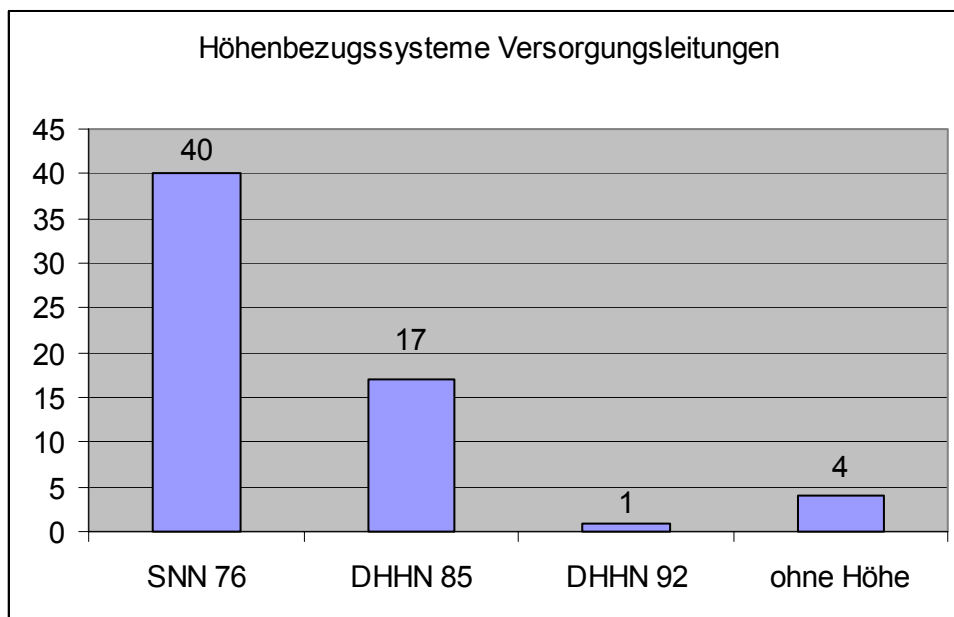


Abb. 2.6: Höhenbezugssysteme der Versorgungsleitungen

2.3 Fazit

Die Analyse des vorhandenen Datenbestandes zeigt, dass die Voraussetzungen für eine dreidimensionale Visualisierung des Leitungsbestandes noch nicht umfassend gegeben sind. Besonders im Bereich der Ortsnetze sind noch nicht ausreichend viele und genaue Höhendaten vorhanden.

Sie zeigt aber auch, dass die EW Eichsfeldgas GmbH auf dem richtigen Weg ist, indem sie die Modernisierung und Aktualisierung der Bestandsdaten stetig fortsetzt.

Wenn alle Bestandsdaten in digitaler, dreidimensionaler Form vorliegen, ist eine solide Grundlage für die 3D-Modellierung des Leitungsbestandes geschaffen.

Aus diesem Grund sollte die Erfassung neu verlegter Erdgasleitungen in Zukunft nur noch mit elektronischen Messverfahren, wie Tachymetrie und GPS, erfolgen. Dies stellt eine einfache dreidimensionale Datenerfassung und hohe Qualität der Daten sicher.

In diesem Zuge könnte auch eine Überarbeitung der technischen Richtlinie TR-N 351 sinnvoll sein. Diese Richtlinie bildet eine Vermessungsvorschrift für alle Vermessungsarbeiten der EW Eichsfeldgas GmbH. Dieses Thema wird im Kapitel 5 näher betrachtet.

Ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt ist die Aufarbeitung der verschiedenen Höhenbezugssysteme. Nur wenn hier eine einheitliche Basis geschaffen wird, ist eine leitungsübergreifende Visualisierung fehlerfrei möglich.

Hier sind verschiedene Lösungen möglich. Zum einen könnte das bereits am häufigsten vertretene Höhenbezugssystem SNN 76 als Standardhöhenbezugssystem gewählt werden. Dies hätte den Vorteil, dass der Konvertierungsaufwand relativ gering wäre. Eine weitere Variante wäre das aktuelle amtliche Höhenbezugssystem DHHN 92 als Standard einzuführen. Das brächte zwar einen hohen Konvertierungsaufwand mit sich, würde aber die Verwendung von Erzeugnissen der Landesvermessung ermöglichen. Beispielhaft sind hier Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) und digitale Geländemodelle (DGM) zu nennen.

3 3D-Symbolisierung und Signaturenkatalog

Nachdem in Kapitel 3 die erste Grundlage der dreidimensionalen Visualisierung untersucht wurde, soll jetzt eine zweite wichtige Grundlage geschaffen werden. Aufbauend auf dem in der Projektarbeit „Konzeption eines 3D-Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“ konzipierten Symbolkataloges, erfolgt nun die Testung der dort erstellten Symbole und falls notwendig deren Veränderung und Präzisierung. Weiterhin werden fehlende Signaturen ergänzt sowie Vorschläge für die Visualisierung zusätzlicher Informationen zum Leitungsnetz gegeben.

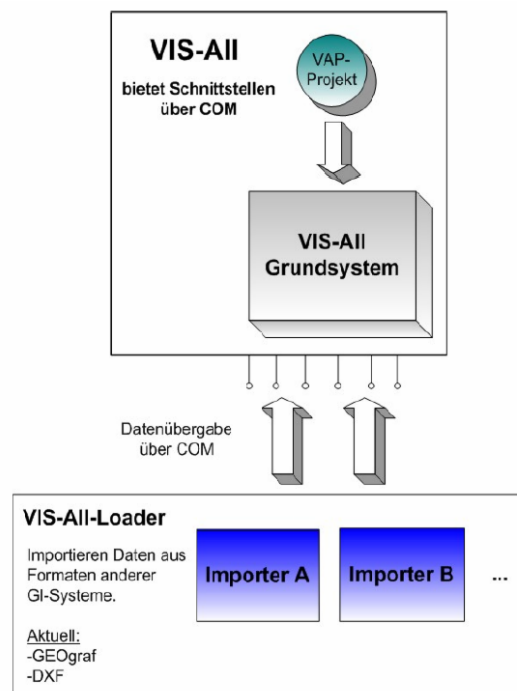
Testung und 3D-Visualisierung werden mit dem Programm VIS-All® des Unternehmens Software-Service John durchgeführt. Daher sollen zunächst einige technische Prinzipien und Grundlagen der Arbeit mit diesem System untersucht und erläutert werden.

3.1 VIS-All®

„Die Hauptanwendung von VIS-All® besteht in der 3D-Darstellung von Ortslagen, Geländeausschnitten, Symbolen oder Leitungsverläufen und die anschließende Simulation von verschiedensten Dingen und Zuständen (Schatten, Hochwasser, Bewegungen, ...) sowie die interaktive Arbeit innerhalb der 3D-Szene. VIS - All® 3D ermöglicht das Visualisieren von Daten verschiedener Herkunft. Diese Daten können in einzelnen Fenstern parallel angezeigt und somit direkt verglichen werden. Daher der Name: VIS-All®: ‚visualisiere alles‘ “ (VIS-All® (PDF-Handbuch), 2007, S. 4)

3.1.1 Prinzip des Datenimports

VIS-All® arbeitet mit Hilfe offen gelegter COM-Schnittstellen. Hierdurch ist es dem Programm möglich, eine Anbindung an verschiedene CAD-Systeme und Geographische Informationssysteme herzustellen. Dabei muss zwischen aktiven und passiven Systemen unterschieden werden. Bei aktiven Programmen, wie zum Beispiel ArcView® (ESRI Geoinformatik GmbH) und Geomedia® (Intergraph Corporation), werden die Daten vom jeweiligen Programm aus verschoben. Hier wird VIS-All® lediglich als Erweiterung in das Programm eingebunden. Die passiven Systeme, zu denen zum Beispiel AutoCAD® (Autodesk) und auch das verwendete GEOgraf (HHK Datentechnik GmbH) zu zählen sind, werden von VIS-All® angesteuert und somit die Daten eingelesen. Dabei konvertiert das Programm die jeweiligen Datenformate in die von der COM-Schnittstelle benötigte Struktur. Während des Einlesens wird über eine Konfigurationsdatei der 3D-Symbolkatalog mit den entsprechenden Daten verknüpft. Gleichzeitig wird eine Datenbank erzeugt. Darin werden zu jedem eingelesenen Element die zugehörigen Werte gespeichert. (Software-Service John, 2007, S. 8)



(Quelle: VIS-All® Desktophilfe, 2006)

Abb. 3.1: VIS-All®-Loader

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, in VIS - All® Plugins einzufügen, mit deren Hilfe das Programm beliebig erweiterbar ist, sowie die dargestellten 3D-Szenen direkt beeinflusst werden können.

3.1.2 3D-Elementtypen

VIS-All® greift zur Erstellung einer 3D-Szene auf drei Grundelemente zurück. Es handelt sich dabei um punktförmige Symbolik, linienförmige Symbolik und flächenförmige Objekte. Diese Grundelemente besitzen bestimmte Eigenschaften und werden vom Programm unterschiedlich verarbeitet.

- **Punkte/Punktförmige Symbolik**

Punkte dienen in der 3D-Szene im Wesentlichen zwei Zwecken. Zum einen als geometrischer Punkt zur Wiedergabe von geometrischen Informationen, zum Beispiel als Rasterpunkt im digitalen Geländemodell. In diesem Fall besitzen die Punkte zumeist keine Symbolik. Zum anderen können Punkte als Punktsymbol ausgeprägt sein. Dann geben sie sowohl geometrische als auch semantische Informationen wieder.

Jedes Punktsymbol muss eine eindeutige Bezeichnung besitzen, um vom System angesprochen werden zu können. Zudem verfügt es über einen Referenzpunkt. Dieser bekommt beim Import die Punktkoordinaten aus dem CAD-System zugewiesen. Der Referenzpunkt hat die Größe Null und stellt den Anfangs- oder Endpunkt für Linien dar. Weiterhin besitzt jedes Symbol als Pflichtattribute eine Größe und eine Ausrichtung.

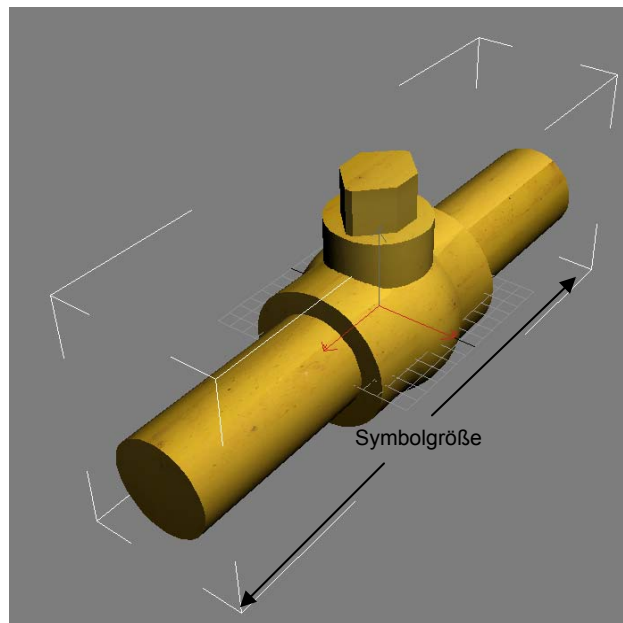


Abb. 3.2: Symbolgröße unsymmetrischer Symbole

Zur Festlegung der Größe wird virtuell ein Quader um das Punktsymbol gelegt. Bei symmetrischen Punkten sind alle Außenkanten gleich lang und die Symbolgröße entspricht der Kantenlänge. Um unsymmetrische Symbole entsteht dabei jedoch ein Quader mit verschiedenen langen Kanten. In diesem Fall ist die Punktgröße gleich der längsten Quaderkante.

Die Ausrichtung entspricht einer Drehung um die Z-Achse und somit einer Horizontalrichtung. Hier ist es möglich, einen bestimmten Wert vorzugeben oder die entsprechende Symbolrichtung aus dem CAD-System zu übernehmen.

In VIS-All® ist die Verwendung vier verschiedener Arten von Punktsymbolen möglich. Dazu gehören jeweils statische und animierte Symbole im DirectX- sowie im XML-Format. Da eine Verarbeitung der Punktsymbolik im XML-Format sehr aufwendig und rechenintensiv ist, wird für diese Arbeit eine Symbolik im DirectX-Format verwendet. Die Symboldefinition für solche Symbole besteht aus zwei Teilen, einer Symbolidentifikation im XML-Format (s. Anlage 7) und dem eigentlichen Symbol im DirectX-Format.

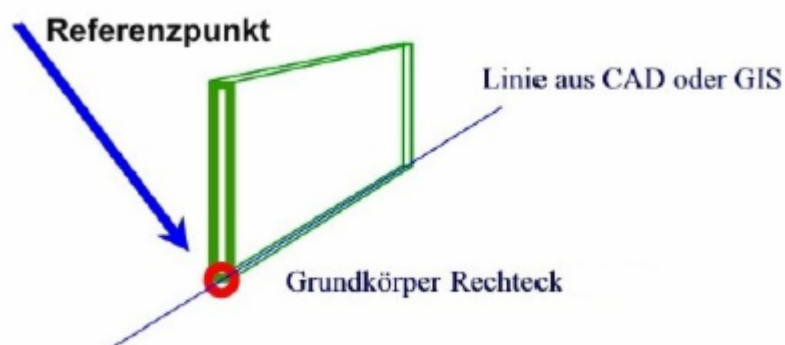
Um diese Symbole zu erstellen, wird ein 3D-Konstruktionsprogramm benötigt. Dabei stehen entweder die kommerzielle Software 3D-StudioMax oder mit dem Programm Blender auch Freeware zur Auswahl. In diesen Programmen werden Form und Farbe, gegebenenfalls auch Textur und Transparenz festgelegt. Anschließend werden die entworfenen Symbole in das DirectX-Format exportiert.

- **Linien/Linienförmige Symbolik**

Bei Linien unterscheidet VIS-All® zwei Gruppen. Zum einen sind dies Linien des DGM. Diese werden lediglich als Linien ohne Ausgestaltung dargestellt und sind als Maschen und Umringslinien Grundlage der DGM-Generierung. Sie werden in unterschiedliche Horizonte eingeteilt und können ein- und ausgeblendet werden.

Zum anderen kann VIS-All® Linien verarbeiten, die eine Symbolik beinhalten. Dies können zum Beispiel Rohrleitungen, Kabel oder Mauern sein.

Eine solche Symbollinie wird analog zu den Punktsymbolen durch einen Namen eindeutig gekennzeichnet und erhält einen Durchmesser und eine Farbe als Pflichtattribute. Eine automatische Texturierung oder mehrfarbige Darstellung der Linien ist nicht möglich. Die Texturierung kann aber später per Hand in der Grafik nachgeholt werden.



(Quelle: VIS-All® DesktoPHilfe, 2006)

Abb. 3.3: Aufbau der Liniensymbolik

Die dreidimensionale Umsetzung der Symbolik erfolgt für Linien mittels einer XML-Datei (s. Anlage 8). In dieser Datei sind der Querschnitt der Linie, auch Grundkörper genannt, und deren Referenzpunkt festgelegt. Um die Symbolik zu erzeugen, wird dieser Querschnitt entlang der entsprechenden CAD-Linie so oft wie nötig aneinandergereiht.

- **Flächenförmige Objekte**

Auch hier unterscheidet VIS-All® zwei Arten: Objekte, die eine Fläche darstellen und solche, die Gebäude oder andere bauwerkähnliche Elemente symbolisieren. Flächen erhalten extern als Attribute lediglich einen Namen und eine Farbe zugewiesen, wohingegen Gebäudeobjekte zusätzlich durch eine Höhe und eine Kellertiefe attribuiert werden. Die Höhe wird vom höchstgelegenen, die Kellertiefe vom niedrigsten Gebäudepunkt aus abgetragen. Dabei besteht die Möglichkeit, den im CAD-System vergebenen Objektnamen, wenn dies entsprechend berücksichtigt wurde, als Gebäudehöhe zu übernehmen.

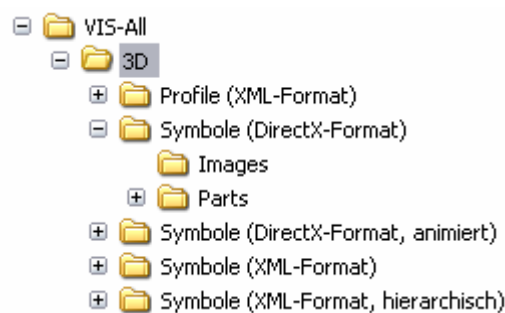
Für Gebäudeobjekte ist zudem die Darstellung der Dachform möglich. Dazu müssen zusätzlich Firstlinien in das Objekt aufgenommen werden. Diese sollten mit einer relativen Höhe, bezüglich der Traufe, versehen sein.

Sollte ein DGM im Auftrag vorhanden sein, werden flächenhafte Objekte automatisch mit diesem verschnitten, das heißt sie werden auf das DGM projiziert. Auch bei flächenförmigen Objekten ist eine manuelle Texturierung nach dem Einlesen in VIS-All® möglich. Hierdurch wird die Schaffung eines noch realistischeren Abbildes der Erdoberfläche erreicht.

3.1.3 3D-Symbolbibliothek

Um für die 3D-Darstellung benötigte Symbole zu verwalten, benutzt VIS-All® eine Symbolbibliothek. In dieser sind die einzelnen Symbole in einer Ordnerstruktur abgelegt. Die Gliederung erfolgt nach Symboltypen.

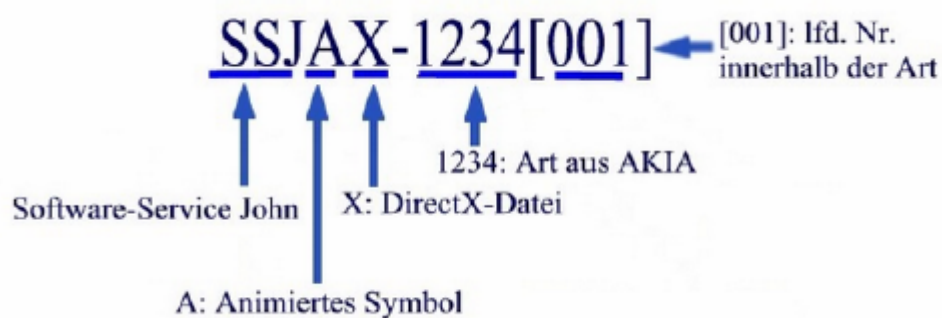
DirectX-Symbole werden dabei entsprechend ihres zweiteiligen Aufbaus in zwei Stufen abgelegt. Im übergeordneten Verzeichnis „Symbole (DirectX-Format)“ werden die XML-Symbolidentifikationen und in dem Verzeichnis „Parts“ die zugehörigen Symbole abgelegt. (Software-Service John, 2007, S. 63) Dieses ist wiederum in Unterverzeichnisse eingeteilt, in denen die Symbole nach Sinnzusammenhängen zusammengefasst sind. Zusätzlich existiert ein Verzeichnis „Images“, in dem Abbildungen der einzelnen Elemente abgelegt werden können. Auf diese Abbildungen wird im Zusammenhang mit einer Symbolvorschau zurückgegriffen.



(Quelle: VIS-All® Desktophilfe, 2006)

Abb. 3.4: Ordnerstruktur der Symbolbibliothek

Um die Datenstruktur zu vereinheitlichen, werden innerhalb der Symbolbibliothek alle Symbole nach einem vorgegebenen Schema benannt.



(Quelle: VIS-All® Desktophilfe, 2006)

Abb. 3.5: Symbolbezeichnung im Symbolkatalog

Die Bezeichnung, der in dieser Arbeit erstellten Symbole, fand analog diesem Schema statt. Um eine Differenzierung zu den vorhandenen Symbolen zu erzielen, wurden aber die ersten drei Stellen der Bezeichnung durch das Kürzel des

Autors ersetzt. Zudem entsprechen die aufgeführten Arten nur bedingt dem AKIA-Katalog, da die EW Eichsfeldgas GmbH ihren Artenkatalog teilweise abweichend von AKIA umgestellt hat.

3.1.4 3D-Konfigurationsdatei

Eine weitere wichtige Grundlage der Umsetzung der 2D-CAD-Grafik in eine 3D-Darstellung mittels VIS-All® ist die 3D-Konfigurationsdatei (s. Anlage 9).

Diese Datei mit der Endung „*.mpd“ enthält die Konvertierungsrichtlinien für die Generierung der 3D-Elemente in VIS-All®. Sie besteht im Wesentlichen aus fünf Teilen.

- **HEADER**

Im HEADER wird der Typ der Datenbank festgelegt, in die beim Einlesen der Daten die zugehörigen Datenbankeinträge erfolgen sollen. Standardmäßig wird hier eine Microsoft Access-Datenbank verwendet.

- **TYPES**

Im Abschnitt TYPES werden alle verfügbaren 3D-Symbole mit ihren Attributen und Standardattributwerten aufgeführt.

- **MAP**

Hier findet die eigentliche Zuordnung statt. Jedes Element des CAD-Auftrages wird einem 3D-Element zugewiesen. Außerdem kann an dieser Stelle die Verwendung anderer Attributwerte, abweichend von den Standardattributwerten, festgelegt werden.

Einen NOMAP-Eintrag erhalten Elemente, denen kein 3D-Element zugeordnet werden soll. Dies kann der Fall sein, wenn das betreffende Element bereits Bestandteil eines Gebäudes, einer Fläche bzw. eines Horizontes ist oder einfach nicht dargestellt werden soll.

- **CREATOR3D**

Dieser Abschnitt beschreibt die Besonderheit der 3D-Darstellung von Gebäudeobjekten. Es wird die Abbildung der Firstlinie als zusätzliche Linienart am Gebäude definiert.

- **DTM**

Der Abschnitt DTM dient der Zuordnung bestimmter Linienarten zu einem Horizont im digitalen Geländemodell. Mit NODTM werden Linien zugeordnet, die nicht im DGM verwendet werden.

(VIS-All® DesktoPHilfe, 2006, Abschnitt: Die Konfigurationsdatei)

Bei der vorgestellten Konfigurationsdatei handelt es sich um eine Textdatei, die beim Einlesevorgang mittels VIS-All®-Datenreader erzeugt wird. Im Nachhinein kann diese mittels eines einfachen Texteditors, wie zum Beispiel dem Windows Editor oder dem Cremer Editor „CREDIT“, überarbeitet werden.

3.2 Testung und Präzisierung der vorhandenen Symbolik

Nachdem die wesentlichen Grundlagen der 3D-Darstellung in VIS-All® erläutert sind, werden nun die Ergebnisse der Testung des in der Projektarbeit erstellten Signaturenkataloges (s. Anlage 10) aufgezeigt.

Für die Testung wurde auf GEOgraf-Projekte der EW Eichsfeldgas GmbH zurückgegriffen. In den genutzten Projekten lagen nahezu alle Höhen in absoluter Form vor. Auf eine Visualisierung der Topographie wurde im Zuge der Symboltestung zunächst verzichtet, da es sich bei der Symbolik nur um unterirdische Objekte handelte.

Besonderes Augenmerk wurde bei der Testung auf die richtige Umsetzung der Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten, die richtigen Größenverhältnisse und eine realitätsnahe Visualisierung gelegt.

Auf Grund ihrer unterschiedlichen Handhabung müssen punkt- und linienförmige Symbole getrennt voneinander betrachtet werden.

3.2.1 Punktförmige Symbole

Ein Großteil der Symbolik besteht aus punktförmigen Symbolen (s. Anlage 11). Diese wurden innerhalb der Projektarbeit, anhand der technischen Richtlinie TR-N 350, sehr detailliert umgesetzt. Bei der Testung ergab sich eine Reihe von Problempunkten. Für sämtliche Symbole musste die Symbolgröße angepasst und neu festgelegt werden. Weiterhin stellte sich heraus, um eine automatische Umsetzung zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, die Symbolrichtung aus GEOgraf zu übernehmen. Im Folgenden werden die weiteren symbolspezifischen Probleme aufgezeigt:

- **Fehlende Symbolik für Leitungspunkte**

In der TR-N 350 ist für Leitungspunkte keine Symbolik vorgesehen, da bei der manuellen Zeichenausführung eine Linie direkt in die nächste übergeht.

Wird der Leitungsverlauf dreidimensional visualisiert, ergeben sich schon bei geringen Biegungen innerhalb des Leitungsverlaufs unschöne Fehlstellen an den aufgenommenen Leitungspunkten. Diese Aussage trifft gleichermaßen auch für andere linienförmige Objekte, wie Kabel und Bandisen, zu.

Die Lösung für dieses Problem können als Kugel bzw. bei rechteckigem Leitungsquerschnitt als Zylinder symbolisierte Leitungspunkte sein. In diesem Zuge kann auch die gesonderte Visualisierung der Eckpunkte entfallen, weil im Prinzip jeder Knickpunkt auch ein Eckpunkt der Leitung ist.

Wichtig ist, dass jeder Leitungspunkt den gleichen Durchmesser wie die anliegenden Rohrleitungen besitzt. Da in den Artendateien der EW Eichsfeldgas GmbH die unterschiedlichen Rohrstärken unterschieden werden, stellt diese Umsetzung kein Problem dar. In Abbildung 3.6 sind beide Visualisie-

rungen zu sehen; links ohne Darstellung des Leitungspunktes und rechts mit Leitungspunkt.

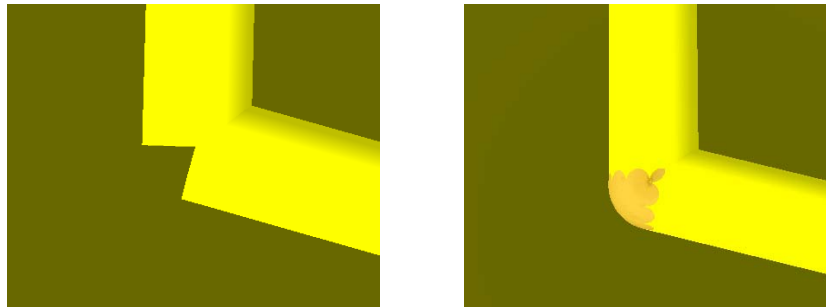


Abb. 3.6: Leitungsknickpunkt ohne/mit Punktsymbol

Aus dieser Abbildung resultiert auch direkt der nächste Problempunkt. Im rechten Bild ist deutlich der Farbunterschied zwischen Rohrleitung und Punktsymbol erkennbar. Dieses Problem tritt bei allen Punktsymbolen auf. Es entsteht aus der Tatsache, dass Punktsymbole beim Entwurf texturiert werden können, dies jedoch bei Liniensymbolen erst in aufwändiger Handarbeit in der Grafik möglich ist. Deshalb stellt sich an dieser Stelle die Frage, ob es überhaupt sinnvoll ist, Punktsymbole zu texturieren oder auch hier eine einfache Farbe zu verwenden. Vom optischen Gesichtspunkt her betrachtet, ist diese Frage leicht beantwortet, da die texturierten Symbole zwischen den Rohrleitungen wie Fremdkörper wirken. Der optische Unterschied bringt aber auch einen großen Vorteil mit sich. Die angemessenen Punkte, also die Träger der eigentlichen Informationen, sind auf den ersten Blick erkennbar und können somit leicht ausgemacht und selektiert werden. Letztendlich ist es eine Entscheidung, die jeder Nutzer nach seinen Bedürfnissen und Prioritäten selbst treffen muss. Zumal es keinen großen Aufwand darstellt, die Symbole, anstelle von Texturen, mit einer Farbe zu versehen. Da die Vorteile texturierter Symbole jedoch nicht von der Hand zu weisen sind, sollte die EW Eichsfeldgas GmbH diese nutzen. Daher wird die in der Projektarbeit bisher verwendete Texturierung der Symbolik in dieser Arbeit beibehalten.

- **Position des Referenzpunktes**

Bei allen im Zuge der Projektarbeit konstruierten Punkten war der Referenzpunkt des Symbols an der Stelle positioniert, an der das Objekt in der Örtlichkeit angemessen wird. Der Aufnahmepunkt ist im Allgemeinen die Oberkante bzw. der höchste Punkt der Objekte. In der 3D-Darstellung hat dies die in Abbildung 3.7 gezeigte Auswirkung.

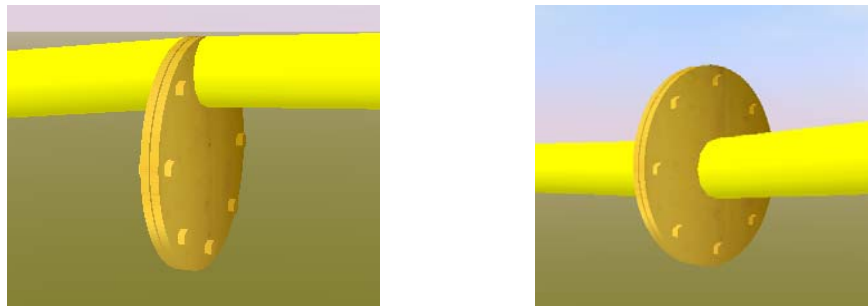


Abb. 3.7: 3D-Darstellung links mit identischem Referenz- und Aufnahmepunkt und rechts mit zentrischem Referenzpunkt

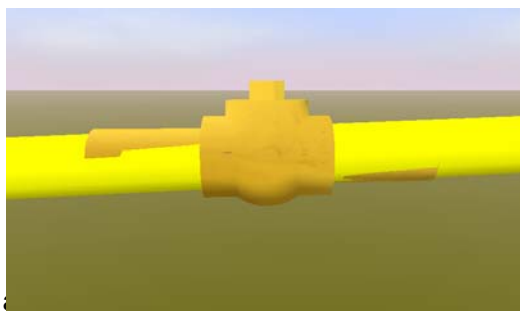
Diese Abbildung entspricht selbstverständlich nicht der Realität und ist daher nicht akzeptabel. Eine Lösungsmöglichkeit wäre, nun den Referenzpunkt des Punktsymbols an den Referenzpunkt der Rohrleitung anzupassen. Bei einer anderen Leitungsdimension würde es jedoch wiederum zu Darstellungsproblemen kommen. Es müsste dann für jede Leitungsdimension ein entsprechendes Punktsymbol konstruiert werden. Daraus würde ein enormer und unnötiger Aufwand entstehen, da dies für jedes Punktsymbol notwendig wäre. Die einfachste und ökonomischste Lösung ist in diesem Fall den Referenzpunkt für Punktsymbole und Rohrleitungen in das Zentrum des jeweiligen Symbols zu verlegen. Bei unsymmetrischen Symbolen sollte der Referenzpunkt an die Stelle gelegt werden, an der das Zentrum der Rohrleitung ankommen soll. Mit diesem Schritt sind die Punktsymbole unabhängig von der Rohrleitungsdimension anwendbar.

Allerdings hat diese Vorgehensweise auch Konsequenzen. Rohrleitungen und Symbole werden durch den Höhenunterschied zwischen Aufnahmepunkt und Referenzpunkt in einer falschen Tiefenlage dargestellt. Außerdem kann es zu Leitungssprüngen an besonders großen Elementen wie

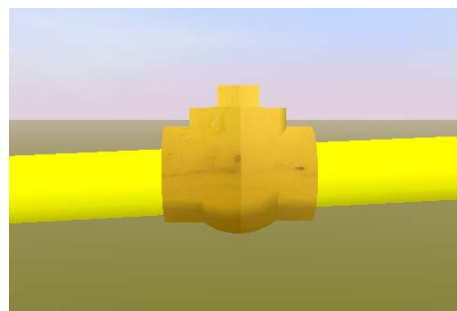
Schiebern kommen. Dieser Nachteil ist nur durch eine Änderung und Anpassung der Höhenmessung bzw. Höhenumsetzung zu beheben. Im Gegensatz zum Vorgehen der EW Eichsfeldgas GmbH ist bei einigen Versorgungsunternehmen, wie zum Beispiel den Stadtwerken Dresden, eine Höhenreduktion auf die Leitungsmitte bereits Bestandteil der Planerstellung. Wie dies auch bei der EW Eichsfeldgas GmbH realisiert werden könnte, soll zu einem späteren Zeitpunkt untersucht werden. Für die Testung werden die Höhen in GEOgraf manuell um den Höhenunterschied zwischen Aufnahme- und Referenzpunkt angepasst.

- **Detailtreue der Symbolik**

Einen weiteren Problempunkt stellte die Detailtreue der Symbole dar. Im besonderen Maße kam dies bei der Umsetzung der Kugelhähne und Schieber zum Ausdruck. Durch die sehr realistische Darstellung der Objekte besitzen die Symbole eine große Ausdehnung in Leitungsrichtung. Verläuft nun eine Rohrleitung, zum Beispiel wegen einer zu gering aufgenommen Punktdichte, nicht genau waagerecht oder ist diese im Bogen verlegt, kommt es durch die waagerechte Lage und starre Form des Symbols dazu, dass die Rohrleitung in der Darstellung an einer falschen Stelle aus dem Symbol austritt.



a) detailgetreue Darstellung



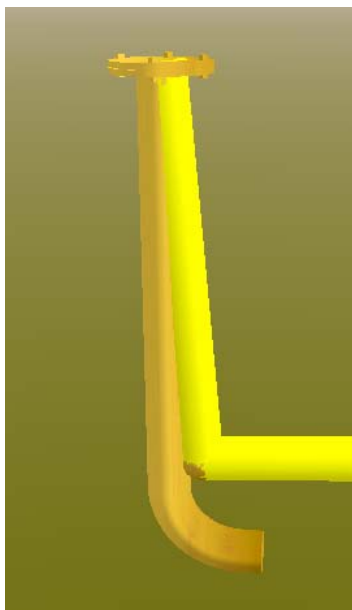
b) generalisierte Darstellung

Abb. 3.8: Darstellung eines Kugelhahnes

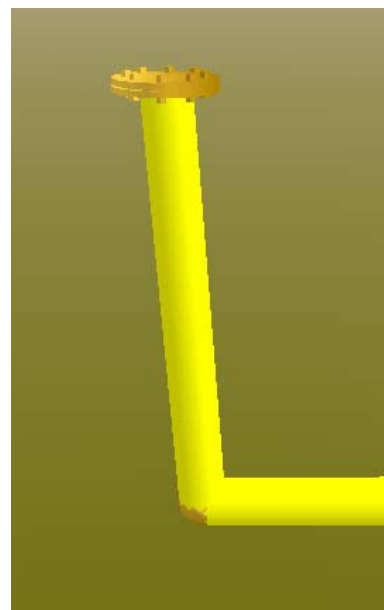
Die gleiche Szenerie wird weitaus zufrieden stellender und realitätsnäher abgebildet, indem man die Symboldarstellung generalisiert und auf die am Objekt vorhandenen Leitungsstummel verzichtet.

Analog gilt dies für die Symbolik des Schiebers, des Stahl-Überschiebers, der Materialänderung sowie des Isolierstücks. Bei den drei letztgenannten Symbolen war zusätzlich die Änderung der Textur notwendig, da der aufgebrachte Schriftzug bereits beim Symbolentwurf entweder stark verzerrt oder auf einer Symbolseite auf dem Kopf stehend umgesetzt wird. Anstelle der Schrifttextur wurde der Text als gesondertes Symbol entworfen und mit dem eigentlichen Objektsymbol verschmolzen.

Ähnliche Probleme traten bei der Abbildung der Ausbläser auf. Diese wurden in der Projektarbeit vollständig als Symbol erstellt. Da in der Realität diese Bauteile in ihren Längenverhältnissen aber den örtlichen Gegebenheiten individuell angepasst werden, ist eine Darstellung als Rohrleitung mit aufgesetztem, waagrechtem Flansch in diesem Fall sinnvoller.



a) Darstellung als Symbol



b) Kombination aus Rohrleitung und Flansch

Abb. 3.9: Darstellung eines Ausbläses

Die in Abbildung 3.9 sichtbare Schräge der aufsteigenden Leitung entspricht nicht der Realität. Sie rührt aus der Vermessung ohne Exzentrum und ist nur durch manuelle Nacharbeit zu beheben, da sie je nach Situation in verschiedene Richtungen wirken kann.

Ebenfalls zum Punkt Generalisierung können die Veränderungen an den Symbolen für Anbohrmuffe, Sperrblasensetzarmatur und Messkontakt gezählt werden. Diese Symbole wurden in der Projektarbeit in Verbindung mit einem Leitungsabschnitt visualisiert. Dies hätte zur Folge, dass entsprechend für jede Leitungsdimension ein Symbol konstruiert werden müsste. Wenn aber ausschließlich das Bauteil umgesetzt wird, kann auf diesen Mehraufwand verzichtet werden.

- **Problematic Nennweitenänderung**

Die Nennweitenänderung symbolisiert den Übergang von einer größeren Leitungsdimension zu einer kleineren. Im Rahmen der Projektarbeit wurde hierfür bereits ein abstraktes Symbol eingeführt. Dieses Symbol hat auch in den Tests seine Eignung bewiesen. Einziges Manko war, dass nur ein solches Symbol existierte. Um jedoch eine ansprechende Visualisierung zu erzielen, ist es unbedingt notwendig, den größeren der beiden anliegenden Rohrdurchmesser zu berücksichtigen. An diesen muss die Symbolgröße angepasst werden. Es bestehen zwei Möglichkeiten diesen Sachverhalt umzusetzen: Entweder die Symbolgröße wird in Handarbeit in der 3D-Grafik geändert oder die unterschiedlichen Nennweitenänderungen werden bereits in GEOgraf berücksichtigt und dort jeweils als eigenständige Art eingeführt. Die zweite Variante ist zu bevorzugen, da hierdurch eine automatische Umsetzung der Symbolik möglich ist.

Punktart	Nennweitenänderung
**62	63/X
**63	90/X
**64	125/X
**65	180/X
**66	225/X
**67	300/X
**68	400/X

Tab. 3.1: Übersicht der Punktarten für Nennweitenänderungen

Werden nun die bei der EW Eichsfeldgas GmbH eingesetzten Leitungsdimensionen in die Betrachtung einbezogen, wird deutlich, dass insgesamt sieben Nennweitenänderungen unterschieden werden müssen. Dies erfordert eine Ergänzung der Artdateien der EW Eichsfeldgas GmbH. Für die entsprechenden Objekte wurden die in Tabelle 3.1 ersichtlichen Punktarten für alle Druckbereiche geschaffen. Dabei bezeichnet die Zahl die größere anliegende Leitungsdimension und das „X“ steht für eine beliebige kleinere Dimension.

- **Unnötige Punktsymbole**

Hierbei handelt es sich um Symbole, die durch den Leitungsverlauf an sich oder durch die Symbolik für Leitungspunkte ersetzt werden können, ohne dass ein Qualitätsverlust in der Darstellung entsteht. Zudem wird durch die Umsetzung mit den o. g. Mitteln die Problematik der Symbolgröße bei verschiedenen Leitungsdimensionen, ähnlich der Nennweitenänderung, umgangen. Auf diese Art kann die Punktsymbolik für T-Stück, Eckpunkt, Mantelrohr, Betonabdeckung und Leitungsende problemlos ersetzt werden.

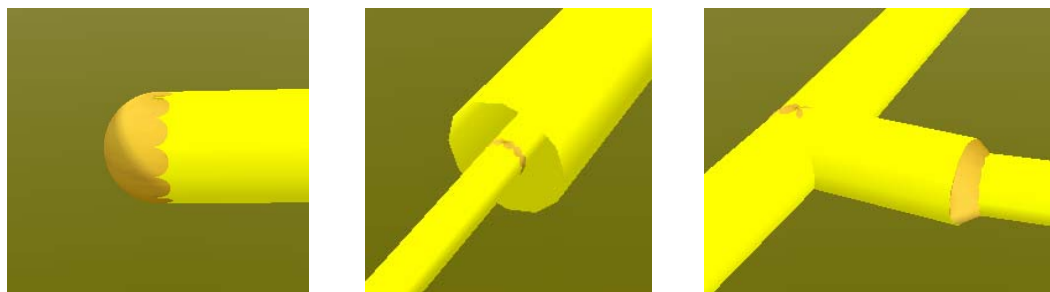


Abb. 3.10: Darstellung von Leitungsende, Mantelrohr und T-Stück mittels Rohrleitung und Leitungspunkten

- **Beibehaltene Punktsymbole**

Die Punktsymbolik für Kabelmuffe, Fremdstromanodenanlage, Magnesiumanode und Dauerbezugssonde wurde nicht verändert. Es erfolgte lediglich eine Verschiebung des Referenzpunktes.

Auch die Form der Flanschsymbole blieb erhalten. Allerdings wurde hier die Farbgebung an die der übrigen Leitungsbauteile angepasst, um eine bessere Zuordnung zum Medium zu gewährleisten.

3.2.2 Linienförmige Symbole

Linienförmige Symbole (s. Anlage 12) dienen vor allem der Visualisierung von Rohrleitungen. Sie werden aber auch für die Darstellung von Mantelrohren, Betonabdeckungen, Kabeln und Erdungsbändern benötigt. Hierbei ist das Grundprinzip jeweils das gleiche, lediglich der Querschnitt der dargestellten Linie ändert sich. Erdgasleitungen, Mantelrohre und Kabel besitzen einen kreisförmigen Querschnitt. Wohingegen das Erdungsband über einen rechteckigen und die Betonabdeckung über einen rechteckigen Querschnitt mit einer halbkreisförmigen Aussparung an der Unterseite verfügen.

Wie bereits in Abschnitt 3.1.2 angedeutet, können Linien während des Entwurfs nicht texturiert werden. Außerdem kann jeder Linie nur eine Farbe als Attribut zugewiesen werden. Daraus folgen einige Änderungen an den bereits erstellten linienförmigen Symbolen.

- **Rohrleitungen und Kabel**

Für Leitungen ergibt sich aus o. g. Tatsache die Schlussfolge, dass anstelle der vorgesehenen Textur eine Farbe verwendet werden muss. Um den Unterschied zwischen Kabeln und Rohrleitungen hervorzuheben, sollten unterschiedliche Farbtöne verwendet werden. Rohrleitungen können mit einem kräftigen Gelbton, Kabel eher mit einem blassen Gelb versehen werden.

Auf Grund dessen, dass die Angabe der Leitungsdimension in Verbindung mit der Textur erfolgte, ist deren Umsetzung nicht mehr möglich. Diese Information kann nur durch Selektion in der Grafik, anhand der Punktart, abgerufen werden.

- **Stillgelegte- und Fremdleitungen**

Der Erstentwurf für stillgelegte Leitungen sah eine zweifarbige Umsetzung vor. Sie sollten blass-gelb, mit einem schwarzen Kreuz versehen, abgebildet werden. Dies ist nach obigen Erkenntnissen mit nur einer Linienart nicht möglich. Es ist folglich erforderlich, nach Alternativen zu suchen. Eine Möglichkeit wäre, die Leitungspunkte der stillgelegten Leitungen als Kreuz zu modellieren und die Rohrleitung weiterhin gelb zu belassen. Auf diese Weise würde eine der 2D-Grafik sehr ähnliche Symbolik entstehen.

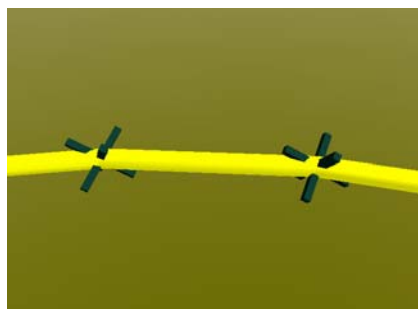


Abb. 3.11: Stillgelegte Leitung mit Kreuzsymbolik

Eine solche Symbolisierung gibt jedoch ein sehr unrealistisches Bild der Rohrleitung wieder. Es bietet sich daher an, eine andere Art der Darstellung zu verwenden.

Bei der Bearbeitung der redaktionellen Vorlage der topographischen Karten wurden entfallende Angaben violett gekreuzt. Es besteht also die Möglichkeit die Farbe Violett zur Darstellung von stillgelegten Leitungen zu nutzen.

Um die Zugehörigkeit zum Gasleitungsnetz abzubilden, ist es allerdings vorteilhaft keine rein violette Leitung zu verwenden.

Werden im CAD-System zwei Linien verschiedener Art übereinander gelegt, kann mit einer entsprechenden 3D-Liniendefinition eine zweifarbige Linie nachgebildet werden. Dazu wird über die kontinuierlich gelbe Erdgasleitung eine aus sechs violetten Streifen bestehende zweite Linienart gelegt.

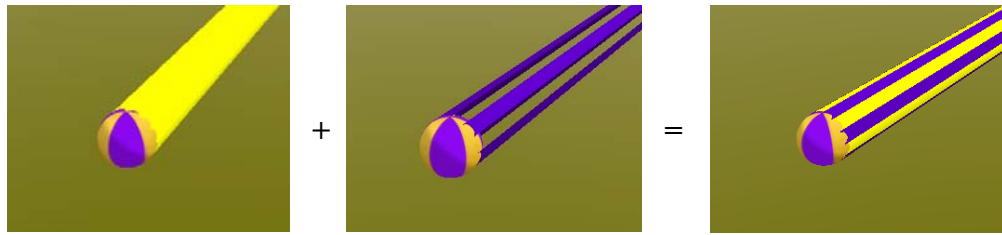


Abb. 3.12: Erstellung der Symbolik für stillgelegte Rohrleitungen

Der entscheidende Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass für alle Medien nur eine einzige Linienart für stillgelegte Leitungen notwendig ist. Diese kann problemlos mit der entsprechenden Grundlinie jedes Mediums kombiniert werden. Abbildung 3.12 verdeutlicht die Erstellung einer solchen zusammengesetzten Linienart.

Auf diese Art und Weise kann auch die Darstellung von Fremdleitungen erfolgen. An Stelle der violetten Zweitlinie wird in diesem Fall einfach eine rote verwendet.

- **Mantelrohr und Betonabdeckung**

Mantelrohre werden wie Rohrleitungen in der Leitfarbe Gelb, aber mit einem entsprechend größeren Durchmesser abgebildet.

Betonabdeckungen erhalten einen rechteckigen Querschnitt mit einer halbrunden Aussparung in der Unterkante. Hierbei hat sich im Test bewährt, den Referenzpunkt in die Mitte der unteren Kante des Querschnittes zu verlagern. Als Farbe bietet sich Grau an, um das Material entsprechend zum Ausdruck zu bringen.

Bei beiden linienförmigen Symbolen wäre zumindest eine teiltransparente Darstellung wünschenswert, um den weiteren Leitungsverlauf verfolgen zu können. Hierfür bietet VIS-All® zum jetzigen Zeitpunkt jedoch keine Möglichkeit.

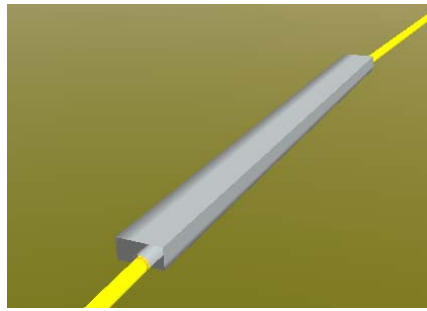


Abb. 3.13: Betonabdeckung

- **Bandeisen**

Bandeisen sind im Grunde genommen nichts anderes als Leitungen mit einem rechteckigen Querschnitt. In dieser Form sollten sie daher auch dargestellt werden. Als Farbe bietet sich hier ein heller, metallähnlicher Grauton an.

3.3 Erweiterung des 3D-Signaturenkataloges

In den bisherigen Betrachtungen wurde das Hauptaugenmerk auf die Visualisierung der unterirdischen Elemente des Leitungsnetzes gelegt. In diesem Kapitel soll nun der Signaturkatalog um die oberirdischen Elemente sowie eventuelle Verbindungselemente zwischen unterirdischem und oberirdischem Bauraum ergänzt werden.

Bei den fehlenden oberirdischen Objekten handelt es sich im Wesentlichen um bauliche Anlagen wie Regel- und Messanlagen, Kabelschränke, Hausanschluss- und KKS-Kästen sowie Gasmerkmale und verschiedene Schilderpfähle. Als Verbindungselemente sind Schieberkappen mit Gestänge und Ausbläserkappen zu nennen.

- **Bauliche Anlagen**

Diese Anlagen bestehen zumeist aus mehreren Einzelementen, die jedoch genormte Ausmaße besitzen. Dies ermöglicht die Erstellung allgemeingültiger Symbole. Eine andere Möglichkeit der Visualisierung solcher Anla-

gen ist die Verwendung flächenhafter Objekte, entsprechend der Umsetzung von Gebäuden in VIS-All®.

Würde diese Variante gewählt, müssten die Koordinaten der unteren Eckpunkte jedes Einzelelementes der Anlage bestimmt werden. Anschließend wäre die Erfassung der Elementhöhen und -tiefen notwendig. Mit diesen Messwerten könnte eine Anlage, mittels zweier flächenhafter Objekte, in der 3D-Grafik abgebildet werden. Eine Texturierung muss in diesem Fall nachträglich per Hand in der 3D-Grafik erfolgen. Insgesamt werden somit mindestens zehn Messwerte für die Visualisierung benötigt.

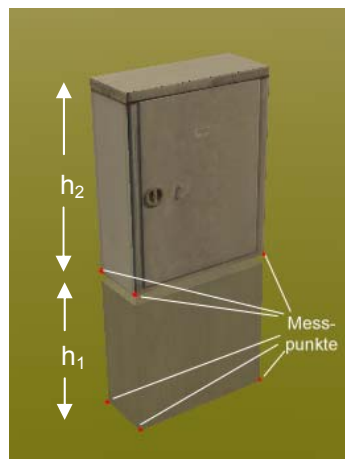


Abb. 3.14: Messwerte für eine Darstellung mittels flächenförmiger Objekte

Dem gegenüber erfordert die Darstellung der gleichen Anlage mittels eines Punktsymbols nur einen Messwert. Hierbei besteht die Problematik lediglich darin, dass dieser in der Mitte der Anlagenoberfläche erfasst werden muss. Bei niedrigen Anlagen wie Kabelschränken stellt dies kein Problem dar. Bei Regel- und Messanlagen mit einer Höhe von über zwei Metern ist die Messwerterfassung jedoch schon problematischer, aber nicht unmöglich. Da bei dieser Methode aber keinerlei manuelle Nacharbeit für eine korrekte Visualisierung entsteht, fallen diese erschwerten Aufnahmebedingungen weitaus weniger ins Gewicht.

- **Gasmerkstein und Schilderpfähle**

Der Gasmerkstein ähnelt äußerlich einem Betongrenzstein. Er besitzt die Form eines Pyramidenstumpfes. Auf der Oberseite ist der Schriftzug „Gas“ eingelassen. Dieser wurde auch im Modell umgesetzt, um eine Unterscheidung zu anderen Merk- und Grenzsteinen sicherzustellen.

Bei der 3D-Darstellung von Schilderpfählen müssen zwei Arten unterschieden werden, Schilderpfähle mit und ohne Markierungshaube. Schilderpfähle mit Messkontakt bedürfen keiner gesonderten Symbolik, da sie äußerlich den normalen Schilderpfählen gleichen.



Abb. 3.15: Schilderpfahl mit Markierungshaube und Schildertafeltextur

Die Schilderpfähle sind der Realität entsprechend gelb abgebildet. Um die Abbildung realistischer zu gestalten, wurde als Textur eine Schildertafel angebracht.

- **Verbindungselemente zwischen ober- und unterirdischem Bauraum**

Hierbei handelt es sich im Speziellen um Schieber- und Ausbläserkappen, die sowohl zum oberirdischen als auch unterirdischen Bauraum zu zählen sind. Sie sind an der Erdoberfläche sichtbar und ermöglichen den Zugriff auf unterirdische Elemente des Leitungsnetzes. Wie der Name bereits sagt, sind Ausbläserkappen die Zugangsmöglichkeit zu Ausbläsern. Es besteht jedoch keine Verbindung zwischen Ausbläser und Kappe. Schieberkappen hingegen beherbergen das obere Ende des Schiebergestänges, mit dem

das Öffnen und Schließen der darunter liegenden Schieber oder Kugelhähne möglich ist. Weil dieses Gestänge in der Realität von einem Mantelrohr geschützt wird, ist dessen Umsetzung unproblematisch. Es genügt ein graues Rohr, um einen realistischen Eindruck zu erzeugen. Gelb ist in diesem Fall als Farbwahl nicht geeignet. Hierdurch könnte der Eindruck entstehen, dass zwischen Schieber und Kappe eine Erdgasleitung verläuft.



Abb. 3.16: Schieberkappe mit Gestänge und Kugelhahn

In diesem Zusammenhang tritt ein anderes Problem in den Vordergrund. Für das Schiebergestänge existiert in den Artendateien der EW Eichsfeldgas GmbH keine Linienart. Um die Voraussetzung für eine Visualisierung herzustellen, muss eine neue Linienart geschaffen werden. Die Schieberkappe Gas ist als Punktart 576 definiert. Eine Linienart 576 ist im Artenkatalog noch nicht vergeben. Sinnvoll und logisch erscheint also, die Linie Schiebergestänge über diese Linienart zu beschreiben, und somit einen inhaltlichen Zusammenhang zur Schieberkappe herzustellen.

3.4 Visualisierung zusätzlicher Informationen

Neben der eigentlichen Visualisierung des Leitungsbestandes, also der Darstellung von Daten wie Lage, Größe und Richtung der verwendeten Bauteile, kann gerade im Hinblick auf den vorhandenen qualitativ sehr unterschiedlichen Datenbestand, die Abbildung zusätzlicher Informationen sinnvoll sein.

- **Differenzierung zwischen gemessenen und berechneten Daten**

Der Datenbestand der EW Eichsfeldgas beinhaltet sowohl dreidimensional vermessungstechnisch erfasste als auch konstruierte Leitungsdaten. Diese weisen qualitative Unterschiede in den Lage- und Höheninformationen auf. Um auch in der 3D-Grafik Aussagen zur Lagegenauigkeit der dargestellten Leitungen treffen zu können, wäre es sinnvoll, anhand der Symbole zu erkennen, ob es sich um berechnete oder gemessene Objekte handelt.

Eine Möglichkeit der Umsetzung bietet die im CAD-System GEOgraf mögliche Festlegung von Punktklassen. Hier werden die Lagekoordinaten und Punkthöhen je nach der Art des Berechnungsansatzes einer von vier Genauigkeitsklassen zugeordnet. Dabei unterscheidet GEOgraf die vier Klassen: ungültig, digitalisiert, gerechnet und fest, jeweils getrennt für die Lage und die Höhe eines Punktes.

Die Lageklasse ungültig bekommen Punkte zugewiesen, die mit der Maus frei positioniert wurden. Die beim Digitalisieren entstehenden Punkte erhalten die Klasse digitalisiert. Für konstruierte Punkte vergibt GEOgraf die Lageklasse gerechnet. Punkte der Klasse fest können nur mit dem Kommando Punkte einlesen in GEOgraf erzeugt werden. (GEOgraf, Desktophilfe V 3.0, Abschnitt Punktklasse)

Die so mit verschiedenen Klassen versehenen Punkte könnten daraufhin in der 3D-Grafik mit einer unterscheidbaren Symbolik differenziert dargestellt werden. Denkbar ist, Punkte mit absoluter Höhe weiterhin mit einer Textur und Punkte mit relativer Höhe mittels der Farbe Gelb entsprechend der Leitung abzubilden. Punkte ohne Höhe, für welche die Regelverlegetiefe angesetzt wird, können durch die Farbe Grau visualisiert werden. Sie steht im Allgemeinen für fehlende Informationen.



a) absolute Höhe - fest

b) relative Höhe - gerechnet

c) Regelverlegetiefe -
ungültig

Abb. 3.17: Abbildung der verschiedenen Punktklassen

Dieses Vorgehen ist im Moment jedoch programmtechnisch in VIS-All® noch nicht vorgesehen. VIS-All® ist momentan in Lage die Punktklassen als Attribute der eingelesenen Punkt mit abzufragen und auch abzuspeichern. Die Verarbeitung dieser Information zur Umsetzung von Symbolik ist zum jetzigen Zeitpunkt aber nicht implementiert.

Eine weitere Möglichkeit wäre, bereits bei der Konstruktion der Leitungspunkte andere Punktarten einzuführen. Dies würde allerdings eine umfassende Änderung und Erweiterung der Artendateien der EW Eichsfeldgas GmbH erfordern. Anschließend könnten diese neuen Punktarten, wie oben erwähnt, durch eine differenzierte Symbolik unterschieden werden.

- **Darstellung des tatsächlich erfassten Aufhaltepunktes**

Für eine ansprechende Visualisierung ist, wie in Abschnitt 3.2.1 erläutert, eine Verschiebung des Referenzpunktes in das Symbolzentrum notwendig. Dies hat zur Folge, dass die Punkthöhen vor der Umsetzung geändert werden müssen, da in der Örtlichkeit die Leitungsoberkante erfasst wird.

Als Kontrolle für eine korrekte Umsetzung und für bestimmte Anwendungen, wie die Planung von Baumaßnahmen, wäre es sinnvoll die originären Messdaten, also die tatsächlich aufgenommenen Punkte, ebenfalls im 3D-Modell darzustellen.



Abb. 3.18: Beispiel für die Darstellung des Aufhaltepunktes

Eine solche Darstellung kann als kleine Kugel oder Kreuz in einer prägnanten Farbe erfolgen. Wichtig wäre in diesem Zusammenhang, dass all diese Punkte die gleiche Art und Ebene besitzen, um sie in GEOgraf und VIS-All® schnell und einfach ein- und ausblenden zu können.

- **Darstellung der Gasflussrichtung**

Eine weitere interessante Zusatzinformation stellt die Darstellung der Gasflussrichtung im Leitungsnetz dar. Eine solche Abbildung der Strömungsverhältnisse ist vor allem im Zusammenhang mit Havarien sowie der Planung von Sanierungen und Umbaumaßnahmen nützlich. Anhand der Flussrichtung lässt sich planen, welche Absperreinrichtungen geschlossen werden müssen und welche Ersatzmaßnahmen, wie zum Beispiel Umgänge, notwendig sind.

Um eine Darstellung umsetzen zu können, müssen zunächst die Strömungseigenschaften im Erdgasleitungsnetz betrachtet werden. Im Gegensatz zu Abwasserleitungen, in denen das Abwasser durch die Schwerkraft vom höheren zum niedriger gelegenen Punkt fließt, entsteht in Erdgasleitungen die Strömungsbewegung durch Druckunterschiede. Das Erdgas wird an einer bestimmten Stelle in das Netz eingespeist. Diese Einspeisestellen sind die bereits bekannten Druck- und Regelanlagen. Würde kein Erdgas aus der Leitung entnommen, brähe der Einspeisevorgang bei einem bestimmten, vorgegebenen Druck ab. In diesem Fall befindet sich das Erdgas in der Leitung im Stillstand.

Wird nun an einer Stelle der Leitung Erdgas von einem Verbraucher entnommen, strömt das Gas dort, wegen des Überdruckes, aus. Dadurch baut sich der Druck innerhalb der Erdgasleitung ab. Der Einspeisevorgang beginnt wieder von neuem, das Gas fließt nach. Somit ist die Gasflussrichtung immer einheitlich vom Einspeisepunkt zum Verbraucher.

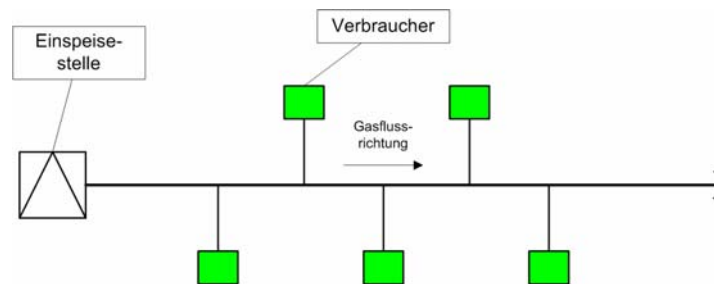


Abb. 3.19: Gasflussrichtung in Leitungen mit einem Einspeisepunkt

Besitzt aber ein Leitungsabschnitt zwei Einspeisepunkte oder befinden sich Schleifen im Leitungsnetz, sind die Strömungsverhältnisse weitaus schwieriger. In diesem Fall sind mehrere Flussrichtungen möglich, welche sich in einem Punkt treffen. Hier ist der Druck ausgeglichen und kein Gasfluss vorhanden. Die Bestimmung dieses Punktes gestaltet sich schwierig. Er ist von den Höhenunterschieden im Leitungsnetz und von der Erdgasabnahme der verschiedenen Verbraucher abhängig. Daraus folgt, dass dieser Punkt auch nicht konstant ist. Er verändert sich permanent durch unterschiedliche Erdgasabnahmen sowie bauliche Veränderung an dem betreffenden Leitungsabschnitt. Dies erschwert eine Darstellung der Gasflussrichtung erheblich.

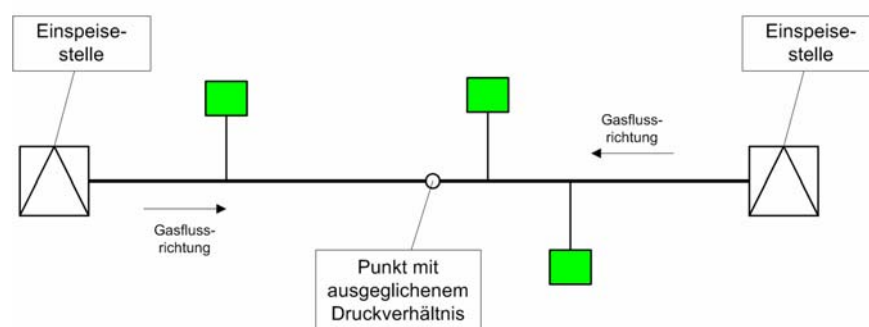


Abb. 3.20: Gasflussrichtungen in Leitungen mit mehreren Einspeisepunkten

Wie kann die Flussrichtung nun in der Grafik umgesetzt werden? Eine einfache und effiziente Methode wäre es, diese bereits in der 2D-Grafik zu berücksichtigen und im Anschluss durch eine entsprechende Symbolisierung dreidimensional umzusetzen. Dazu müssten die Linienverbindungen in Gasflussrichtung erzeugt werden. Diese Vorgehensweise scheitert jedoch an der eingeschränkten Umsetzbarkeit von Linien in der 3D-Grafik von VIS-All®.

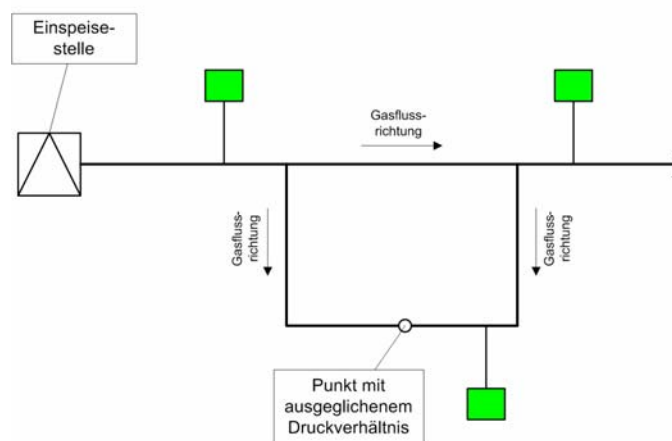


Abb. 3.21: Gasflussrichtungen in Leitungen mit Schleifen

Es ist also eine Abbildung durch punktförmige Symbole erforderlich. Hierbei bietet sich ein Fließrichtungspfeil, wie er auch bei Bächen und Flüssen genutzt wird an. Ein solcher existiert bereits in der Artendatei der EW Eichsfeldgas GmbH, findet aber selten Anwendung. Diese Punktart könnte orthogonal auf die Leitungstrasse berechnet werden, sollte aber nicht mit dieser verbunden sein. Damit wird gewährleistet, dass der Punkt sowohl aus der 2D- als auch aus der 3D-Grafik ausgeblendet werden kann. Im Anschluss ist unbedingt die Ausrichtung des Symbols zur Linie und in Gasflussrichtung erforderlich.

Wird nun Aufwand und Nutzen gegeneinander abgewogen, stellt sich schnell heraus, dass der Aufwand den Nutzen um ein vielfaches übersteigt. Dem Aufwand für jede Leitung des rund 800 Kilometer langen Leitungsnetzes in geringen Abständen einen Fließrichtungspfeil einzurechnen und diese auf Grund sich ändernder Verhältnisse zu aktualisieren,

steht nur die Nutzbarkeit im Zuge der Planung von Baumaßnahmen gegenüber. Diese obliegt wiederum den Rohrnetzmeistern der EW Eichsfeldgas GmbH. Deren genaue Kenntnis des Leitungsnetzes dürfte eine sehr geringe Nutzung der Zusatzinformation Gasflussrichtung zur Folge haben.

In Anbetracht der aufgezeigten Ineffizienz sollte von einer Visualisierung der Gasflussrichtung Abstand genommen werden.

3.5 Fazit

Die Testung der in der Projektarbeit „Konzeption eines 3D-Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“ erstellten Symbolik zeigte einige Schwachstellen des Erstentwurfes auf.

Besonders bei den punktförmigen Symbolen bestand Nachbesserungsbedarf. Nur wenige Symbole konnten unverändert verwendet werden. Es mussten fehlende Symbole ergänzt und überflüssige Symbole aus dem Symbolkatalog gestrichen werden. Eine weitere wichtige Maßnahme war das Berichtigen der Referenzpunktposition. Dieser Arbeitsschritt war bei der Mehrzahl der Symbole notwendig, um eine korrekte Darstellung sicherzustellen. Weiterhin wurden zu detailliert gestaltete Elemente generalisiert. Auf diese Weise soll manuelle Nacharbeit in der 3D-Grafik auf Grund nicht korrekter Ausrichtung der Symbole verhindert werden.

Die programmtechnische Umsetzung von Linien in VIS-All® erforderte einige Korrekturen an den linienförmigen Symbolen. An erster Stelle stand hier der Ersatz der Texturen durch eine einfache Farbgebung. Weitere Probleme verursachte die Umsetzung mehrfarbiger Linien. Hierfür wurden Lösungsansätze vorgebracht. Diese Problematik, kann jedoch grundlegend nur durch den Softwarehersteller gelöst werden. Die Schaffung der Voraussetzung für mehrfarbige Linienprofile ist in diesem Zusammen sicher eine Überlegung wert.

Im Anschluss daran erfolgte die notwendige Erweiterung und Testung des Signaturenkataloges, um die in der Projektarbeit noch nicht betrachteten Bereiche des Leitungsnetzes.

Damit steht nun ein vollständiger, überarbeiteter 3D-Signaturenkatalog für die Visualisierung der Bestandsdaten der EW Eichsfeldgas GmbH zur Verfügung. In Abbildung 3.22 ist beispielhaft die Umsetzung einer Szene aus dem Leitungsnetz zu sehen. Es handelt sich dabei um eine Regel- und Messanlage mit zugehörigen Bauteilen.

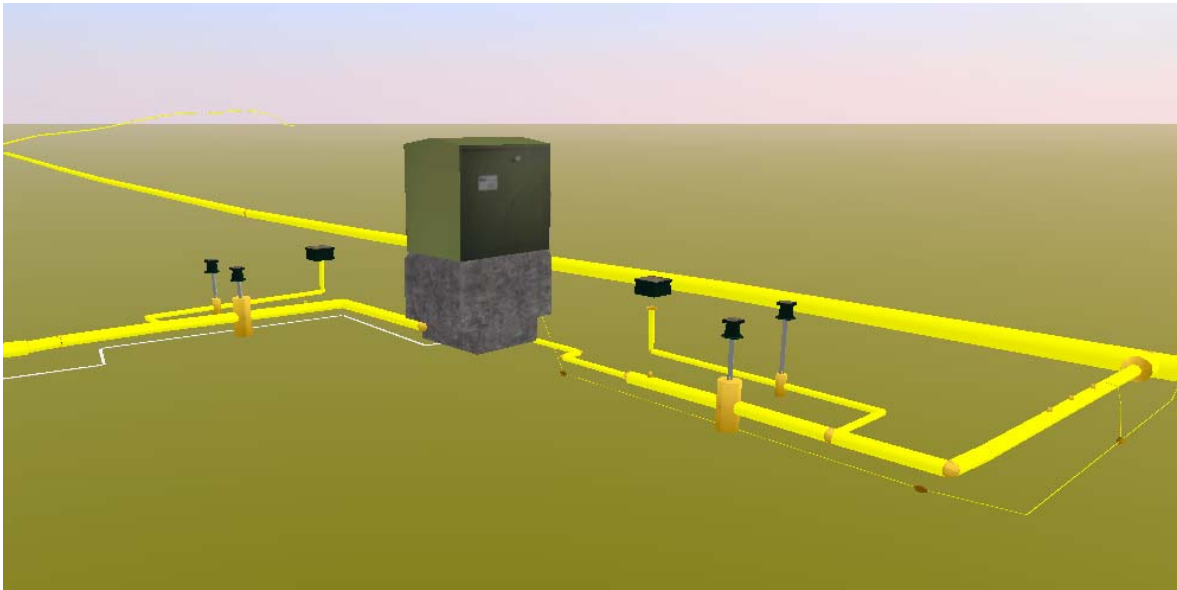


Abb. 3.22: Visualisierung der Regel- und Messanlage Marth/Miwepa

Um die umliegende Topographie darzustellen, kann auf die vorhandenen Signaturen des VIS-All®-Signaturenkataloges zurückgegriffen werden.

Abschließend wurde die Abbildung zusätzlicher Informationen untersucht. Dabei wurde im Hinblick auf den qualitativ sehr unterschiedlichen Datenbestand die Möglichkeit der Differenzierung zwischen berechneten und am offenen Graben gemessenen Daten aufgezeigt.

Weiterhin wurde die Visualisierung des tatsächlichen Aufhaltespunktes in der 3D-Grafik vorgestellt. Diese Darstellung erwies sich als wertvolle Ergänzung und dient vornehmlich zu Kontrollzwecken.

Die Darstellung der Flussrichtung hat sich auf Grund des Aufwand- und Nutzungsverhältnisses als ineffizient herausgestellt. Daher sollte von deren Umsetzung Abstand genommen werden.

4 Workflow-Ansätze

Zunächst stellt sich die Frage, was sich hinter dem Begriff Workflow verbirgt. Workflow stammt aus dem Englischen und bedeutet Arbeitsfluss. Es ist die prozessorientierte Abwicklung arbeitsteiliger Vorgänge, beziehungsweise Geschäftsvorfälle in Unternehmen und Behörden mit dem Ziel größtmöglicher Effizienz. (Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG (2007), [www])

In diesem Zusammenhang bedeutet es, dass für den gesamten Arbeitsablauf, von der Vermessung bis zur 3D-Visualisierung, Ansätze und Vorschläge für eine effiziente Datenerfassung und Verarbeitung aufgezeigt werden sollen. Dazu wird der Arbeitsablauf entsprechend der Definition als erstes in einzelne Teilvorgänge zerlegt.

Die Datenerfassung beginnt mit der Vermessung in der Örtlichkeit. Im Anschluss daran muss diese Messung im Innendienst ausgewertet werden und gegebenenfalls eine Datenaufbereitung erfolgen, bevor die Daten in ein CAD- oder GIS-System eingelesen werden können. In diesem werden die gemessenen Daten dann zu einem Plan oder einer Karte vervollständigt. Für eine 2D-Visualisierung wäre der Arbeitsfluss an dieser Stelle beendet.

In diesem Fall soll aber eine 3D-Visualisierung das Endergebnis der Arbeit darstellen. Somit ist noch ein weiterer Arbeitsschritt notwendig. Die CAD-Bestandsdaten müssen zum Abschluss in ein 3D-System, hier VIS-All®, eingelesen und konvertiert werden. Zusammenfassend lässt sich also der Arbeitsfluss in vier Teilvorgänge gliedern.

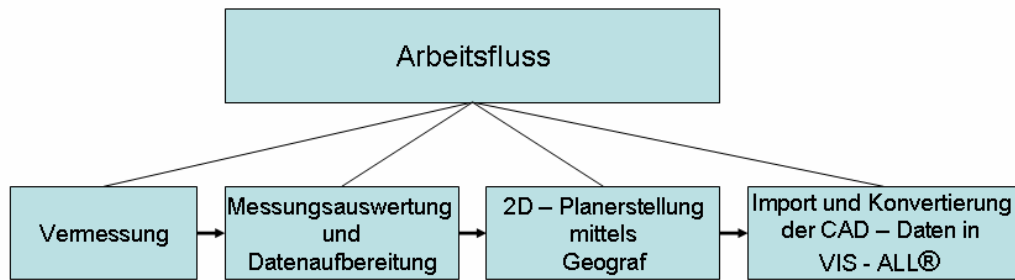


Abb. 4.1: Arbeitsfluss von der Vermessung bis zur 3D-Visualisierung

Diese Teilschritte sollen nun einzeln betrachtet und die darin enthaltenen Arbeitsgänge aufgezeigt werden. Im Vordergrund stehen dabei die Vereinheitlichung sowie, im Hinblick auf eine 3D-Darstellung, die Erweiterung der Datenerfassung, das Aufzeigen von Methoden und Hilfsmittel zur Reduzierung von Fehlerquellen und eine weitestgehend automatisierte Umsetzung der 2D-Darstellung in ein 3D-Modell.

4.1 Vermessung

Bei diesem Arbeitsschritt ist es erforderlich, eine einheitliche, dreidimensionale und digitale Erfassung des Leitungsbestandes zu erreichen, um damit optimale Voraussetzungen für die weiteren Arbeitsschritte zu schaffen.

Intern und extern wird die Ausführung der Vermessungsarbeiten der EW Eichsfeldgas GmbH durch die technische Richtlinie TR-N 351 in Verbindung mit der TR-N 350 geregelt. Diese Richtlinie gibt Vermessungsgrundsätze, Aufnahmeverfahren und Genauigkeitsgrenzen für die Vermessungen im Leitungsnetz vor.

Für extern durchgeführte Vermessungsaufgaben zur Erfassung der Topographie wird ein Standard der EW Eichsfeldwerke verwendet. Dieser Pflichtenkatalog für Vermessungsunternehmen, die im Auftrag der EW Eichsfeldwerke Vermessungen durchführen, wurde von der EW Wasser GmbH entwickelt und von der EW Eichsfeldgas GmbH übernommen. Damit wird ein unternehmensinterner, einheitlicher Standard gesichert.

Da diese beiden Richtlinien als Grundlagen für eine einheitliche Datenerfassung angesehen werden können, ist es notwendig, sie etwas genauer zu betrachten. Im Hinblick auf das Ziel „3D-Visualisierung“ lassen sich hierin einige Schwachstellen finden, die Veränderungen und Ergänzungen erfordern.

4.1.1 Die Technische Richtlinie TR-N 351

Die TR-N 351 ist in sechs Kapitel unterteilt. Im ersten und zweiten Kapitel werden zunächst allgemeine Grundsätze, wie Geltungsbereich und Zweck der Vermessungen, angesprochen. Das letzte Kapitel behandelt die Punktverwaltung. Dabei ist besonders die korrekte Punktcodierung als unabdingbar hervorzuheben. Das Hauptaugenmerk ist aber auf die Kapitel drei bis fünf zu legen, da hier die Vermessungsvorschriften aufgestellt sind. Im Speziellen werden dort die Einmessung der Leitungen und Anlagen, die Einmessverfahren und die Genauigkeitsanforderungen behandelt. Aus diesen Kapiteln sollen nun einige Problempunkte aufgezeigt und Veränderungsvorschläge dargelegt werden.

- **Bezugspunkte**

„Die Lage der Leitungen und Anlagen ist grundsätzlich auf dauerhafte Bezugspunkte einzumessen. Überlandleitungen sind zusätzlich im Koordinatensystem der Landesvermessung festzulegen. Als dauerhafte Bezugspunkte sind nur solche anzusehen, die in den zur Verfügung stehenden Katasterunterlagen dargestellt sind. Es fallen z. B. Gebäude, Brücken, Grenzsteine oder andere eindeutig identifizierte Vermessungspunkte der Katasterverwaltung darunter.“ (TR-N 351, 2003, Abschnitt 3.1, Seite 2)

Diese Vorgabe ist besonders auf Messbandmessungen abgestimmt. In der Zeit von Tachymetrie und GPS kann es jedoch, insbesondere in Bezug auf die dreidimensionale Erfassung der Leitungsdaten, als nicht mehr zeitgemäße Herangehensweise bezeichnet werden.

Besser wäre in diesem Fall ein anderer Grundsatz, der auf die Dreidimensionalität der Aufnahme verweist und auch die Topographie als Darstellungs- und Visualisierungselement berücksichtigt.

Einen guten Ansatz hierfür bieten Schütze, Engler, Weber:

„Die Einmessung erfolgt bezogen auf das Lage- und Höhenfestpunktfeld bei offenem Graben. Zur Darstellung der Lage der Leitungen ist die begleitende Topographie aufzumessen.“ (Schütze, Engler, Weber, 2004, S. 229)

Hierbei ist nochmals, wie bereits in Kapitel 3 verdeutlicht, auf die Verwendung ausschließlich eines Lage- und Höhenbezugssystems für das gesamte Versorgungsgebiet hinzuweisen.

- **Lagemessung/Höhenmessung**

Eine weitere Änderung ist im Abschnitt 3.2 der TR-N 351 „Lage- und Höhenmessung“ zweckmäßig. Darin wird sich in Bezug auf Lage- und Höhenmessung auf die technischen Richtlinien 350 und 353 bezogen, was würde bedeuten, dass Ortsnetzleitungen nach der Lage und nur Ferngasleitungen nach Lage und Höhe vermessen werden müssen.

Auch hier sollte die Einmessung nach Lage und Höhe allgemein gültig vorgeschrieben werden, um die Grundlage für ein 3D-Modell zu schaffen.

Denkbar wäre folgender Ansatz:

„Aufzumessen sind nach Lage und Höhe:

- der Verlauf der Leitung mit allen horizontalen und vertikalen Knickpunkten,
- alle Wechsel der Werkstoffe der Leitung, des Korrosionsschutzes, des Leitungsquerschnittes sowie bei langen Geraden Leitungszwischenpunkte (Schweißnähte),
- technische Anlagen, die mit der Leitung in Verbindung stehen wie z. B. Stationen, Schieber, Verteiler, Hausanschlusskästen usw.,
- Lage und Höhe von Schutzrohren mit Angabe von Material und Durchmesser des Schutzrohres,
- topographische Objekte, die auch als Bezugspunkte für Bemaßung der Leitung dienen können, wie z. B.
 - Zäune und Mauern,
 - Bordsteine,
 - Einläufe,
 - Schachtabdeckungen.

- Geländepunkte, mit denen die Deckung der Leitung dokumentiert wird.“ (Schütze, Engler, Weber, 2004, S. 229)

Als Ergänzung hierzu sind noch Gebäude als sehr wichtige Elemente der Topographie zu nennen. Diese sollten im Hinblick auf deren Umsetzung in VIS-All® in Geländehöhe aufgehoben werden, oder bei reflektorloser Messung später auf die Geländehöhe reduziert werden.

Weiterhin ist die Aufnahme zusätzlicher Geländepunkte sowie Böschungen und dergleichen sinnvoll. Diese Punkte können später zur Erzeugung eines DGM genutzt werden.

- **Einmessverfahren**

Zu den Einmessverfahren wird in der TR-N 351 wie folgt Stellung genommen:

„Bei allen Einmessverfahren sind die Ergebnisse so aufzubereiten, dass Leitungen und Anlagen in der Örtlichkeit mit einfachen Mitteln wiederherstellbar sind. Polaraufnahmen oder andersartige Aufnahmen (z. B. GPS) sind, mit Nachweis der Berechnung, auf Orthogonalverfahren umzurechnen.“ TR-N 351, 2003, S. 4)

Zeitgemäßer und zweckmäßiger wäre es vorrangig auf die Verwendung elektronischer Messverfahren wie Tachymetrie und GPS zu bestehen und nur in Ausnahmefällen eine Vermessung mit mechanischen Hilfsmitteln zuzulassen. Aber auch dabei sollte die Erfassung inklusive einer relativen Höhenmessung, bezogen auf die Erdoberfläche, erfolgen.

- **Genauigkeit**

In Bezug auf die Genauigkeitsanforderungen sind ebenfalls einige Anmerkungen angebracht. Das Versorgungsunternehmen gibt hierbei einige Grenzen als ausreichend genau vor. Bei genauerer Betrachtung sind diese teilweise recht großzügig und bedürfen einiger Einschränkungen, um fehlerhafte Darstellungen zu vermeiden.

Zu ergänzen ist, dass die Lagemessungen im System PD/83 bezogen auf das Bessel-Ellipsoid erfolgen. Der Messung sollten Katasterfestpunkte

sowie trigonometrische Punkte zugrunde gelegt werden, um den Bezug zum amtlichen Lagebezugssystem herzustellen.

Die Forderung des Anschlusses an das amtliche Höhensystem ist zu übernehmen und durch den Hinweis auf das Deutsche Haupthöhennetz 1992 zu ergänzen.

Die geforderte Genauigkeit der Nivelements ist ausreichend. Zusätzlich kann auf die Möglichkeit der trigonometrischen Höhenmessung hingewiesen werden. Mit dieser Technik ist die Einhaltung der geforderten Genauigkeit für den Nahbereich bis 500 Meter ohne komplizierte Messanordnung mit Hilfe eines Tachymeters durchaus möglich.

In Bezug auf die großzügige Auslegung der Höchstgrenzen von Fehlern bei Polygonzügen ist eine Einschränkung der maximalen Länge sowie Hinweise zu der Anlage von Polygonzügen sinnvoll. Ansonsten wären die in Tabelle 4.1 dargestellten Abweichungen zulässig. Daraus geht hervor, dass bei einem 3 km langen Polygonzug ein Querfehler von 37 cm zulässig ist. Dies entspricht dem Mindestabstand von parallel verlegten Versorgungsleitungen (DVGW Arbeitsblatt G 463, 2001, S. 7). Es ist daher durchaus denkbar, dass diese Abweichungen zu Irritationen bei der späteren Visualisierung führen können, zum Beispiel durch sich fälschlicherweise kreuzende Leitungen.

S in m	Zulässige Anzahl an Brechpunkten	Zulässige Quer- abweichung in m	Zulässige Längs- abweichung in m
1.000	4	0,19	0,19
1.500	5	0,24	0,22
2.000	5	0,28	0,24
2.500	6	0,34	0,26
3.000	6	0,37	0,28

Tab. 4.1: Zulässige Längs- und Querabweichungen für Polygonzüge

- **Festlegung von Aufhaltepunkten**

In Erdgasleitungsnetzen werden sehr viele verschiedene Bauteile mit sehr diffizilen Formen verwendet. Um Unterschiede beim Aufhalten der einzelnen Bauteile zu vermeiden und damit eine einheitliche Messwertgewinnung zu erzielen ist es sinnvoll, einen Katalog der verschiedenen Elemente und deren Aufhaltepunkte in die TR-N 351 einzufügen.

Ein Beispiexemplar für eine abgeänderte Form der TR-N 351 ist als Anlage beigelegt.

4.1.2 Zeichenanweisung der EW Wasser GmbH

Diese Richtlinie dient seit dem Jahr 2006 bei der EW Eichsfeldgas GmbH als Pflichtenheft für die Vergabe von Vermessungsleistungen bezüglich der Topographie.

Der Bezug auf das amtliche Lagebezugssystem wird in dieser Vorschrift festgelegt. Als Höhenbezugssystem wird aber nicht das amtliche Höhenbezugssystem DHHN 92, sondern das System DHHN 85 mit NN-Höhen vorgeschrieben. Dies ist im Hinblick auf eine eventuelle Verwendung von Daten der Landesvermessung als eher nachteilig zu sehen.

Angaben zu Messverfahren und Genauigkeiten werden nicht getroffen. Es werden lediglich Forderungen zum Inhalt der Vermessung aufgestellt. Außerdem wird auf die Verwendung der Arten des AKIA-Kataloges und eine korrekte Punktnummerierung hingewiesen.

Werden die in den geänderten Richtlinien getroffenen Vorschriften befolgt, sollte einer einheitlichen Datenerfassung während der Vermessung nichts im Wege stehen. Des Weiteren würde die 3D-Erfassung als Standard eingeführt werden und damit eine akzeptable Grundlage für die gewünschte dreidimensionale Darstellung der Leitungsverläufe geschaffen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Punktarten bereits im Außendienst richtig erfasst werden, denn hier entstandene Fehler sind später kaum mehr nachzuvollziehen. Zudem kann es nützlich sein, eine Skizze anzufertigen, auf der die erfassten Punkte sowie bestehende Zusammenhänge vermerkt sind. Dies kann die spätere Arbeit im CAD-System wesentlich erleichtern.

Je nachdem, welche Detailstufe für die spätere 3D-Visualisierung gewünscht wird, ist im Außendienst noch eine weitere Aufgabe abzuarbeiten. Sollen die Gebäude im Modell später eine Textur erhalten, ist die fotografische Aufnahme der Gebäudefronten notwendig.

4.2 Messungsauswertung und Datenaufbereitung

Bei der Messungsauswertung sollten die im Außendienst erfassten Rohdaten in ein Auswerteprogramm eingelesen und dort nachbearbeitet werden. Bei der EW Eichsfeldgas GmbH wird hierfür die Software Geo7 der Firma Geosoft Geldern verwendet. Hierin findet die endgültige Koordinatenberechnung, einschließlich der Anwendung der einschlägigen Korrekturen, statt. Außerdem werden den Punkten in diesem Arbeitsschritt die richtigen Punktarten und Ebenen entsprechend des Artenkataloges zugewiesen. Dies sollte, um den Aufwand gering zu halten, mittels einer Zuweisungsdatei erfolgen. Zudem ist dadurch eine fehlerfreie und effiziente Arbeit gewährleistet. Bei der EW Eichsfeldgas GmbH existieren solche Zuwei-

sungsdateien bereits (s. Anlage 14). Anschließend erhalten die Punkte anstelle der vorläufigen Punktnummern ihre endgültige Bezeichnung entsprechend der TR-N 351. Als Endergebnis wird eine Koordinatendatei in dem von GEOgraf benötigten Format (*.pkt) ausgegeben (s. Anlage 15) und ein Messdatenprotokoll als Nachweis der Messung ausgedruckt.

Wie bereits erwähnt, erfolgt in der Örtlichkeit die Vermessung der Leitungsoberkante. Da in VIS-All® jedoch die Leitungsmittle für eine korrekte Visualisierung notwendig ist, muss vor dem Einlesen in das CAD-System die Höhe der Punktdaten auf die Leitungsmittle reduziert werden.

Warum ist dieser Arbeitsschritt an dieser Stelle zweckmäßig?

Es existieren drei mögliche Zeitpunkte, um diesen Vorgang durchzuführen. Zum einen könnten während der Vermessung die Höhen mittels eines Exzentrums verändert werden. Dies würde aber den Regeln der Technik, wie dem DVGW Hinweis GW 120, widersprechen, die ausdrücklich die Einmessung der Rohroberkante fordern.

Als zweite Möglichkeit bietet sich die Stelle des Arbeitsflusses zwischen Messungsauswertung und CAD-System an. Hier ergibt sich der Vorteil, dass die originalen Messdaten erhalten bleiben und später zusätzlich in das CAD-System als spezielle Punktart gesondert eingeführt werden können. Ein weiterer Vorteil ist die an dieser Stelle mögliche automatische Umsetzung mittels eines Spalteneditors oder anderer Programme wie zum Beispiel Excel. Ein einfaches Beispiel für solch eine Umsetzungsdatei in Form eines VBA-Makros für Excel ist in Anlage 16 beigelegt.

Drittens kann die Änderung der Punkthöhen im CAD-System erfolgen. Dort ist diese aber weitestgehend als manuelle Arbeit auszuführen und sehr fehlerträchtig, da unter Umständen die Höhen anderer Punkte versehentlich mit geändert werden könnten.

4.3 2D-Planerstellung mittels GEOgraf

Nachdem die Höhen der Leitungspunkte geändert sind, kann die Punktdaten in GEOgraf eingelesen werden. Ist dies geschehen, liegt in GEOgraf zunächst nur eine Punktwolke vor. Daraus gilt es nun einen zweidimensionalen Plan zu erstellen. Dazu müssen zunächst Linienverbindungen zwischen den Punkten erzeugt werden. Es ist wiederum auf die Verwendung der korrekten Art und Ebene zu achten. Zur Arbeitserleichterung bietet GEOgraf eine programmierbare Unterstützung an.

Häufig auftretende Folgen von Tastenkombinationen in der Werkzeugleiste können durch die Programmierung von Makros vordefiniert und gesammelt mittels eines Tastendruckes oder per Mausklick über eine Grafikmenüleiste aufgerufen werden. (GEOgraf, Desktophilfe V 3.0, Abschnitt: Makros)

Diese Makros dienen außerdem der Fehlerminimierung und Effizienzsteigerung, weil die manuelle Eingabe der Arten und Ebenen durch automatisches Aufrufen per Mausklick ersetzt wird.



Abb. 4.2: GEOgraf-Makro

Nachdem alle Linien erzeugt wurden, müssen die Punkte, welche Leitungsanbauteile symbolisieren, nach den anliegenden Linien ausgerichtet werden. Danach kann der Plan vervollständigt werden. Beschriftungen müssen generiert sowie Schraffuren und Bemaßungen erzeugt werden. Abschließend erfolgt die Hinterlegung digitalisierter Katasterdaten. Nun ist die Erzeugung des 2D-Planes im Grun-

de abgeschlossen. Da aber im Anschluss ein 3D-Modell erstellt werden soll, ist es notwendig, zumindest aus den Gebäuden und Mauern, flächenhafte Objekte zu bilden. Gleiches kann auch für Flurstücke und Straßenzüge geschehen.

Bei der Erstellung der Objekte für Gebäude müssen einige Vorgaben beachtet werden. Als Objektname muss die Gebäudehöhe bis zur Traufe eingegeben werden. Komplexe Gebäude sollten in mehrere Objekte geteilt werden. Soll eine Dachform visualisiert werden, ist die Ergänzung einer Firstlinie erforderlich. Diese muss dem Objekt hinzugefügt werden.

Sind genügend Geländepunkte mit absoluter Höhe vorhanden, kann nun abschließend in GEOgraf die Erzeugung eines DGM erfolgen (s. Anlage 17). Dazu sollte das GEOgraf-Projekt zunächst noch ein wenig aufbereitet werden. Es muss kontrolliert werden, ob alle Punkte über eine gültige Höhe verfügen. Alle, die diese Forderung nicht erfüllen, sollten ausgeblendet werden. Ansonsten käme es zu fehlerhaften Darstellungen. Zudem ist, falls diese vorhanden sind, eine Bruchkantendarstellung vorteilhaft.

Nachdem alle Vorbereitungen abgeschlossen sind, kann das erste DGM erzeugt werden. Hierzu ist es zunächst erforderlich, das Ausmaß des gewünschten Gebietes mit Hilfe eines Polygons einzugrenzen. Hierbei ist darauf zu achten, dass eine Linienart ausschließlich in einem Horizont verwendet werden darf. Ist dies geschehen, können nun alle Punkte in diesem Gebiet vermascht werden. Für den so erzeugten Horizont kann nun ein beliebiger Name vergeben werden. Dieses Verfahren kann auf die gleiche Weise für weitere Horizonte angewendet werden.

Das Digitale Geländemodell und Profile besitzen in GEOgraf anstatt Ebenen Horizonte. Es besteht eine eindeutige Zuordnung zwischen einem DGM und einem Horizont. Die ursprüngliche Ebenenzugehörigkeit der einzelnen Punkte bleibt unverändert. (GEOgraf, Desktophilfe V 3.0, Abschnitt: Horizont)

Werden mehrere Horizonte erzeugt, hat das den Vorteil, dass diese später getrennt ein- oder ausgeblendet werden können. Des Weiteren kann in der 3D-Grafik jeder Horizont mit einem separaten Luftbild texturiert werden.

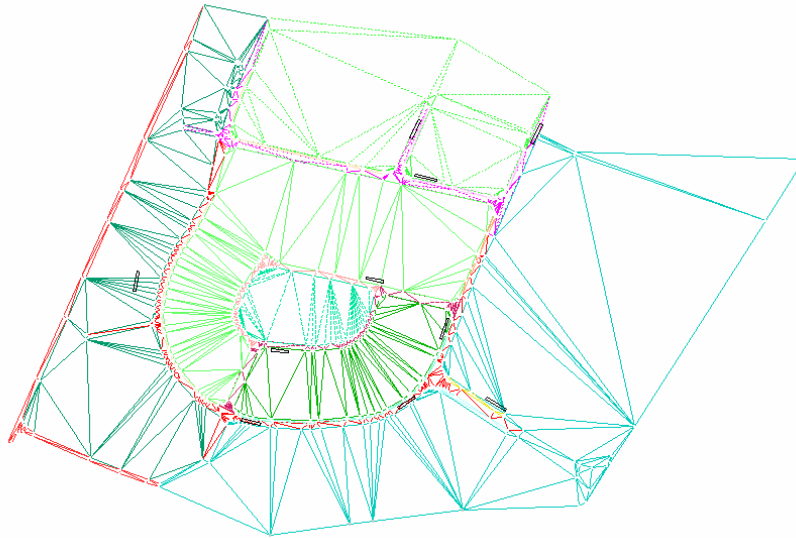


Abb. 4.3: DGM-Vermaschung mit unterschiedlichen Horizonten

Ist das DGM generiert, können Punkte mit ungültigen Höhen auf dieses gerechnet werden. Sie erhalten dadurch eine gültige Höhe und können im 3D-Modell dargestellt werden.

Damit ist dieser Arbeitsschritt abgeschlossen. Soll im direkten Anschluss ein 3D-Modell erzeugt werden, ist es nötig, das GEOgraf-Projekt geöffnet zu lassen. Zusätzlich muss die aktuelle Symboldatei einmalig im *.out-Format exportiert werden. Diese kann dann zentral abgespeichert und jederzeit wieder verwendet werden.

4.4 Import und Konvertierung der CAD-Daten in VIS-All®

Der Import in VIS-All® erfolgt über den Datenreader. Falls für den gewählten Vorgang noch kein entsprechendes Projekt existiert, ist zunächst die Anlage eines neuen Projektes erforderlich. Praktisch ist hierbei die Verwendung der gleichen Bezeichnung wie im GEOgraf-Projekt. Anschließend wird der Name der GEOgraf-Projektdati und der exportierten Symboldatei abgefragt.

Der Aufbau des Readers ist in der VIS-All® Desktophilfe sehr präzise beschrieben und wird hier daher nicht näher erläutert.

Während des Einlesens greift der Datenreader auf die in Abschnitt 4.1.4 beschriebene Konfigurationsdatei zurück. Existieren in dieser Datei keine Zuweisungsbestimmungen für die in dem GEOgraf-Projekt auftretenden Punkt-, Linien- und Objektarten, startet der Reader einen Assistenten. Hier finden zu jeder Elementart Abfragen bezüglich der Attribute statt. Dieser Vorgang ist zwar etwas zeitintensiv, aber dafür ist diese Art der Attributzuweisung sehr komfortabel und trägt zur Fehlerminimierung bei.

Da an der Artendatei der EW Eichsfeldgas GmbH und an der Darstellung keine Änderungen gewünscht werden, ist es zweckmäßig und effektiv, diese Konfigurationsdatei einmalig korrekt zu erzeugen und dann, wie die Symboldatei auch, zentral zu speichern. Dieses Muster kann dann in Kopie für jeden Auftrag verwendet werden. Werden doch Änderungen an dieser Datei notwendig, können diese, je nach Umfang, mit Hilfe des Datenreader-Assistenten oder einem einfachen Texteditor vorgenommen werden.

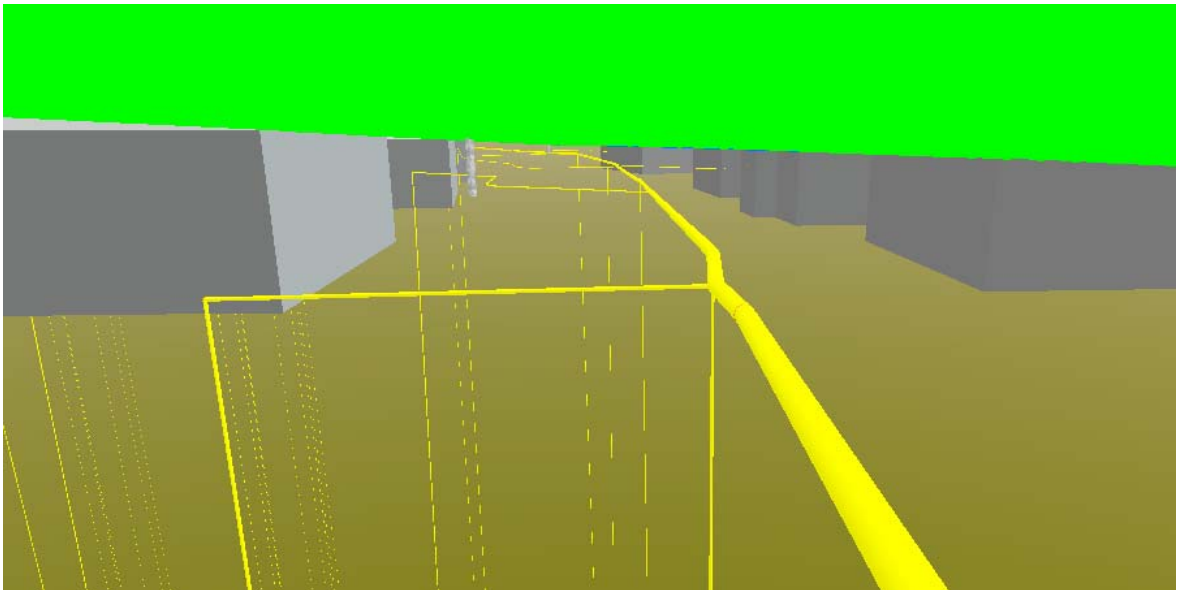


Abb. 4.4: Sprünge im Leitungsnetz durch fehlende/ungültige Punkthöhen

Der Import wird im Reader dokumentiert, Fehler werden rot hervorgehoben. Treten solche nicht auf, sollte am Ende des Vorganges ein 3D-Modell der erfassten Szene erzeugt werden. Hier können nun Texturen für Gebäude, Mauern, das Gelände usw. angebracht werden. Außerdem ist eine Kontrolle der Umsetzung auf

grobe Fehler, wie zum Beispiel Versprünge im Leitungsnetz durch fehlende Punkthöhen, sinnvoll und gegebenenfalls eine Korrektur erforderlich.

Am Ende des Importvorganges können die einzelnen Leitungsabschnitte strukturiert zu Gruppen zusammengefasst werden. Diese lassen sich einzeln ein- bzw. ausblenden und erleichtern somit die spätere Verwaltung der Grafik.

4.5 Maßnahmen zur Optimierung des Workflows

„Ineffizienz kommt meist nicht von ineffizienten Menschen, sondern von ineffizienten Abläufen.“ (Spiller, Bock, 2001, Seite 33)

Nachdem die einzelnen Arbeitsschritte inklusive der darin enthaltenen Aufgaben bekannt sind, sollten nun diese Arbeitsabläufe optimiert und deren korrekte Durchführung unterstützt werden, um die Qualität des Endproduktes möglichst konstant auf hohem Niveau zu erhalten.

Dazu wurden bereits im Zuge der Vorstellung der Arbeitsschritte einige Möglichkeiten erläutert. Zum einen wurde die technische Richtlinie für die Vermessung ergänzt. Zum anderen wurden Automatisierungsmöglichkeiten im Bereich der Höhenreduzierung und der korrekten Artenverwendung in GEOgraf aufgezeigt. An dieser Stelle sollen nun noch weitere Vorschläge zur Effizienzsteigerung im Arbeitsfluss vorgebracht werden.

Ein Schritt zur Verbesserung des Arbeitsablaufs ist die Vermeidung von Dopplungen und Schnittstellen. Das bedeutet, je mehr Menschen an einem Arbeitsablauf beteiligt sind, desto größer ist die Gefahr von Ineffizienzen und Missverständnissen. In diesem Fall bedeutet dies, dass möglichst ein Mitarbeiter den gesamten Arbeitsablauf von Anfang bis Ende durchführen sollte. Ist dies nicht möglich, sollten feste Übergabepunkte definiert werden. Dabei sind die zu erbringenden Arbeitsschritte je Mitarbeiter klar zu beschreiben, damit es nicht zu einer doppelten Ausführung einer Tätigkeit kommen kann. Eine solche Schnittstelle bietet sich zum

Beispiel zwischen der Messungsauswertung mit Höhenreduzierung und der Planherstellung in GEOgraf an.

Eine weitere Möglichkeit Abläufe zu vereinheitlichen und zu optimieren, bietet das Aufstellen von Ablaufplänen. Ein solcher Ablaufplan wurde im Zuge dieser Arbeit für die Erstellung eines 3D-Modells zusammengestellt und ist in Anlage 18 abgebildet. Hierin ist vermerkt, wer, wann welche Tätigkeit wie auszuführen hat. Diese Ablaufpläne könnten dann zur Umsetzung in eine Dienstanweisung übernommen werden.

Zur Unterstützung der eben erwähnten Ablaufpläne können den Mitarbeitern Checklisten bzw. Pflichtenzettel (s. Anlagen 19 bis 22) zur Verfügung gestellt werden. Auf diesen sind die einzelnen Arbeitsschritte und Aufgaben vermerkt. Nach deren Erledigung könnten diese abgehakt werden. Somit würden diese Checklisten die Abarbeitung sicherstellen und den Mitarbeitern gleichzeitig als Hilfsmittel zur Selbstkontrolle dienen.

4.6 Fazit

Der Workflow zur Datenerfassung und -verarbeitung für eine 3D-Visualisierung lässt sich in vier Arbeitsschritte unterteilen. Dies sind im Einzelnen die Vermessung, die Messungsauswertung, die 2D-Planherstellung mittels CAD sowie die Erstellung des 3D-Modells.

Die bei der EW Eichsfeldgas GmbH gültige Richtlinie für die Vermessung ist in Bezug auf die Gewinnung von digitalen dreidimensionalen Daten nicht ausreichend und muss daher ergänzt werden. Ein entsprechender Änderungsvorschlag wurde aufgestellt (s. Anlage 13).

Im Zuge der Messungsauswertung ist eine Reduzierung der Leitungshöhen von der Leitungsoberkante zur Leitungsmitte erforderlich. Dies resultiert aus der notwendigen Verschiebung des Referenzpunktes zum Symbolzentrum während des Symbolentwurfs.

Während der Messungsauswertung und Planherstellung sind einige Automatismen nutzbar, welche die Arbeit wesentlich erleichtern und effizienter gestalten.

Um den Arbeitsfluss weiter zu optimieren, eine Vereinheitlichung der Arbeitsschritte und die Sicherung der Ergebnisqualität zu erzielen, können zusätzlich Managementinstrumente eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang wurden ein Ablaufplan und unterstützend Checklisten für die einzelnen Arbeitsschritte konzipiert.

5 Nutzung weiterer Geodaten zur Visualisierung des Leitungsnetzes

An dieser Stelle soll die Nutzung weiterer Datenbestände, zum Beispiel des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Thüringen, für die dreidimensionale Darstellung des Leitungsnetzes untersucht werden.

5.1 Bisherige Datengrundlage

Die aktuelle Datengrundlage setzt sich aus den Leitungsdaten und den topographischen Daten zusammen. Beide werden vordergründig durch Aufnahme mittels Tachymetrie bzw. GPS gewonnen.

Dabei wird der Leitungsverlauf als Trasse angesehen. Die Aufnahme der Topographie erfolgt innerhalb einer vorgegebenen Pufferzone um diese Trasse. In dieser Zone werden alle notwendigen topographischen Elemente erfasst. Darüber hinaus erfolgt eine Datenerfassung nur in Ausnahmefällen, wie beispielsweise bei ungenügender Zuordnungsmöglichkeiten bzw. Mangel an Bezugspunkten in unmittelbarer Nähe. Für die Abbildung des Katasters werden analoge Katasterkarten in diesem Bereich arbeitsaufwendig manuell digitalisiert.

Für die bisher angestrebte 2D-Darstellung des Leitungsbestandes ist diese Datengrundlage ausreichend. Besteht aber die Forderung nach einer 3D-Visualisierung, ist diese Inselform der Abbildung nur hinreichend, wenn die Ortsnetze und jede Ferngasleitung weiterhin jeweils getrennt betrachtet und visualisiert werden sollen.

Gemarkungen, in denen die ALK bereits amtlich ist. Die grünen Flächen zeigen Gemarkungen, wo sie kurz vor der Übernahme als amtliches Katasterkartenwerk steht. Daraus wird ersichtlich, dass die ALK im Moment noch keine reale Alternative zur Digitalisierung der Flurkarte darstellt. In absehbarer Zeit wird dies jedoch der Fall sein.

Eine weitere wichtige Datenquelle, die in der Zukunft für die EW Eichsfeldgas GmbH eine große Bedeutung haben kann, ist das Amtliche Liegenschaftskataster-Informationssystem. Darin werden zukünftig die zurzeit noch getrennt geführten Liegenschaftsbücher und Liegenschaftskarten zusammengefasst. Somit stünden zusätzlich zu den Geometriedaten auch die entsprechenden Eigentümerdaten zur Verfügung, welche zum Erwerb von Leitungsrechten dringend benötigt werden.

5.3 Daten der Landesvermessung

Digitales Geländemodell (DGM), digitales Landschaftsmodell (DLM), digitale topographische Karte (DTK) und digitale Orthophotos (DOP) sind Produkte der Landesvermessung, die für die Unterstützung der dreidimensionalen Darstellung des Leitungsnetzes genutzt werden können. Sie bedürfen deshalb an dieser Stelle zunächst einer kurzen Vorstellung.

- **DGM**

DGM beschreiben das Relief der Erdoberfläche durch ein regelmäßiges oder unregelmäßiges Punktraster. Für jeden Rasterpunkt sind Lage und Höhe bekannt. Es wird zwischen verschiedenen DGM, je nach Höhengenaueigkeit, unterschieden. Diese hängt im hohen Maße von der Erfassungsart und der Rasterweite der Stützpunkte ab. (Freistaat Thüringen-Landesamt für Vermessung und Geoinformation, [www])

Für die 3D-Visualisierung eines Leitungsnetzes ist nur die höchste Genauigkeitsstufe der DGM interessant. Das Digitale Geländemodell 5 (DGM 5) weist ein regelmäßiges Punktraster mit einer Rasterweite von fünf Meter auf. Zur Erfassung wird im Landesamt für Vermessung und Geoinformation

seit 1996 das Verfahren des Airborne Laserscanning eingesetzt. Die aus den Laserscanndaten erhaltene Genauigkeit beträgt +/- 0,5 Meter.

Die Höhen beziehen sich auf das Deutsche Haupthöhennetz 1992 als amtliches Höhenbezugssystem für Thüringen. (Freistaat Thüringen-Landesamt für Vermessung und Geoinformation, [www])

- **DLM**

Digitale Landschaftsmodelle beschreiben die Landschaft in Form von Objekten. Die Objekte werden in ihrer Form und Lage durch Koordinaten definiert. Jedem Objekt sind Eigenschaften in Form von Attributen zugeordnet. Digitale Landschaftsmodelle sind somit digitale objektstrukturierte topographische Vektordatenbestände. (Freistaat Thüringen-Landesamt für Vermessung und Geoinformation, [www])

Das für die Zwecke der EW Eichsfeldgas GmbH sinnvolle Basis-DLM beinhaltet sechs Objektbereiche (Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer, Relief und Gebiete), mit einer Vielzahl von ca. 140 Objekten und deren Attributen. (Freistaat Thüringen-Landesamt für Vermessung und Geoinformation, [www])

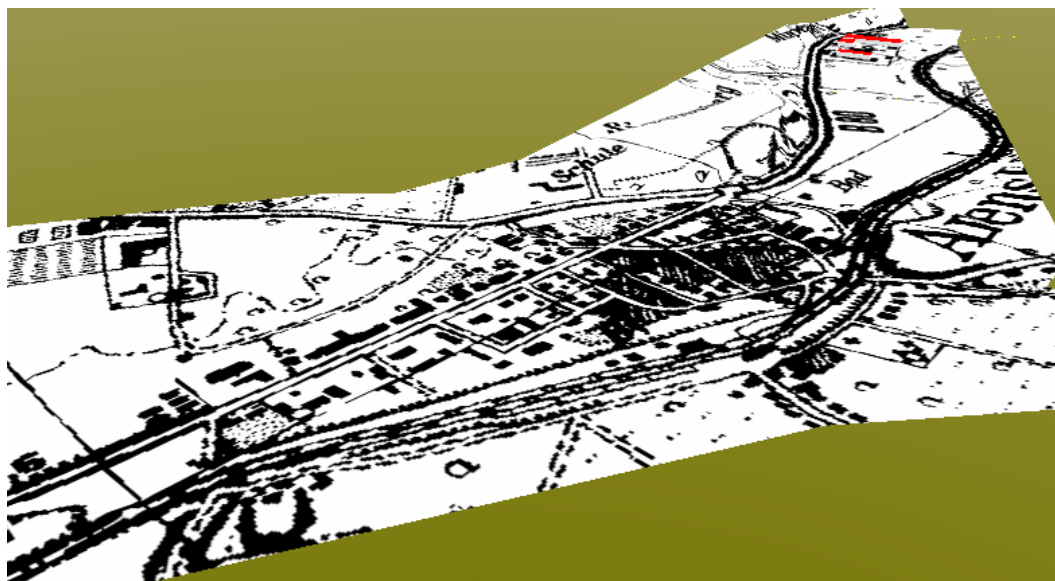


Abb. 5.2: Texturierung des DGM mit einer DTK

- **DTK**

DTK sind die digitale Form topographischer Karten und können im Rasterdatenformat bezogen werden. Sie besitzen eine Layerstruktur und sind entweder durch Scannen der entsprechenden analogen Karten oder auf der Grundlage von Daten des Amtlichen Topographisch Kartographischen Informationssystems entstanden. (Freistaat Thüringen-Landesamt für Vermessung und Geoinformation, [www])

- **DOP**

Orthophotos sind entzerrte und georeferenzierte Luftbilder von hoher Genauigkeit und Aktualität. Sie sind auf Landeskoordinaten bezogen und können mit anderen Datenbeständen, wie der digitalen topographischen Karte, dem digitalen Landschaftsmodell oder dem digitalen Geländemodell kombiniert werden. Die digitalen Orthophotos werden mit einer Bodenauflösung von 0,2 Meter berechnet. (Freistaat Thüringen-Landesamt für Vermessung und Geoinformation, [www])

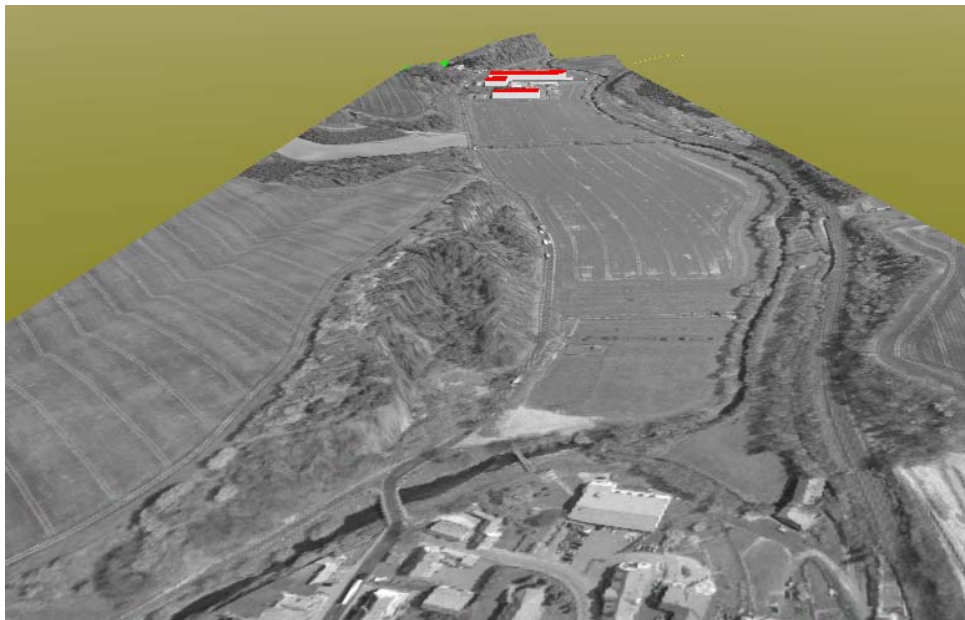


Abb. 5.3: Texturierung des DGM mit einem DOP

Die vorgestellten Produkte der Landesvermessung eignen sich, wie bereits erwähnt, sehr gut für die Unterstützung der dreidimensionalen Visualisierung eines Leitungsnetzes.

Digitale Orthophotos können unter anderem bei der Visualisierung der Ortsleitungsnetze und der einzelnen Ferngasleitungen ihre Anwendung finden. Die Orthophotos ersetzen in diesem Fall die einfache Farbdarstellung der einzelnen Horizonte und tragen somit zu einer realistischen Abbildung der Situation bei.

Soll außer der Umsetzung der Bestandspläne der EW Eichsfeldgas GmbH auch eine digitale Visualisierung, entsprechend den Übersichtsplänen 1 : 50.000 und 1 : 25.000 erfolgen, reichen die bisher erfassten Daten nicht mehr aus.

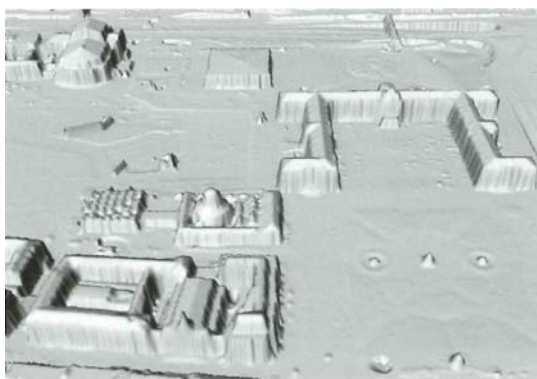
Ist für diese Übersichtspläne eine zweidimensionale Ausprägung vorgesehen, genügt es zum Beispiel eine digitale topographische Karte oder ein digitales Orthophoto in der Grafik zu hinterlegen. Eine andere Möglichkeit bietet die Verwendung eines DLM, dessen Daten zusätzlich zu den Leitungsdaten in ein GEOgraf-Projekt eingelesen werden können.

Soll jedoch eine dreidimensionale Umsetzung der Übersichtspläne erfolgen, muss zusätzlich ein DGM verwendet werden. Auf dieses DGM können dann entweder eine digitale topographische Karte oder ein digitales Orthophoto als Geländetextur aufgebracht werden. Dadurch kann der Leitungsverlauf im Relief sehr anschaulich visualisiert werden.

Wünschenswert wäre in diesem Zusammenhang eine noch höhere Genauigkeit der Daten des DGM 5. Damit könnte ausgeschlossen werden, dass Erdgasleitungen an die Erdoberfläche treten und oberhalb dieser verlaufen.

5.4 Digitales Oberflächenmodell (DOM)

Auch das digitale Oberflächenmodell wird durch flugzeuggestütztes Laserscanning erhalten. Im Gegensatz zum DGM beschreibt das DOM jedoch die Erdoberfläche inklusive der darauf befindlichen topografischen Objekte, wie zum Beispiel Gebäude und Bäume, auch die äußere Umhüllung genannt. (Coors/Zipf, 2005, S. 30)



a) ohne Textur



b) Texturierung mit Orthophoto

Quelle: Coors/Zipf (2005, S. 33)

Abb. 5.4: Durch Laserscanning erfasstes DOM

Um die topographischen Objekte lokalisieren zu können, ist eine geringere Rasterweite als die des DGM 5 erforderlich. Dadurch steigt aber auch das Datenaufkommen. Somit wird klar, dass sich ein DOM kaum für die Visualisierung von mehreren Kilometer langen Leitungsabschnitten eignet. Es ist vielmehr sinnvoll, ein DOM zur ergänzenden Visualisierung von Ortsnetzen zu nutzen. Hier können fehlende Gebäude, Bäume, Böschungen und andere unzugängliche Objekte der Topographie sehr einfach und zeitsparend in der 3D-Grafik erfasst werden. Anschließend muss das DOM in der 3D-Grafik mit einem Orthophoto texturiert werden, um die Szene realistischer zu gestalten. Die so entstehenden Objekte sind natürlich kein gleichwertiger Ersatz für aus dem CAD-System eingelesene Gebäude, aber für die Komplettierung der Szene vollkommen ausreichend.



Quelle: Coors/Zipf (2005, S. 500)

Abb. 5.5: CAD - Gebäudemodelle und DOM

Eine weitere Anwendung eines solchen DOM kann die Umsetzung der Übersichtspläne 1 : 5.000 sein. Das Vorgehen ist hier ähnlich dem der Umsetzung der Bestandspläne 1 : 500. Aus dem CAD-System werden jedoch nur die Versorgungsleitungen und das DOM in die 3D-Grafik übernommen. Anschließend wird auch hier das DOM mit einem Orthophoto texturiert.

Digitale Oberflächenmodelle werden, im Gegensatz zu anderen Landesvermessungsämtern, vom Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation nicht vertrieben. Eine Datenerfassung müsste somit durch die EW Eichsfeld-gas GmbH direkt in Auftrag gegeben werden.

5.5 Fazit

Sowohl die 2D- als auch die 3D-Visualisierung kann durch die Verwendung zusätzlicher Geodaten unterstützt werden.

Im 2D-Bereich ist vor allem die Verwendung von ALK als Ersatz für manuell digitalisierte Katasterdaten sinnvoll. Hier bleibt jedoch eine flächendeckende Existenz der ALK abzuwarten.

Auch Geodaten der Landesvermessung wie digitale Landschaftsmodelle, digitale Geländemodelle, digitale topographische Karten und Orthophotos lassen sich hervorragend für die 2D- und 3D-Visualisierung der Übersichtskarten 1 : 50.000 und 1 : 25.000 einsetzen.

In den Ortsnetzen ist der Einsatz von digitalen Oberflächenmodellen in Verbindung mit Orthophotos sinnvoll, um zum einen vorhandene Lücken in der Topographie schließen und zum anderen eine einfache Umsetzung des Übersichtsplanes 1 : 5.000 zu ermöglichen.

Die vorgestellten Geodaten bieten sinnvolle Erweiterungs- und Ergänzungsmöglichkeiten der Darstellung im 3D-Modell. Die als digitale Anlagen zu dieser Arbeit erstellte Animation verdeutlicht diesen Nutzwert nochmals. Der Kostenfaktor, den der Einsatz dieser Mittel mit sich bringt, ist jedoch nicht zu vernachlässigen.

6 Darstellungs- und Analysemöglichkeiten der 4. Dimension

Im Rahmen dieser Arbeit wurde bisher ausschließlich die zwei- bzw. dreidimensionale Darstellung von Leitungsdaten untersucht. Mit Hilfe dieser räumlichen Dimensionen ist die Abbildung der geometrischen, topologischen und thematischen Eigenschaften des Leitungsdatenbestandes möglich.

Der betrachtete Datenbestand besitzt jedoch zusätzlich auch temporale, also zeitabhängige, Eigenschaften, zum Beispiel wann eine Leitung in Betrieb genommen, saniert, stillgelegt oder durch eine andere Leitung ersetzt wurde. Weitere interessante Informationen sind, wie lang eine Leitung schon in Betrieb ist und wann sie zuletzt geprüft wurde. Um solche Informationen visualisieren zu können, ist es notwendig, als vierte Dimension die Zeit einzuführen.

Als Folge daraus ist es notwendig, neben den Koordinaten der Leitungspunkte, alle relevanten, temporalen Daten zu erfassen. Dies ist mittels eines CAD-Systems wie GEOgraf nicht möglich. Hier besteht lediglich die Möglichkeit, das Datum der Erfassung bzw. des Einlesens eines Punktes in einem Projekt festzuhalten.

Um mehrere verschiedene Attribute zu einem Objekt verwalten zu können, wird eine Datenbankanbindung benötigt. Dies kann zum Beispiel in Form eines GIS-Systems realisiert werden.

Im Folgenden sollen nun die Darstellungs- und Analysemöglichkeiten der vierten Dimension von Leitungsdaten innerhalb einer Datenbank untersucht werden.

6.1 Darstellung der Zeit in Datenbanksystemen

Die Zeit ist eine Dimension, wie die anderen räumlichen Dimensionen auch. Entsprechend sind auch Abfragen nach zeitlichen Aspekten möglich. Dabei können diese in verschiedenen Formen auftreten.

- **Zeit- oder Aktualitätsstempel (engl. time stamp)**

Hier steht die Frage im Mittelpunkt, ob Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt gültig sind, ob sie einmal eine Gültigkeit besaßen und wenn ja, wann dies der Fall war.

- **Ereignis (engl. event)**

Ein Ereignis ist einem Punkt auf einer Zeitskala gleichzusetzen. Dabei kann es sich um die Änderung des Ortes, der Form oder der Topologie und bestimmter Attributwerte handeln.

- **Zustand (engl. state)**

Der Zustand ist gleichbedeutend einem Intervall auf einer Zeitskala. In diesem Intervall bleibt das beschriebene Objekt samt aller Eigenschaften unverändert.

- **Dynamisches Verhalten**

Dynamisches Verhalten beschreibt die kontinuierliche Veränderung eines Objektes mit fortlaufender Zeit.

Die Zeit besitzt entsprechend den anderen räumlichen Dimensionen ebenfalls eine Art der Geometrie. So wie Punkte und Intervalle auf Koordinatenachsen angegeben werden können, geschieht dies für die Zeit auf Zeitachsen. Somit kann die Zeit relativ zu einem vordefinierten System gemessen werden. Solche Systeme sind nach ISO 8601 Kalender wie zum Beispiel der Gregorianische Kalender und normierte Zeitsysteme wie das Universal Time Coordinated (UTC). Der Zeitbezug hat in diesem Sinn ähnliche Eigenschaften wie ein eindimensionales räumliches Bezugssystem.

Entsprechend der soeben dargestellten Auffassung der Zeit setzt sich auch das Zeitmodell der ISO 19108 zusammen. Es baut auf zwei Zeitprimitiven, dem Zeit-

punkt und der Zeitspanne, auf. Für zwei Zeitpunkte T_1 und T_2 auf einer Zeitachse gilt, dass entweder T_1 vor T_2 kommt oder umgekehrt, sofern T_1 nicht gleich T_2 ist. Dies wird als strenge Ordnung bezeichnet. Zusätzlich werden in der ISO 19108 Verhältnisse sowohl zwischen Zeitpunkt und Zeitspanne als auch zwischen zwei Zeitspannen als Bausteine für zeitbezogene Attribute von Geodaten definiert. (Bartelme, 2005, S. 225)

Für die Zeitmessung legt die ISO 19108 drei verschiedene Bezugssysteme fest:

- Kalender und Uhrzeit
- Zeitkoordinaten
- Zeitordnungen

Bei Kalender und Uhrzeit wird zumeist auf den Gregorianischen Kalender in Verbindung mit UTC, entsprechend der ISO 8601, zurückgegriffen. Das Gleiche geschieht bei der Definition eines Bezugspunktes für die Verwendung von Zeitkoordinaten. Die Zeitordnungen finden vorwiegend in der Geologie und Archäologie Verwendung. Dort ist die relative Einordnung von Zeitpunkten zueinander weitaus prägnanter als die genaue Kenntnis der Länge von Zeitabschnitten.

Die Berücksichtigung der Zeit in Datenbanken bzw. bei GI-Objekten kann auf viererlei Weise geschehen:

- in den Metadaten als zeitliche Gültigkeit
- als Zeitattribut
- als Zeitfunktion, wie zum Beispiel der Änderung eines Attributwertes in Abhängigkeit von der Zeit
- als Zeitrelation im Sinne der Verhältnisse zwischen Zeitpunkten und Zeitspannen

(Bartelme, 2005, S. 226)

Mit Hilfe von Zeitattributen kann die Berücksichtigung der Zeit auf einfache Weise erfolgen. Zudem ist in diesem Fall der Einsatz einer relationalen Datenbank möglich. Kontinuierliche zeitabhängige Veränderungen lassen sich mit den herkömmlichen relationalen Datenbanktechniken nur sehr schwer abbilden, es muss sich

hier auf die Abbildung diskreter Veränderungen beschränkt werden. (Brinkhoff, 2005, S. 413)

Dies ist in Bezug auf die Abbildung der zeitlichen Veränderung von Gasleitungen durchaus ausreichend, weil die Veränderung des Zustandes an ein konkretes Datum geknüpft ist. Als Beispiel lässt sich hier anführen, dass der Leitungsabschnitt X an einem bestimmten Datum in Betrieb genommen wurde.

6.2 Abbildung der Leitungseigenschaften in einer relationalen Datenbank

Um die Daten des Leitungsnetzes in einer relationalen Datenbank umzusetzen, ist es am einfachsten, Geometrie und Sachdaten getrennt zu speichern. Die Geometrie wird in diesem Fall CAD-System verwaltet, die zugehörigen Sachdaten in einer relationalen Datenbank.

6.2.1 Verknüpfung von CAD-Projekt und Datenbank

Das Leitungsnetz besteht im CAD-System aus Punkten und Linien. Um nicht jeden Punkt und jede Linie einzeln in der Datenbank verwalten zu müssen, ist es sinnvoll, mehrere Punkte und Linien mit gleichem Informationsinhalt zu einer Gruppe oder besser gesagt einem Objekt zusammenzufassen. Ein solches Objekt kann beispielsweise ein Hausanschluss oder ein Abschnitt einer Versorgungsleitung mit gleicher Dimension, Material und in Bezug auf die Zeit mit identischem Datum der Inbetriebnahme sein. Zudem kann ein Objekt aus nur einem zum Beispiel besonders wichtigen Element, wie einem Schieber oder Kugelhahn, bestehen. Diese Objekte werden über einen eindeutigen Schlüssel mit der Datenbank verknüpft. Hier bildet jedes Objekt einen Datensatz, mit dem Objektschlüssel als primäres Erkennungsmerkmal. Diesem können dann die einzelnen Attribute zugeordnet werden.

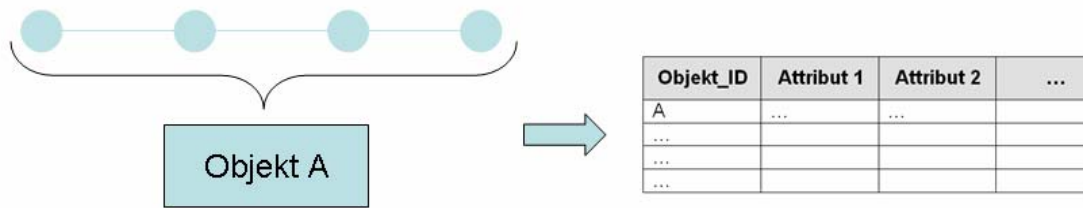


Abb. 6.1: Zusammenfassung eines Leitungsabschnittes zu einem Objekt

Das beschriebene Vorgehen wird zum Beispiel bei der Software Ingrada der Firma Softplan angewendet, um das CAD-System GEOgraf zu einem Geographischen Informationssystem zu erweitern. Bei diesem Programm wird als „Ident“ für jedes Objekt eine fortlaufende Nummer vergeben, die im jeweiligen Projekt eindeutig ist. Damit hat der Identifikationsschlüssel an sich jedoch sehr wenig Aussagekraft.

Eine andere Möglichkeit der Primärschlüsselvergabe wäre die Kombination von fortlaufender Nummer mit einigen Objekteigenschaften. Beispielsweise könnte der laufenden Nummer der zugehörige Punkt- bzw. Liniencode aus GEOgraf vorangestellt werden. Zudem wäre die Kennzeichnung der Ausprägung im Objektschlüssel von Vorteil. Um die Datenbank in Bezug auf eine Erweiterung zum Mehrspartenplan offen zu gestalten, ist außerdem die Kennzeichnung der Sparte bzw. des Mediums sinnvoll. Ein möglicher Objektschlüssel könnte demzufolge wie folgt gestaltet sein: G P 3443 #####.

Bestandteile der Objekt-ID	Bedeutung	Wertebereich
G	Sparte/Medium	A - Abwasser F - Fernwärme G - Gas W - Wasser ...
P	Ausprägung	P - Punkt L - Linie/Polygon F - Fläche
3443	Symbolcode	Punkt-/Liniencode gemäß GEOgraf-Artendatei
#####	Fortlaufende Nummer	0 - 999999

Tab. 6.1: Vorschlag für die Zusammensetzung des Objektschlüssels

Treten nun Veränderungen an dem betreffenden Objekt auf, wird zum Beispiel ein Teil stillgelegt, muss dieser Zeitpunkt erfasst und das Objekt A geschlossen werden. Zwei neue Objekte entstehen, jedes mit eigenen spezifischen Eigenschaften.

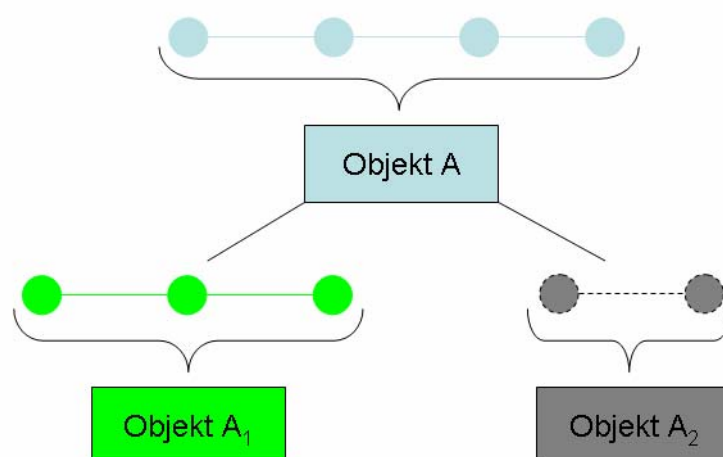


Abb. 6.2: Entstehung zwei neuer Objekte durch Veränderungen am Leitungsnetz

Wichtig ist dabei, dass der Zeitpunkt des Wegfalls von Objekt A mit dem des Entstehens der Objekte A_1 und A_2 abgeglichen wird, da ansonsten Überschneidungen oder Lücken im Datenbestand entstehen.

Ähnlich dem Leitungsbestand kann auch mit Gebäuden und dergleichen verfahren werden. Hier ist dies noch weniger aufwendig, da diese für die 3D-Darstellung in VIS-All® ohnehin zu einem flächenförmigen Objekt umgewandelt werden müssen.

Ein Nachteil dieser Datenverwaltung ist, dass alle, auch die bereits nicht mehr existenten bzw. ungültigen Objekte, weiterhin in der CAD vorgehalten werden müssen, um deren Visualisierung zu ermöglichen. Dies führt zu einem erhöhten Datenaufkommen in den CAD-Projekten.

6.2.2 Attribute

Die Attribute beschreiben den entsprechenden Datensatz und somit das Objekt Leitungsabschnitt näher. Die Leitungsabschnitte besitzen geometrische, semantische und temporale Attribute. Die Geometrieattribute werden, wie oben bereits erläutert, in der Grafik verwaltet. Somit müssen innerhalb der Datenbank die semantischen und temporalen Eigenschaften erfasst werden.

- **Semantische Attribute**

Hinter den semantischen Eigenschaften verbergen sich die entsprechenden Sachattribute. Hierzu zählen zum Beispiel:

- die Elementart,
- die Dimension,
- die Materialart,
- das Rohrlegeunternehmen,
- das Prüfunternehmen und
- der Leitungsstatus.

Die aufgezeigten Attribute nehmen nur bestimmte Werte an. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll einen Wertebereich vorzugeben, um Fehler einzugrenzen und sinnlose Eingaben zu vermeiden.

- **Temporale Attribute**

Hier sind vor allem der Entstehungszeitpunkt des Objektes sowie der Zeitpunkt ab dem das Objekt durch ein anderes ersetzt wird und damit ungültig wird von Bedeutung. Denn ab diesem Zeitpunkt soll es in der 3D/4D-Grafik nicht mehr sichtbar sein. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist das Datum der letzten Leitungsüberprüfung, da eine solche in regelmäßigen Abständen zu erfolgen hat. Somit sollten mindestens drei Zeitpunkte innerhalb der Datenbank erfasst werden.

Eine Zeitangabe kann als Attribut mit Hilfe des Gregorianischen Kalenders und UTC gemäß ISO 8601 und 19108 erfolgen. Der Attributwert für den 10. Mai 2007 um 11 Uhr 15 Minuten und 15 Sekunden wäre in diesem Fall: 20070510T11:15:15.00 + 0100. Die lokale Zeit ergibt sich dann durch das Hinzuzählen von einer Stunde zu UTC.

6.2.3 Datenbankentwurf

Nachdem die Eingrenzung dessen, was in der Datenbank abgebildet werden soll, erfolgt ist und die notwendigen Attribute und deren Wertebereiche zusammengetragen wurden, kann daraus nun ein Datenbankentwurf entwickelt werden. Dazu wird zunächst ein konzeptuelles Modell, in diesem Fall ein Entity-Relationship-Modell (ERM), erstellt und anschließend daraus ein relationales Schema abgeleitet.

Für die Umsetzung des beschriebenen Ausschnittes der Realwelt werden im ERM neun Entitätstypen festgelegt. Im Mittelpunkt des Modells steht dabei der Entitätstyp „Objekte“. Er stellt die Verbindung zwischen CAD-System und Datenbank über die Objekt_ID her. Ihm werden zudem alle wichtigen Eigenschaften direkt, über Attribute, und indirekt, durch die Beziehung zu anderen Entitätstypen, zugeordnet.

Eine direkte Zuordnung erfolgt hierbei für die temporalen Attribute: „Gueltig_ab“, „Ungueltig_ab“ und „Pruefung_am“. Über Beziehungen steht der Entitätstyp „Objekte“ mit den Entitätstypen „Rohrleger“, „Pruefunternehmen“, „LtgStatus“ und „Elementinfo“ in Verbindung und wird durch diese ebenfalls näher beschrieben. Die Entitätstypen „Rohrleger“ und „Pruefunternehmen“ dienen dabei als reine Adressdatenbanken und könnten unter Umständen zu einer Entitätsmenge, zum Beispiel mit der Bezeichnung „Subunternehmen“, zusammengefasst werden. In diesem Fall bestände allerdings zwischen „Objekte“ und „Subunternehmen“ eine netzwerkförmige Beziehung, welche später mit Hilfe einer Join-Tabelle abgebildet werden müsste. Zudem wären zusätzliche Prüfmechanismen erforderlich, damit nicht versehentlich Prüfunternehmen als Rohrleger eingesetzt werden können. Es würde sich aus diesem Schritt somit kein Vorteil ergeben. Die Entitätsmenge „LtgStatus“ enthält die drei Stadien, aktiv, inaktiv, entfernt, in denen sich das Leitungsobjekt befinden kann. Jedes Objekt kann aus Gründen der Umsetzung in der Datenbank nur einen Leitungsstatus annehmen. Ändert sich in der Realität dieser Status, wird das entsprechende Objekt ab diesem Zeitpunkt ungültig. Ein oder mehrere neue Objekte entstehen an Stelle dessen. Ein weiterer wichtiger Entitätstyp mit der „Objekte“ in Beziehung steht, ist der Entitätstyp „Elementinfo“. Dieser beschreibt die Art und das Aussehen des Objektes näher. Es handelt sich also um eine Art Signaturenzuweisung oder Darstellungsdatenbank. Auf diese Weise könnte die momentan in VIS-All® verwendete Konfigurationsdatei ersetzt werden. Hierin wird in Verbindung mit fünf weiteren Entitätstypen die Art des Objektes, zum Beispiel ob es ein einzelner Punkt oder ein Polygon ist, die Dimension, das Material sowie die entsprechende Punkt- und Liniensymbolik beschrieben. Weiterhin werden durch die zwei Attribute „Punktgroesse“ und „Liniendurchmesser“ die Größen der zum Objekt gehörigen Symbole festgelegt.

Anschließend erfolgt die Untersuchung und Umsetzung der Beziehungsmengen zwischen den Entitätstypen. Dabei wird ersichtlich, dass alle bestehenden Beziehungsmengen hierarchischer Natur sind.

Nun wird das erstellte ERM in ein relationales Schema umgewandelt. Dazu ist es notwendig, die Entitätstypen und Beziehungsmengen in Tabellen abzubilden und

Identifikationsschlüssel für diese zu definieren. Da in diesem Fall keine 1 : 1-Beziehungen bestehen, werden alle Entitätstypen jeweils in einer Relation, also einer Tabelle, abgebildet. Für die Umsetzung der hierarchischen Beziehungsmengen (1 : nc) migriert anschließend der Primärschlüssel der „1er-Seite“ als Fremdschlüssel zu der jeweiligen anderen beteiligten Relation. Um das Schema zu vervollständigen, erfolgen die Zuweisung der Attribute und die Festlegung der Datentypen.

Das erstellte Entity-Relationship-Modell sowie das relationale Schema sind in den Anlagen 23 und 25 beigelegt.

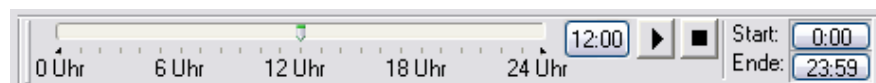
6.2.4 Konsistenz und Datenintegrität

Im Zuge der bisherigen Umsetzung des Datenmodells wurden bereits einige implizite Anforderungen an die Datenintegrität erfüllt. So konnte durch die Definition von Schlüsseln die Eindeutigkeit der Datensätze sichergestellt werden. Außerdem wurden bei der konzeptuellen Modellierung die Kardinalitäten der Beziehungen festgelegt. Deren konsequente Umsetzung im relationalen Datenbankmodell gewährleistet, dass zum Beispiel einem Objekt nicht zwei Dimensionen zugeordnet werden können. Außerdem können durch die hergestellten Fremdschlüsselbeziehungen nur Materialien, Dimensionen, Elementarten usw. verwendet werden, die auch tatsächlich existieren. Um zusätzlich Fehler und Falscheingaben zu vermeiden sind Wertebereichseinschränkungen sehr gut anwendbar. Mittels dieser können zulässige Wertebereiche sowohl mit als auch ohne Abhängigkeit von einer Bedingung eingeschränkt werden. So ist beispielsweise zu erreichen, dass das Attribut „Ungültig_ab:“ auf der Zeitskala immer nach dem Attribut „Gültig_ab:“ liegt. Eine weitere Anwendung ist die Zuordnung von bestimmten Dimensionen zu einem Material. Auf diese Weise sind falsche Zusammenstellungen, wie 150 PE, auszuschließen. Richtig wäre in diesem Fall entweder die Zusammensetzung 150 St oder 180 PE.

6.2.5 4D-Visualisierung in VIS-All®

Für die Visualisierung sollte VIS-All® auf die CAD-Grafik zugreifen und von dort alle Geometriedaten laden. Wird nun eine 3D-Darstellung gewünscht, muss ein bestimmtes oder das aktuelle Datum gewählt werden. Dann greift VIS-All® über SQL-Select-Statements auf die Datenbank zu und prüft in der Tabelle Objekte, welche Leitungsobjekte zu diesem Zeitpunkt gültig sind. Zu den gewählten Elementen kann über die Relationen Elementinfo, Punktzuordnung und Linienzuordnung die entsprechende Symbolik zugeordnet und generiert werden. Diese haben somit die Aufgabe der Konfigurationsdatei übernommen.

Eine 4D-Visualisierung würde im Grunde ähnlich ablaufen. Aber an Stelle eines bestimmten Datums tritt nun, innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens, eine Reihe von Daten. Dementsprechend ist auch eine Vielzahl von Abfragen durchzuführen. Deren Anzahl richtet sich hierbei nach der vorgegebenen Frequenz der Zeitsprünge.



Quelle: VIS-All®

Abb. 6.3: Zeitskala VIS - All®

Momentan ist in VIS-All® bereits eine Zeitskala umgesetzt. Diese beschränkt sich jedoch auf einen 24 Stunden langen Zyklus, welcher genutzt wird, um einen Tagesablauf zu simulieren. Ein solcher Zeitraum eignet sich selbstverständlich nicht, um Veränderungen an Versorgungsleitungen zu beobachten. Die Skala müsste daher variabel gestaltet werden, um verschiedene Zeiträume und auch die Stärke des Zeitraffers benutzerdefiniert gestalten zu können.

6.3 Abbildung der Leitungseigenschaften in einer objektrelationalen Datenbank

Wird anstelle einer relationalen eine objektrelationale Datenbank im Zuge der 4D-Visualisierung eingesetzt, kann auch die Leitungsgeometrie in dieser abgelegt werden. Dies hat den Vorteil, dass im CAD-Projekt keine historischen Leitungsdaten vorgehalten werden müssen.

Die Speicherung von Geometrie in objektrelationalen Datenbanken wird durch die Einführung von Typdeklarationen möglich. Damit können eigene Datentypen, wie beispielsweise „Adresse“ oder „Geometrie“ erzeugt werden. Einige Datenbankhersteller bieten auch von Haus aus bereits Fachschalen mit vordefinierten Datentypen für bestimmte Anwendungen an. So enthält Oracle Spatial eine generelle Geometrieklasse SDO_GEOMETRY, welche die im Open Geospatial Consortium (OGC) - Modell definierten Objekte abbilden kann. (Brinkhoff, 2005, S. 92)

Die Klasse SDO_GEOMETRY setzt sich aus den fünf Attributen (s. Anlage 26):

- SDO_GTYPE,
- SDO_SRID,
- SDO_POINT,
- SDO_ELEM_INFO und
- SDO_ORDINATES zusammen.

SDO_GTYPE gibt dabei den Geometrietyp durch eine vierstellige Zahl wieder. Die erste Ziffer gibt die Dimension der Geometrie wieder. Durch die zweite Ziffer wird ein lineares Bezugssystem festgelegt. Die letzten beiden Stellen bestimmen den Geometrietyp. Mit SDO_SRID wird das räumliche Bezugssystem der Geometrie festgelegt. Dafür wird einer der von der European Petroleum Survey Group (EPSG) festgelegten EPSG-Schlüssel verwendet. Über das Attribut SDO_POINT lassen sich einzelne Punkte beschreiben. Es besteht aus drei Koordinatenwerten. Bei der Nutzung dieses Attributes dürfen die beiden anderen Attribute SDO_ELEM_INFO sowie SDO_ORDINATES nicht belegt sein. Das heißt, sie müssen den Wert Null zugewiesen bekommen. Mittels SDO_ELEM_INFO wird beschrieben, wie die unter SDO_ORDINATES abgelegten Koordinaten zu inter-

pretieren sind. Dieses Attribut besteht aus einem Zahlenfeld, in welchem die Zahlenwerte in Dreiergruppen, den so genannten Tripeln, interpretiert werden. Jedes Tripel beschreibt eine Teilgeometrie. Der erste Zahlenwert gibt die Position im Koordinatenfeld wieder, an der die Teilgeometrie beginnt. Mit der zweiten Stelle wird der Elementtyp der Teilgeometrie festgelegt. Der dritte Wert interpretiert den Elementtyp näher und ist somit von der zweiten Stelle abhängig. Das letzte Attribut speichert alle Koordinaten einer Geometrie. (Brinkhoff, 2005, S. 93-100)

Mit Hilfe der Klasse SDO_GEOMETRY ist es somit ohne weiteres möglich eine dreidimensionale Geometrie in einer Datenbank abzulegen. Dies kann im Zusammenhang mit der angestrebten 4D-Visualisierung ausgenutzt werden. Dazu muss das in Abschnitt 6.2.3 aufgestellte Datenbankmodell um den Entitätstyp „Geometrie“ erweitert (s. Anlage 24) und dieser mit dem Entitätstyp „Objekt“ in Beziehung gestellt werden. Im relationalen Schema, wird daraus die Relation Geometrie mit dem Primärschlüssel „Geo_ID“ und dem Attribut „Shape“ vom Typ SDO_GEOMETRY (Anlage 25).

Wird die soeben beschriebene Variante eingesetzt, muss VIS-All® für eine 4D-Visualisierung nicht mehr bzw. lediglich für das Laden des DGM auf die CAD-Grafik zurückgreifen. Die Leitungsgeometrie wird, wie die Sachdaten auch, aus der Datenbank über SQL-Statements abgerufen. Das übrige Vorgehen gleicht dem in Abschnitt 6.2.4 beschriebenen Ablauf.

6.4 Fazit

Mit den in der aktuellen Version von VIS-All® zur Verfügung stehenden Werkzeugen ist eine 4D-Animation über einen 24-Stunden-Zyklus in Echtzeit möglich. Dabei können jedoch Szenenelemente nicht entsprechend ihren temporalen Attributen automatisch ein- bzw. ausgeblendet werden. Zudem bietet das bei der EW Eichsfeldgas GmbH eingesetzte CAD-System GEOgraf nicht die entsprechenden Mittel um notwendige Sachattribute abzulegen. Daher wurde der zusätzliche Einsatz einer Datenbank zur Ablage der benötigten Werte vorgeschlagen. In diesem Zusammenhang wurden zwei Varianten der Datenspeicherung aufgezeigt. Zum

einen der Einsatz einer relationalen Datenbank mit externer Verwaltung der Leitungsgeometrie in der CAD-Software und zum anderen die Verwendung einer objektrelationalen Datenbank. Diese bietet den Vorteil, dass die Geometriedaten gemeinsam mit den zugehörigen Sachdaten strukturiert in der Datenbank abgelegt werden können.

Insgesamt ist der zweite vorgestellte Ansatz zu bevorzugen, da hier alle Daten gemeinsam an einem Speicherort abgelegt werden. Weiterhin wird der Zugriff auf diesen Datenbestand auch für andere Anwendungen über Datenbankabfragen, mittels SQL, ermöglicht. Auch für die vorhandenen CAD-Projekte ist dieses Vorgehen vorteilhaft, da diese nicht durch historische Datenmengen künstlich aufgebläht werden.

7 Usability-Betrachtungen

Mit Hilfe der Software VIS-All® sollen im Zuge dieser Arbeit 2D-Leitungspläne in 3D-Modelle umgesetzt werden. Bisher wurde diese Tatsache einfach hingenommen, ohne zu betrachten, ob das Programm für eine solche Arbeit überhaupt geeignet und ob es gebrauchstauglich bzw. benutzerfreundlich ist.

7.1 Der Begriff Usability

Usability ist die englische Bezeichnung für das deutsche Wort Gebrauchstauglichkeit. In einigen Quellen wird es auch mit Benutzerfreundlichkeit übersetzt.

Zu dem Thema wann ein Produkt gebrauchstauglich oder benutzerfreundlich ist, gibt es sicher viele Meinungen und Definitionen. Dieses sind dann oft sehr subjektive Einschätzungen zu einem Sachverhalt.

Eine weithin akzeptierte Definition wurde in der Norm DIN EN ISO 9241-11 festgelegt. Hier wird Usability wie folgt beschrieben:

„Usability ist das Ausmaß, in dem ein Produkt von einem bestimmten Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext gebraucht werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“

Als Kernbegriffe dieser Definition werden Effektivität, Effizienz, Zufriedenheit und Nutzungskontext deutlich.

Effektivität ist hierbei die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der das Ziel des Benutzers erreicht wird. (DIN EN ISO 9241-11) Effektivität ist zum Beispiel nicht gegeben, wenn funktionale Fehler, Abstürze, fehlende Hilfen und Nutzungshinweise usw. den Einsatz einer Software erschweren bzw. unmöglich machen.

Effizienz ist definiert mit dem Verhältnis zwischen dem eingesetzten Aufwand und der Genauigkeit und Vollständigkeit mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen. (DIN EN ISO 9241-11) Der Aufwand kann als Zeit- oder Bedienaufwand für eine Aufgabe ermittelt werden, zum Beispiel als die Zeitdauer oder die Mausklicks, die für eine Fachaufgabe notwendig sind.

Das dritte Leitkriterium ist die Zufriedenstellung des Benutzers. Es ist die Freiheit von Beeinträchtigungen und die positive Einstellung gegenüber der Nutzung des Produktes. (DIN EN ISO 9241-11) Die Zufriedenheit kann nur durch die Befragung von Benutzern festgestellt werden.

Der letzte Kernbegriff der Usability-Definition ist der Nutzungskontext. Hiermit ist die Gesamtheit der Einflüsse gemeint, die auf die eigentliche Nutzungssituation wirken. Ein Nutzungskontext wird durch die auszuführenden Aufgaben, Fertigkeiten und Fähigkeiten der Benutzer sowie die Möglichkeiten und Grenzen der verwendeten Dialogtechnik beschrieben. (Heinsen, Vogt, 2003, S. 85)

Nur in Verbindung mit dem Nutzungskontext lässt sich die Gebrauchstauglichkeit einer Software ermitteln.

Oftmals werden zur Feststellung der Gebrauchstauglichkeit einer Software zusätzlich eine Reihe weiterer Kriterien hinzugezogen. Diese beschreiben vor allem die Qualität der Software hinsichtlich der Interaktivität. Diese Grundsätze der Dialoggestaltung sind in der DIN EN ISO 9241-110 festgehalten und werden in den Teilen 12 bis 17 detailliert erläutert. Die Teile 110 und 12 bis 17 der DIN EN ISO 9241 dienen somit einer Konkretisierung der Definition der Gebrauchstauglichkeit von Produkten.



(Quelle: Burmester, [www])

Abb. 7.1: Konkretisierung in den Richtlinien zur Gebrauchstauglichkeit

Zu den Grundsätzen der Dialoggestaltung sind zu zählen:

- Die Aufgabenangemessenheit:
„Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen“ (DIN EN ISO 9241-110)
- Die Selbstbeschreibungsfähigkeit:
Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer die Anfrage erklärt wird.“ (DIN EN ISO 9241-110)
- Die Steuerbarkeit:
„Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.“ (DIN EN ISO 9241-110)
- Die Erwartungskonformität:
„Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, zum Beispiel seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seiner Ausbildung und seiner Erfahrung sowie den allgemeinen anerkannten Konventionen.“ (DIN EN ISO 9241-110)

- Die Fehlerrobustheit:
„Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbarer fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.“ (DIN EN ISO 9241-110)
- Die Individualisierbarkeit:
„Ein Dialog ist individualisierbar, wenn das Dialogsystem Anpassungen an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe, individuelle Vorlieben des Benutzers und Benutzerfähigkeiten zulässt.“ (DIN EN ISO 9241-110)
- Die Lernförderlichkeit einer Software:
„Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems unterstützt und anleitet.“ (DIN EN ISO 9241-110)

Soll die Gebrauchstauglichkeit einer Software bestimmt werden, ist die Einhaltung der o. g. Kriterien zu prüfen.

7.2 Prüfung auf Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241

Die Prüfung auf Gebrauchstauglichkeit einer Software ist ein aufwendiger Vorgang und wird zumeist von professionellen Prüflaboratorien durchgeführt. Hierbei gibt es eine Reihe von Prüfverfahren, jedoch keine allgemein anerkannte Methodik.

Ein Prüfverfahren wurde von der Deutschen Akkreditierungsstelle Technik GmbH (DATech) erarbeitet, um einen verbindlichen Prüfstandard für die Gebrauchstauglichkeit von Software im Sinne der DIN EN ISO 9241 Teil 110 und 11 zu erstellen. Die DATech ist ein eingetragener Verein, in welchem neben Prüflaboratorien viele andere Firmen und Organisationen der Informationstechnologie, des Maschinenbaus, der Elektrotechnik, der Feinmechanik und der Optik organisiert sind. (Heinzen, Vogt, 2003, S. 88) Das Ziel der Prüfung ist es, auf Grundlage des Nutzungskontextes und sich daraus ergebender Nutzungsanforderungen an das Produkt,

gestalterische Mängel aufzudecken. Diese Nutzungsprobleme werden dann von einem Prüfer bewertet. Im Hinblick auf die Minderung der Effektivität, Effizienz oder Zufriedenheit, können diese Probleme dann zu dem Schluss führen, dass die untersuchte Software nach DIN EN ISO 9241-110 und -11 nicht gebrauchstauglich ist. Den Ablauf einer solchen Prüfung von Softwareprodukten auf Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241-110 und -11 regelt das DATech-Prüfungshandbuch Gebrauchstauglichkeit. Anlage 27 verdeutlicht den Ablauf anhand eines Schemas.

Eine weitere Beurteilungsmöglichkeit für die eingesetzte Software, bietet der Fragebogen ISONORM 9241/10. Dieser Fragebogen ist nicht von Prüfspezialisten sondern von den Benutzern auszufüllen. Er lehnt sich inhaltlich an die DIN EN ISO 9241-110 an. Jedem der sieben Qualitätskriterien sind hierin fünf Fragen gewidmet. Der Test besteht somit aus 35 Fragen, die innerhalb von 20 Minuten beantwortet werden können. Dieser Fragebogen sollte von allen Nutzern oder einer repräsentativen Auswahl bearbeitet werden. Aus allen Antworten für eine Frage wird der Mittelwert gebildet. Dieser wird für jede Frage in einer übersichtlichen grafischen Form dargestellt. Die Aussagekraft des ISONORM-Fragebogens beschränkt sich auf die Lieferung von ersten Hinweisen bezüglich der Schwachstellen innerhalb einer Software. Sollen aussagekräftige Ergebnisse und Verbesserungsvorschläge erhalten werden, muss der Fragebogen in ein umfassendes Prüfverfahren eingebettet werden. (Bräutigam, [www])

7.3 Untersuchung der Usability-Eigenschaften von VIS-All®

Das in Abschnitt 7.2 Dargestellte macht deutlich, dass eine umfassende Softwareprüfung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Es kann hier lediglich eine subjektive Beurteilung der Übereinstimmung zwischen den Vorgaben der Normen sowie Empfehlungen von Usability-Experten und der in VIS-All® verwendeten Dialoggestaltung vorgenommen werden. Ein praktikables Werkzeug dazu ist der be-

reits vorgestellte ISONORM-Fragebogen. Dieser wird in Bezug auf VIS-All® ausgefüllt (s. Anlage 28). Die anschließende Auswertung deutet dann auf Stellen der Benutzeroberfläche mit Optimierungspotential hin. Darauf aufbauend werden die einzelnen Gestaltungsgrundsätze separat betrachtet und anhand von Beispielen einzelne Kritikpunkte sowie Verbesserungsvorschläge aufgezeigt.

Zur Auswertung des Fragebogens werden die Mittelwerte aller Antworten zu einem Gestaltungsgrundsatz gebildet. Anschließend können diese in kompakter Form, zum Beispiel mit Hilfe eines Diagramms, dargestellt werden.

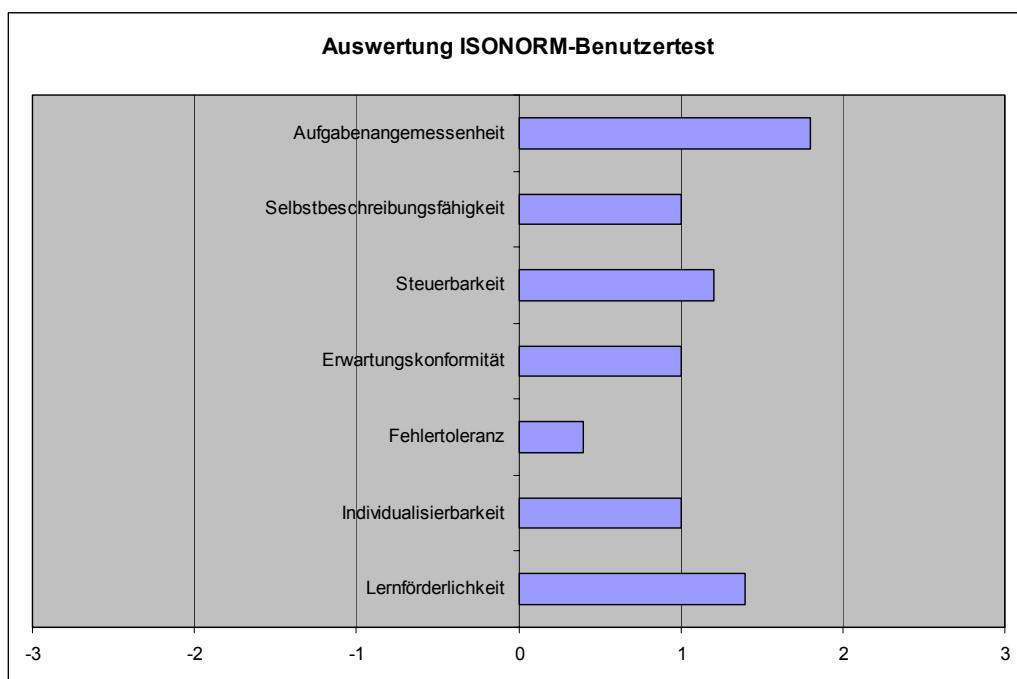
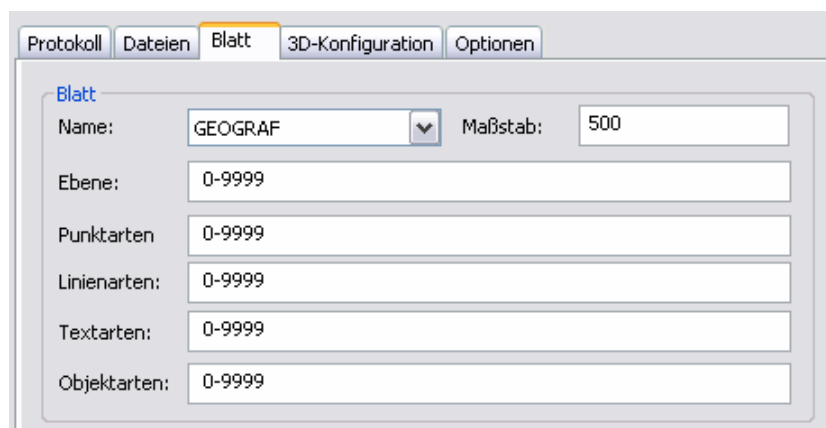


Abb. 7.2: Auswertung des ISONORM-Benutzertests

Wie in der Übersicht zu sehen ist, ergibt sich im Zuge des Benutzertests ein durchweg positives Ergebnis. Daraus ist abzuleiten, dass VIS-All® inklusive dem mitbetrachteten Datenreader für die dreidimensionale Visualisierung, insbesondere von Versorgungsleitungen, subjektiv als geeignet und somit gebrauchstauglich wahrgenommen wird. Besonders positiv schneiden dabei die Aufgabenangemessenheit, die Steuerbarkeit sowie die Lernförderlichkeit ab. In Bezug auf die Fehlertoleranz kann die Dialoggestaltung jedoch noch optimiert werden.

- **Aufgabenangemessenheit**

Bei der Aufgabenangemessenheit wurde nur ein nennenswerter Kritikpunkt festgestellt. Im Datenreader wird beim Import ein Projekt angelegt. Diesem Projekt werden die getätigten Einstellungen, wie zum Beispiel die Konfigurations-, die Stift- und die Symboldatei, zugewiesen und abgespeichert. An dieser Stelle können ebenfalls der darzustellende Arten- und Ebenenbereich festgelegt werden. Auch dieser wird beibehalten, selbst wenn VIS-All® und der Datenreader geschlossen werden. Wird jedoch das entsprechende CAD-Projekt geschlossen, geht der eingestellte Darstellungsbereich verloren. Da der Benutzer aber davon ausgeht, dass die Einstellungen gespeichert sind, führt dies zumindest beim erstmaligen Auftreten zur Verwirrung. Es stellt unter diesen Umständen eine überflüssige Eingabe dar.



Quelle: VIS-All®

Abb. 7.3: Zurückgesetzte Blatteinstellungen beim Datenreader

Ein weiterer Vorschlag in Hinsicht auf die Bedienbarkeit und die Bewegung im dreidimensionalen Modell ist der Einsatz eines zuschaltbaren Fadenkreuzes. Mit diesem wäre ein genaueres Anvisieren des Ortes möglich, der angefahren werden soll. Gerade in den Anfängen der Benutzung von VIS-All® sind ansonsten sehr viele Kurskorrekturen notwendig, um das ersehnte Ziel zu erreichen.

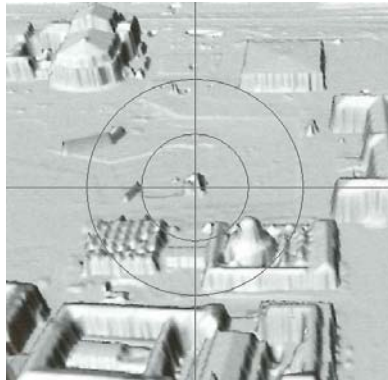


Abb. 7.4: Einsatz eines Fadenkreuzes als Navigationshilfe

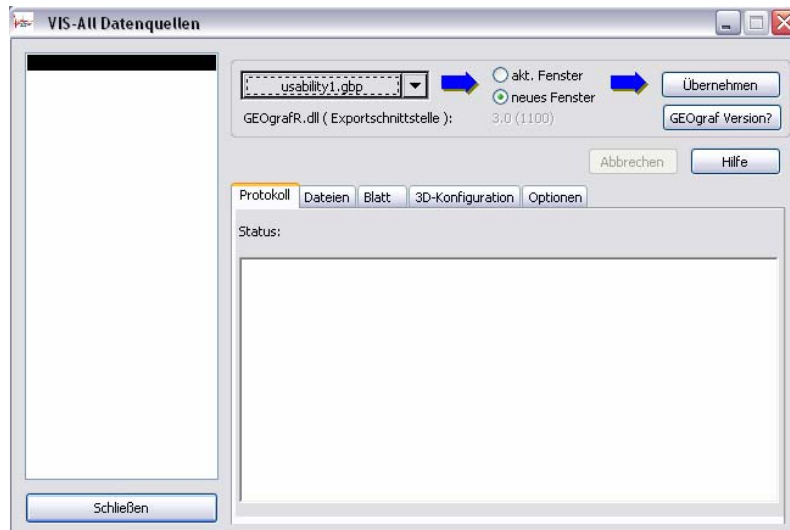
- **Selbstbeschreibungsfähigkeit**

Im Zusammenhang mit dieser Eigenschaft der Dialoggestaltung fielen besonders im Datenreader einige Sachverhalte auf, die zu Irritationen führen können.

Wird ein GEOgraf-Projekt geladen, sieht der Benutzer die in Abbildung 7.5 dargestellte Benutzeroberfläche. Im oberen Teil ist eine Art Ablaufplan dargestellt. Dieser suggeriert dem Nutzer, dass an dieser Stelle lediglich drei Einstellungen notwendig sind. Dies ist allerdings nur der Fall, wenn ein bereits bestehendes Projekt gewählt wird. Bei der Erzeugung eines neuen Projektes sind jedoch weitere Einstellungen erforderlich. Ein Vorschlag wäre, die Pfeile entfallen zu lassen oder je nachdem, ob ein neues oder bereits vorhandenes Projekt gewählt wird, veränderliche Pfeile darzustellen.

Weiterhin wird in Zusammenhang mit der Nutzung des Datenreaders ein Assistent zur Zusammenstellung der Konfigurationsdatei genutzt. Hier legt der Anwender die Umsetzung der CAD-Grafikelemente fest. Für nicht darzustellende Punkte ist vorgesehen, wie für darzustellende Punkte auch, dass der Speicher-Button betätigt wird. Eindeutiger wäre die Einführung eines zusätzlichen Buttons mit der Aufschrift „Nicht darstellen“ oder einer ähnlichen Bezeichnung. Auch die Abschaltung des Assistenten bzw. der Abbruch der Zuweisungsaktion könnte durch die Umsetzung, mittels des

gewohnten Abbruch-Buttons, zur Erhöhung der Selbstbeschreibungsfähigkeit beitragen.



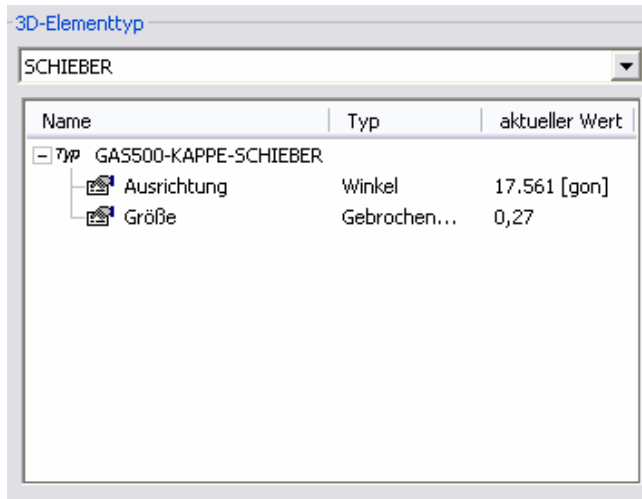
Quelle: VIS-All®

Abb. 7.5: Benutzeroberfläche des Datenreaders

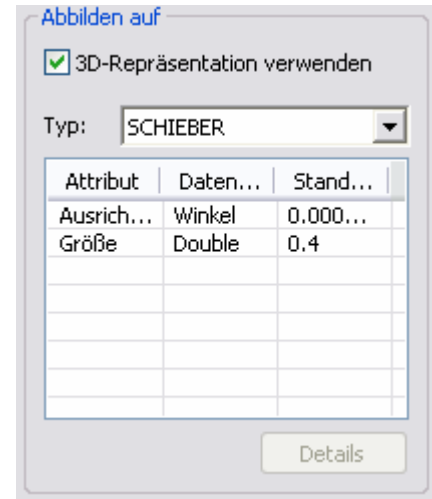
Die Menüs, Masken und Symbole sind überwiegend gut bis sehr gut verständlich oder werden durch Tooltips und über eine Erläuterungszeile am unteren Bildrand näher erläutert. Dadurch ist es dem Benutzer schnell möglich, sich einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Funktionen zu verschaffen.

Es kann allerdings zu einer fehlerhaften Darstellung bei der Veränderung der Featureeigenschaften kommen. Während für den Winkel ein Punkt als Dezimaltrennzeichen zur Anwendung kommt, wird bei der Symbolgröße ein Komma genutzt. Setzt der Anwender an dieser Stelle auch einen Punkt ein, ignoriert VIS-All® diesen als Trennzeichen und es erfolgt eine zu große Darstellung des Punktes. In dem oben bereits erwähnten Assistenten des Datenreaders ist im Gegensatz dazu wiederum ein Punkt als Dezimaltrennung erforderlich. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, entweder beide Trennzeichen zuzulassen oder diesen möglichen Fehler über eine entsprechende Meldung abzufangen. Als Vorbild kann hier der Datenreaderassis-

tent dienen. Hier wird eine solche Fehlermeldung bei Falscheingabe bereits generiert.



a) Feature-Eigenschaften



b) Datenreader-Assistent

Quelle: VIS-All®

Abb. 7.6: Unterschiedliche Dezimaltrennzeichen

- **Steuerbarkeit**

VIS-All® ist gut steuerbar. Das Programm kann jederzeit ohne Datenverlust verlassen werden. Ein späterer Wiedereinstieg an der entsprechenden Stelle ist ohne weiteres möglich.

Beim Datenimport, mittels Datenreader, ist eine relative starre Einhaltung der Bearbeitungsschritte notwendig. Ob dies ein Nachteil ist, ist fraglich. Es ergeben sich daraus feste, eingespielte Routinen, welche zur Vermeidung von Fehlern beitragen können.

Ein kleiner Kritikpunkt ist die Unterbrechung des Arbeitsflusses durch die relativ lange Wartezeit, während die Elemente der CAD-Grafik in VIS-All® eingelesen werden. Da hier keine Meldung die geschätzte Ladezeit anzeigt, wartet der Benutzer bis alle Daten geladen sind. Die Ladezeit betrug für den aus 172 Punkten und 171 Linien bestehenden Testauftrag ca. eine Minute und 17 Sekunden. Bei umfangreicheren Projekten verlängert sich diese Ladezeit erheblich. So betrug sie für 7178 Punkte und 21960 Linien be-

reits sieben Minuten und 18 Sekunden. Die Geschwindigkeit ist natürlich abhängig von den technischen Parametern des eingesetzten Computers. In diesem Fall wurde ein handelsüblicher Personalcomputer mit den folgenden technischen Eigenschaften verwendet:

- Intel Pentium 4 Prozessor (3,0 GHz),
- Arbeitsspeicher: 2048 MB DDR-RAM,
- Grafikkarte: ATI RADEON X700 SE mit 512 MB Grafikspeicher,
- Betriebssystem: Microsoft Windows XP, Service Pack 2.

Diese Zeit verstreicht jedoch nur beim Einlesen vorhandener Projekte ungenutzt. Bei der Neuanlage von Projekten wird der Nutzer zur Attributvergabe benötigt.

- **Erwartungskonformität**

Die Benutzeroberfläche von VIS-All® ist einheitlich und übersichtlich gestaltet. Dadurch ist es dem Benutzer möglich, sich schnell zu orientieren. Weiterhin sind alle Funktionen der 3D-Grafik nach einheitlichen Prinzipien aufrufbar.

Wünschenswert wären in diesem Zusammenhang einige Rückmeldungen, welche die erfolgreiche Abarbeitung eines Arbeitsschrittes bestätigen. Als Beispiel könnte nach der Änderung der Symbolgröße die Meldung: „Das Feature wurde erfolgreich geändert!“ erscheinen.

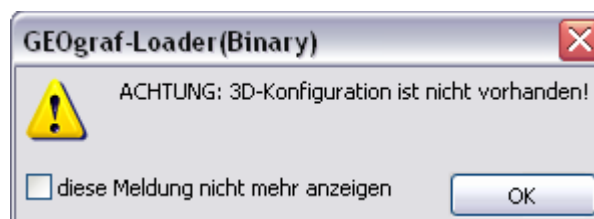
Des Weiteren wird der Anwender, nachdem er ein Objekt der 3D-Grafik über den Elementfang ausgewählt hat, während der ca. sieben Sekunden langen Ladezeit, im Unklaren darüber gelassen, ob der Ladevorgang erfolgt oder die Auswahl fehlgeschlagen ist. Um über den aktuellen Status des Programms zu informieren, könnte hier in der Erläuterungszeile der aktuelle Ladeprozess angezeigt werden.

- **Fehlertoleranz**

Zunächst ist festzuhalten, dass die Software so gestaltet ist, dass kleine Fehler keine schwerwiegenden Folgen, wie Datenverlust oder Systemabsturz zur Folge haben können. Zudem erfordern Fehler zumeist keinen großen Korrekturaufwand.

Verbesserungen sind im Bereich der Fehlermeldungen möglich. Im oben genannten Fall der Symbolgröße erscheint zum Beispiel keine Fehlermeldung, obwohl dies angebracht wäre.

Wird beim Datenimport keine Konfigurationsdatei ausgewählt, erscheint die in Abbildung 7.7 sichtbare Information. Benutzt der Nutzer daraufhin den OK-Button wird der Ladevorgang trotzdem fortgesetzt. Am Ende des Ladevorganges muss dann festgestellt werden, dass keine 3D-Ansicht erzeugt werden kann. Es ist nun notwendig, den gesamten Ladevorgang von neuem zu starten. Vorteilhafter ist an dieser Stelle, den Ladevorgang abubrechen oder eine Auswahlmöglichkeit, kombiniert mit dem Vorschlag eine Konfigurationsdatei zu erzeugen und in diese Fehlermeldung einzubinden.



Quelle: VIS-All®

Abb. 7.7: Fehlermeldung bei fehlender Angabe der Konfigurationsdatei

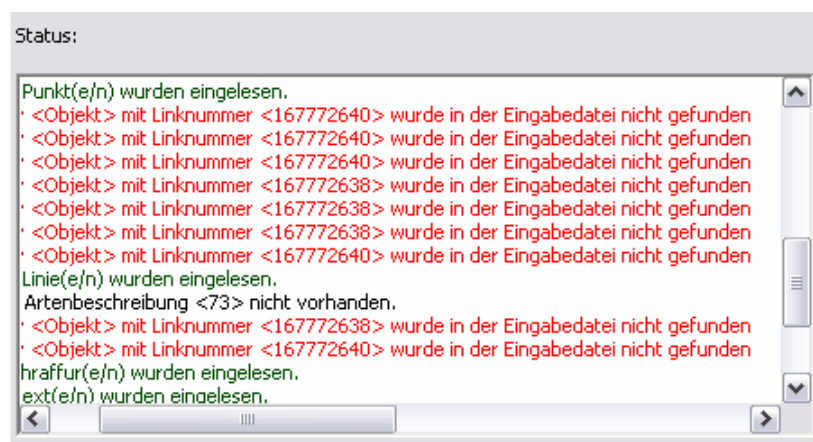
Weiterhin sollte versucht werden, die vorhandenen Fehlermeldungen so einfach und verständlich wie möglich zu verfassen. Abbildung 7.8 zeigt eine Warnmeldung, bei der auf den Datentyp Double verwiesen wird. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass nicht jeder Benutzer das Hintergrundwissen besitzt, um die Bedeutung dieser Meldung zu erkennen. Einfacher wäre es für den Benutzer, wenn hier auf die Eingabe einer Zahl hingewiesen würde.



Quelle: VIS-All®

Abb. 7.8: Datenreader-Assistent: Warnmeldung für die Verwendung der falschen Dezimaltrennung

Auch an anderen Stellen wären Hinweise zu Fehlerbehebung sinnvoll. Wenn zum Beispiel beim Einlesen der Feature-Typen die Profile vergessen wurden, zeigt VIS-All® an, dass einige Objekte nicht in der Eingabedatei gefunden wurden. Es ist aber nicht erkennbar, welche dies sind. In diesem Zusammenhang wäre ein Hinweis auf die Profile sehr hilfreich und erspart viel Zeit für die Fehlersuche.



Quelle: VIS-All®

Abb. 7.9: Datenreader-Fehlermeldung für fehlende Profiltypen

- **Individualisierbarkeit**

VIS-All® wurde für die dreidimensionale Visualisierung von (Geo-)Daten geschaffen. Für diese Aufgabe bietet das Programm alle notwendigen Funktionen. Es ist dem Benutzer zudem möglich, über ein Plugin das Programm nach seinen Bedürfnissen zu erweitern. Es Bedarf hierzu lediglich der Programmierung mit einer Programmiersprache, die das verwendete

COM-Interface unterstützt. So könnte zum Beispiel ein Modul für eine dreidimensionale Trassenberechnung hinzugefügt werden.

Das Darstellungsprogramm selbst lässt sich gut an Arbeitsgewohnheiten des Nutzers anpassen. Alle wichtigen Funktionen können beispielsweise jeweils über das Hauptmenü, Symbolleisten sowie über das Kontextmenü der rechten Maustaste aktiviert werden. Der Datenreader hingegen erfordert eine statische Bearbeitung nach dem vorgegebenen Muster. Abweichungen führen hier zu Fehlern.

- **Lernförderlichkeit**

Die Lernförderlichkeit ist zusammen mit der Aufgabenangemessenheit eine der großen Stärken von VIS-All®. Es wird sehr wenig Zeit zum Erlernen des Programms benötigt. Die Hilfe ist leicht verständlich und in Verbindung mit den mitgelieferten Beispielprojekten sehr praxisnah und leicht nachvollziehbar. Des Weiteren wird der Nutzer durch den übersichtlichen Aufbau und die Fehlerrobustheit zum Probieren animiert.

Ganz ohne Hilfe oder Handbuch ist jedoch auch VIS-All® nicht erlernbar. Wobei sich diese Einschränkung vor allem auf den Datenreader mit den dort zu beachtenden Details bezieht.

7.4 Fazit

Wie auch im ISONORM-Fragebogen zu erkennen ist, lautet das Usability-Fazit, dass VIS-All® eine durchweg gute bis sehr gute Software ist. Sie ist den Aufgaben, die an sie gestellt werden, angemessen und fehlerrobust. Weiterhin ist VIS-All® ohne Schwierigkeiten erlernbar.

Eine perfekte Software gibt es sicher nicht und so sind auch hier im Detail einige Punkte zu entdecken, die noch Optimierungspotential bieten. Hierbei kristallisierte sich besonders die Kommunikation der Benutzeroberfläche mit dem Nutzer, zum Beispiel bei Fehleingaben, als Ansatzpunkt heraus.

Dies sind natürlich, wie schon anfangs erwähnt, nur subjektive Eindrücke einer Person, die mit dem Hintergrund der intensiven Einarbeitung in die Thematik der Usability entstanden sind. Um eine gesicherte Aussage zur Wahrnehmung der Software durch die Nutzer zu erzielen, könnte die Firma John den ISONORM-Fragebogen als Umfragewerkzeug bei allen Kunden oder einer repräsentativen Auswahl einsetzen.

Damit würde sie auf Grund der breiten Basis mit einem nicht allzu großen Aufwand eine gesicherte Aussage über die Gebrauchstauglichkeit bzw. Benutzerfreundlichkeit erlangen und eventuelle Schwachstellen der hergestellten Software aufdecken. Auf diesen Erkenntnissen kann dann die Weiterentwicklung und Optimierung der zukünftigen Versionen aufgebaut werden. Entscheidend sind letztendlich nicht theoretische Normen und Vorschriften. Vielmehr gibt die Zufriedenheit der Anwender den Erfolg und die Qualität einer Software wieder.

8 Zusammenfassung

Die 3D-Visualisierung des unterirdischen Bauraumes befindet sich derzeit noch in den Kinderschuhen ihrer Entwicklung. Im Zuge der Umsetzung von 3D-Stadtmodellen und anderweitigen Darstellungen der menschlichen Umgebung bleibt die Abbildung der Zustände unterhalb der Erdoberfläche zumeist unberücksichtigt. Dabei bringt der Mensch gerade in diesen Bereich immer mehr Anlagen ein, die der heutigen Wohlstandsgesellschaft dienen und die aus dieser nicht mehr wegzudenken sind. Es erstreckt sich dadurch unterirdisch ein nahezu unüberblickbares Netzwerk, welches ständig an Dichte zunimmt.

Um in diesem Dschungel der Ver- und Entsorgungsleitungen, Telekommunikationsanlagen, Schächten und anderen Bauwerken nicht den Überblick zu verlieren und auch zukünftig eine gewisse Planungssicherheit zu gewährleisten, ist in naher Zukunft der Einsatz von 3D-Modellen für den unterirdischen Bauraum unumgänglich.

Aus diesem Grund war ein Schwerpunkt dieser Arbeit, die 3D-Visualisierung von Erdgasleitungen als einem Bestandteil dieses Bauraumes zu untersuchen. Als Testgebiet diente dabei das Versorgungsgebiet der EW Eichsfeldgas GmbH.

Zunächst wurden dazu die Voraussetzungen für eine 3D-Darstellung des Leitungsnetzes untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Datengrundlage hierfür qualitativ sehr unterschiedlich ist. Im besonderen Maße fielen die Unterschiede zwischen Ortsverteilnetzen und dem Erdgasfernleitungsnetz auf. Für große Bereiche der Ortsverteilnetze fehlen Höhenangaben. Hier ist die Annahme von Richtwerten für Verlegetiefen teilweise unumgänglich. Im Gegensatz dazu sind die Ferngasleitungen nahezu lückenlos höhenmäßig erfasst.

Um diese Defizite in Zukunft zu verringern bzw. auszumerzen, ist der vollständige Umstieg auf eine 3D-Datenerfassung notwendig.

Eine weitere Grundlage der dreidimensionalen Darstellung und somit gleichzeitig wichtiger Punkt dieser Arbeit war die Erarbeitung eines 3D-Signaturenkataloges für die Elemente des Leitungsnetzes. Hierbei wurde aufbauend auf dem in einer Projektarbeit erstellten Erstentwurf einer Symbolbibliothek, die Testung, Überarbeitung und Erweiterung der Symbolik durchgeführt.

Dieser Symbolkatalog wurde anschließend in den bestehenden Katalog des Programms VIS-All® integriert. Mit Hilfe dieser Software, die von dem Praxispartner Software-Service John zur Verfügung gestellt wurde, erfolgte auch die praktische Testung der Symbolik.

In diesem Zusammenhang ergab sich die Untersuchung der Nutzung weiterer Geodaten für die Unterstützung und Verbesserung der 3D-Darstellung des Leitungsnetzes. Hierbei erwiesen sich vor allem Daten der Landesvermessung als wertvolle Hilfe bei der Abbildung des Leitungsbestandes.

Sowohl die Leistungsfähigkeit der Software, als auch die Umsetzbarkeit der 3D-Darstellung von Versorgungsleitungen wurden anhand der Abbildung einiger Leitungsabschnitte aufgezeigt. Um zu zeigen, dass die Visualisierung der Erdgasleitungen entsprechend auch für andere Versorgungsträger umgesetzt werden kann, wurde die Abbildung einer Wasserleitung mit einbezogen. Die entstandenen Modelle und Präsentationen sind dieser Arbeit als digitale Anlage beigelegt.

Für die Schaffung eines homogenen dreidimensionalen Datenbestandes als qualitativ hochwertige Grundlage einer 3D-Visualisierung erwies sich eine einheitliche und effiziente Gestaltung der Datenerfassung als unbedingt notwendig. Um diesen Vorgang zu unterstützen, wurden Workflow-Ansätze für die Datenerfassung von der Vermessung bis zur 3D-Darstellung aufgezeigt. Zur Unterstützung und Effizienzsteigerung erfolgten zudem der Entwurf und die Vorstellung einiger Automatisierungswerkzeuge und Arbeitshilfen.

Als Ausblick in die Zukunft wurde die Leitungsdarstellung, unter Berücksichtigung der Zeit als vierte Dimension, betrachtet. Hierfür bietet aktuell weder die benutzte Software noch die derzeitige Leitungsdokumentation eine Abbildungsmöglichkeit. Deshalb erfolgte an dieser Stelle die Vorstellung von Modellen zur Abbildung und

Analyse der vierten Dimension. Dazu wurden die notwendigen Attribute und Strukturen zusammengetragen und deren Ablage und Analyse mit Hilfe von Datenbankmodellen aufgezeigt.

Die abschließende Untersuchung der Usability-Eigenschaften der eingesetzten Software VIS-All® führte zu einem positiven Ergebnis in Bezug auf Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit.

Im Laufe dieser Arbeit zeigte sich, dass einige Kompromisse einzugehen sind, um eine automatische und somit effektive Umsetzung eines vorhandenen Datenbestandes in eine dreidimensionale Abbildung zu erreichen. Trotz dieser Kompromisse ergibt sich durch die 3D-Visualisierung eine realistische und an Aussagekraft der 2D-Darstellung überlegene Wiedergabe der Situation im Leitungsnetz.

9 Ausblick

In der Zukunft wird sich die 3D-Darstellung mit großer Wahrscheinlichkeit auch im Bereich des unterirdischen Bauraumes durchsetzen. Die fortschreitende Computertechnik und moderne Messverfahren werden hierzu ihren Betrag leisten und die dreidimensionale Visualisierung weiter erleichtern.

Auch beim eingesetzten System VIS-All® stehen bereits mit der nächsten Version neue Werkzeuge zur Verfügung. So wird die Navigation in der 3D-Szene durch freie Wahl der Tastenbelegung und die Auswahl eines anzusteuernenden Punktes vereinfacht. Das Programm steuert dann diesen Punkt automatisch in vordefinierter Zeit und Geschwindigkeit an. Zudem wird VIS-All® in Zukunft die Möglichkeit bieten, Symbole direkt im System selbst zu entwerfen. Dadurch entfällt die Nutzung zusätzlicher Software. Auch einige in dieser Arbeit aufgezeigte Punkte werden in dieser Version abgestellt bzw. umgesetzt. So wird es transparente Linienprofile geben und die in Abschnitt 7.3 in Zusammenhang mit dem Laden der Feature-Eigenschaften vorgeschlagene Meldung wird ebenfalls realisiert.

Weiterhin bieten die mit Hilfe von Plugins hervorragenden Erweiterungsmöglichkeiten von VIS-All® das Potential, um weitere Benutzerkreise für die 3D-Abbildung von Versorgungsleitungen zu gewinnen. So könnten Netzberechnung, Planung sowie Störfallsimulation ebenfalls von den Eigenschaften der 3D-Visualisierung profitieren. In diesem Zusammenhang sind zusätzlich auch Massenberechnungen und Kostenkalkulationen durchaus denkbar. Mit entsprechender Qualität der Daten und Weiterentwicklung der GPS-Technologie wäre sogar ein Einsatz digitaler Leitungsdaten als Ergänzung einer 3D-Baumaschinensteuerung möglich. Diese Technologie könnte analoge Schachtgenehmigungen ersetzen und helfen Beschädigungen an Versorgungsleitungen zu vermeiden und die Arbeitssicherheit zu erhöhen.

Ein weiterer wichtiger Schritt für die Akzeptanz und Umsetzung der 3D-Visualisierung von Ver- und Entsorgungsleitungen wäre die Schaffung einheitlicher Nor-

men und Standards für die Erfassung und Abbildung der dreidimensionalen Daten, entsprechend den bereits für die 2D-Darstellung existierenden Richtlinien.

Selbst die Darstellung der vierten Dimension wird zukünftig kaum mehr Probleme bereiten. Deren Modellierung ist derzeit zwar noch Thema der Forschung, aber in absehbarer Zeit werden temporale und spatio-temporale Datenbanksysteme den Nutzer in die Lage versetzen, räumliche und zeitliche Eigenschaften der Daten geeignet zu verwalten, abzufragen und somit zu verarbeiten. (Brinkhoff, 2005, S. 412)

Literaturverzeichnis

Bartelme, Norbert: Geoinformatik: Modelle • Strukturen • Funktionen. 4., vollständig überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005

Baumann, Eberhard: Vermessungskunde: Lehr- und Übungsbuch für Ingenieure. 5., bearbeitete und erweiterte Auflage. Bonn: Ferd. Dümmlers Verlag, 1999 (Band 1, Einfache Lagemessung und Nivellement)

Bollmann, Jürgen; Koch, Wolf Günther (Hrsg.): Lexikon der Kartographie und Geomatik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 2001 (Band 1, A bis Karti.)

Brinkhoff, Thomas: Geodatenbanksysteme in Theorie und Praxis: Einführung in objektrelationale Geodatenbanken unter besonderer Berücksichtigung von Oracle Spatial. Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG, 2005

Coors, Volker; Zipf, Alexander (Hrsg.); u. a.: 3D-Geoinformationssysteme: Grundlagen und Anwendung. Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG, 2005

DATech-Deutsche Akkreditierungsstelle Technik GmbH: DATech-Prüfhandbuch Gebrauchstauglichkeit: Leitfaden für die ergonomische Evaluation von interaktiven Systemen auf Grundlage von DIN EN ISO 9241, Teile 11 und 110. Version 3.4. Frankfurt/Main: 2006

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1998 - Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Flächen: Richtlinien für die Planung. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1978

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 2425 Teil 1 - Planwerke für die Versorgungswirtschaft, die Wasserwirtschaft und für Fernleitungen: Rohrnetzpläne der öffentlichen Gas- und Wasserversorgung. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1975

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN-Taschenbuch 354: Software-Ergonomie Empfehlungen für die Programmierung und Auswahl von Software. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2004

DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.: Arbeitsblatt G 463: Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Betriebsdruck > 16 bar - Errichtung. Bonn: DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., 2001 (Technische Regel)

DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.: Arbeitsblatt G 472: Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) - Errichtung. Bonn: DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., 2000 (Technische Regel)

DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.: Hinweis GW 120: Planwerke für die Rohrnetze der öffentlichen Gas- und Wasserversorgung. Bonn: DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V., 1998 (Technische Mitteilung)

EW Eichsfeldgas GmbH: Technische Richtlinie TR-N 350: Zeichenanweisung Worbis: EW Eichsfeldgas GmbH, 1998 (interne Richtlinie)

EW Eichsfeldgas GmbH: Technische TR-N 351: Vermessungsanweisung. Worbis: EW Eichsfeldgas GmbH, 2003 (interne Richtlinie)

Heinsen, Sven; Vogt, Petra (Hrsg.); u. a.: Usability praktisch umsetzen: Handbuch für Software, Web, Mobile Devices und andere interaktive Produkte. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2003

Held, Bernd: Excel-VBA in 21 Tagen: Für Excel 97/2000/2002, Routinearbeiten automatisieren, Zeit sparen und Effizienz steigern. München: Markt + Technik Verlag, 2003

Herczeg, Michael: Software-Ergonomie: Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation. 2., vollständig überarbeitete Auflage. München: Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH, 2005

HHK Datentechnik GmbH: GEOgraf-Desktophilfe. Braunschweig: HHK Datentechnik GmbH, 2003 (Version 3.0 (1100))

Hofmann, D.: Unternehmensführung: Unternehmensorganisation, Strategische Unternehmensführung, Aktuelle Methoden der Unternehmensführung. 1. Auflage. Zwickau: Druckerei Zwickau GmbH, 1995 (Lehrbrief)

International Organization for Standardization (ISO): International Standard ISO 19108:2002: Geographic information - Temporal schema, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2002

International Organization for Standardization (ISO): International Standard ISO 8601:2004: Data elements and interchange formats - Information interchange - Representation of dates and times, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2004

Kemper, Alfons; Eickler, André: Datenbanksysteme: Eine Einführung. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH, 2004

Möser, Michael: Bezugsflächen und Bezugssysteme. 1. Auflage. Dresden: Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), 2001 (Internes Manuskript Vermessungstechnik, Studiengang Vermessungswesen, VVF/G-06(1)/1)

Müller, Hans: Polygonierung Teil 1. 2., überarbeitete Auflage. Dresden: Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), 1996 (Internes Manuskript Vermessungstechnik, Studiengang Vermessungswesen, V/G-05-05(2)/2)

Schütze, Bettina; Engler, Andreas; Weber, Harald: Lehrbuch Vermessung: Fachwissen. Dresden: Schütze • Engler • Weber Verlags GbR, 2004

Software-Service John: VIS-All®. Ilmenau: Software-Service John, 2007 (Version 1.8.0.6)

Spiller, Dorit; Bock, Petra: Effiziente Arbeitsabläufe: Schwachstellen erkennen - Prozesse optimieren. 1. Auflage. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, 2001

VEB Kombinat Geodäsie und Kartographie: Katalog der Technologien: für die
4. topographisch-kartographische Laufendhaltung der Topographischen Karten
1 : 10 000 bis 1 : 200 000 und der Topographischen Stadtpläne
1 : 10 000 und 1 : 25 000. 1. Ausgabe. Berlin: VEB Kombinat Geodäsie und
Kartographie, 1986

Wehmann, Wolffried: Geodätische Höhensysteme und Höhennetze. 2., überarbeitete Auflage. Dresden: Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), 1996 (Internes Manuskript Vermessungstechnik, Studiengang Vermessungswesen, V/G-05-06(1)/2)

Wehmann, Wolffried: Trigonometrische Höhenbestimmung. 2., unveränderte Auflage. Dresden: Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), 1994 (Internes Manuskript Vermessungstechnik, Studiengang Vermessungswesen, V/G-05-06(4)/2)

Internetdokumente

Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG (2007): Definition: Workflow - Meyers Lexikon online. **URL:** <http://lexikon.meyers.de/meyers/Workflow>
Zugriff am: 24. April 2007

Bräutigam, Lothar (unbekannt): Beurteilung der Software-Ergonomie anhand des ISONORM-Fragebogens. **URL:** http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/verfahren_zur_beurteilung_der/beurteilung_der_software_ergo.htm
Zugriff am: 3. Mai 2007

Burmester, Michael (unbekannt): Gebrauchstauglichkeit von Software. **URL:** http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen_der_software_ergon/gebrauchstauglichkeit_von_sof.htm
Zugriff am: 3. Mai 2007

DATEch Deutsche Akkreditierungsstelle Technik GmbH (2007): Startseite der DATEch GmbH. **URL:** <http://www.datech.de/index.php?id=0010>
Zugriff am: 1. Mai 2007

EW Eichsfeldgas GmbH (unbekannt): Eichsfeldwerke - Über uns. **URL:** <http://www.eichsfeldwerke.de/gas/index.php?rubric=137>
Zugriff am: 18. März 2007

Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT (2005): Fit für Usability > Usability 1x1<. **URL:** <http://www.fit-fuer-usability.de/1x1/uebersicht.html>
Zugriff am: 1. Mai 2007

Freistaat Thüringen - Landesamt für Vermessung und Geoinformation (un-

bekannt): Landesamt für Vermessung und Geoinformation - DGM. **URL:**

<http://www.thueringen.de/de/tlvermgeo/landesvermessung/dgm/content.html>

Zugriff am: 5. Mai 2007

Freistaat Thüringen - Landesamt für Vermessung und Geoinformation (un-

bekannt): Landesamt für Vermessung und Geoinformation - ATKIS. **URL:**

<http://www.thueringen.de/de/tlvermgeo/landesvermessung/dlm/content.html>

Zugriff am: 5. Mai 2007

Freistaat Thüringen - Landesamt für Vermessung und Geoinformation (un-

bekannt): Landesamt für Vermessung und Geoinformation - Digitale topographische Karten.

URL: <http://www.thueringen.de/de/tlvermgeo/landesvermessung/karten/landeskartenwerke/dtk/content.html>

Zugriff am: 5. Mai 2007

Freistaat Thüringen - Landesamt für Vermessung und Geoinformation (un-

bekannt): Landesamt für Vermessung und Geoinformation - Orthophotos.

URL: <http://www.thueringen.de/de/tlvermgeo/landesvermessung/luftbilder/orthophotos/content.html>

Zugriff am: 5. Mai 2007

Hartwig, Ronald (1999): Software-Ergonomie Information. **URL:**

<http://www.rhaug.de/information/info.pdf>

Zugriff am: 2. Mai 2007

OGP Surveying & Positioning Committee (unbekannt): OGP Surveying & Positioning Committee. **URL:** <http://www.epsg.org/>

Zugriff am: 3. Juni 2007

Schneider, Wolfgang (unbekannt): Grundsätze der Dialoggestaltung

DIN EN ISO 9241-110. **URL:** http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen_der_software_ergon/grundsätze_der_dialoggestalt.htm

Zugriff am: 3. Mai 2007

Software-Service John (unbekannt): Software-Service John. **URL:**

<http://www.john-software.de/frame6.htm>

Zugriff am: 6. April 2007

Steinborn, Dirk (2002): www.design-usability.de - usability texte. **URL:**

http://www.design-usability.de/usability_definition.html

Zugriff am: 2. Mai 2007

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Stand der Umsetzungsarbeiten der Bestandsdaten von Ortsverteilsnetzen	12
Abb. 2.2:	Übersicht über die Struktur des Datenbestandes der EW Eichsfeldgas GmbH	13
Abb. 2.3:	Ebenenmanager des CAD-Systems GEOgraf.....	16
Abb. 2.4:	Verteilung der Höhensysteme in den Ortslagen	18
Abb. 2.5:	Verteilung der Höhenangaben in Ortsverteilsnetzen am Beispiel der Ortslage Leinefelde	21
Abb. 2.6:	Höhenbezugssysteme der Versorgungsleitungen	24
Abb. 3.1:	VIS-All®-Loader	27
Abb. 3.2:	Symbolgröße unsymmetrischer Symbole	29
Abb. 3.3:	Aufbau der Liniensymbolik	30
Abb. 3.4:	Ordnerstruktur der Symbolbibliothek	32
Abb. 3.5:	Symbolbezeichnung im Symbolkatalog	32
Abb. 3.6:	Leitungsknickpunkt ohne/mit Punktsymbol.....	36
Abb. 3.7:	3D-Darstellung links mit identischem Referenz- und Aufnahmepunkt und rechts mit zentrischem Referenzpunkt	37
Abb. 3.8:	Darstellung eines Kugelhahnes.....	38
Abb. 3.9:	Darstellung eines Ausbläasers	39
Abb. 3.10:	Darstellung von Leitungsende, Mantelrohr und T-Stück mittels Rohrleitung und Leitungspunkten.....	41
Abb. 3.11:	Stillgelegte Leitung mit Kreuzsymbolik	43
Abb. 3.12:	Erstellung der Symbolik für stillgelegte Rohrleitungen	44
Abb. 3.13:	Betonabdeckung	45
Abb. 3.14:	Messwerte für eine Darstellung mittels flächenförmiger Objekte.....	46
Abb. 3.15:	Schildpfahl mit Markierungshaube und Schildertafeltextur.....	47
Abb. 3.16:	Schieberkappe mit Gestänge und Kugelhahn	48
Abb. 3.17:	Abbildung der verschiedenen Punktklassen.....	50
Abb. 3.18:	Beispiel für die Darstellung des Aufhaltepunktes	51

Abb. 3.19:	Gasflussrichtung in Leitungen mit einem Einspeisepunkt	52
Abb. 3.20:	Gasflussrichtungen in Leitungen mit mehreren Einspeisepunkten	52
Abb. 3.21:	Gasflussrichtungen in Leitungen mit Schleifen.....	53
Abb. 3.22:	Visualisierung der Regel- und Messanlage Marth/Miwepa.....	55
Abb. 4.1:	Arbeitsfluss von der Vermessung bis zur 3D-Visualisierung	57
Abb. 4.2:	GEOgraf-Makro	65
Abb. 4.3:	DGM-Vermaschung mit unterschiedlichen Horizonten.....	67
Abb. 4.4:	Sprünge im Leitungsnetz durch fehlende/ungültige Punkthöhen.....	68
Abb. 5.1:	Bearbeitungsstand der ALK im Eichsfeldkreis.....	73
Abb. 5.2:	Texturierung des DGM mit einer DTK in VIS-All®.....	75
Abb. 5.3:	Texturierung des DGM mit einem DOP in VIS-All®.....	76
Abb. 5.4:	Durch Laserscanning erfasstes DOM.....	78
Abb. 5.5:	CAD - Gebäudemodelle und DOM	79
Abb. 6.1:	Zusammenfassung eines Leitungsabschnittes zu einem Objekt.....	85
Abb. 6.2:	Entstehung zwei neuer Objekte durch Veränderungen am Leitungsnetz.....	86
Abb. 6.3:	Zeitskala VIS - All®	91
Abb. 7.1:	Konkretisierung in den Richtlinien zur Gebrauchstauglichkeit.....	97
Abb. 7.2:	Auswertung des ISONORM-Benutzertests.....	100
Abb. 7.3:	Zurückgesetzte Blatteinstellungen beim Datenreader	101
Abb. 7.4:	Einsatz eines Fadenkreuzes als Navigationshilfe.....	102
Abb. 7.5:	Benutzeroberfläche des Datenreaders	103
Abb. 7.6:	Unterschiedliche Dezimaltrennzeichen	104
Abb. 7.7:	Fehlermeldung bei fehlender Angabe der Konfigurationsdatei.....	106
Abb. 7.8:	Datenreader-Assistent: Warnmeldung für die Verwendung der falschen Dezimaltrennung	107
Abb. 7.9:	Datenreader-Fehlermeldung für fehlende Profiltypen.....	107

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Ebeneneinteilung.....	15
Tab. 3.1:	Übersicht der Punktarten für Nennweitenänderungen.....	40
Tab. 4.1:	Zulässige Längs- und Querabweichungen für Polygonzüge	62
Tab. 6.1:	Vorschlag für die Zusammensetzung des Objektschlüssels.....	86

Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Silkerode, 30. Juni 2007

Christian Vorstadt

Anlagen

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1:** Übersicht - Versorgungsgebiet der EW Eichsfeldgas GmbH
 - Anlage 2:** Auszug aus der Projektarbeit „Konzeption eines 3D-Signaturenkaloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“
 - Anlage 3:** Ortsnetze - Verteilung der Höhensysteme
 - Anlage 4:** Hochdruckversorgungsleitungen - Verteilung der Höhensysteme
 - Anlage 5:** Mitteldruckversorgungsleitungen - Verteilung der Höhensysteme
 - Anlage 6:** Feldbuch - Ortsnetz Neustadt, Neue Straße/Baumschulenweg
 - Anlage 7:** Symbolidentifikation im XML-Format am Beispiel Flanschverbindung
 - Anlage 8:** Querschnittsbeschreibung für ein Linienprofil im XML-Format
 - Anlage 9:** Auszug aus einer 3D-Konfigurationsdatei (*.mpd)
 - Anlage 10:** 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkaloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“
 - Anlage 11:** 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole
 - Anlage 12:** 3D-Signaturkatalog: linienförmige Symbole
 - Anlage 13:** Überarbeitung der Technischen Richtlinie TR-N 351
 - Anlage 14:** Zuweisungsdatei zur Punktartenumwandlung
 - Anlage 15:** Koordinatendatei *.pkt
 - Anlage 16:** Quellcode VBA-Makro „Höhenreduzierung - PKT
 - Anlage 17:** Ablaufschema DGM - Erstellung
 - Anlage 18:** Ablaufplan: Erstellung 3D - Modell
 - Anlage 19:** Checkliste - Vermessung
 - Anlage 20:** Checkliste - Messungsauswertung
 - Anlage 21:** Checkliste - Planerstellung GEOgraf
-

Anlage 22: Checkliste - Import VIS-All®

Anlage 23: Entity-Relationship-Modell: relationale Datenbank

Anlage 24: Entity-Relationship-Modell: objektrelationale Datenbank

Anlage 25: Relationales Schema

Anlage 26: Attribute und Wertebereiche der Klasse SDO_GEOMETRY

Anlage 27: Ablauf einer Usability-Prüfung anhand des DATech-Handbuches

Anlage 28: ISONORM-Fragebogen: Bewertung der Software VIS-All®

Anlage 1: Übersicht - Versorgungsgebiet der EW Eichsfeldgas GmbH

ew | EICHSFELDGAS

Netzgebiet

Stand: 1. Januar 2006

- Transportleitungen
- Fremdleitungen
- von EW Eichsfeldgas GmbH versorgte Orte
- fremd versorgte Orte
-  Erdgastankstellen:
Leinefelde
Heiligenstadt



3. Analyse der Bestandsdokumentation der EW Eichsfeldgas GmbH

Die Bestandsdokumentation der EW Eichsfeldgas GmbH besteht, wie in der DIN 2425 gefordert, im Wesentlichen aus den drei Bestandteilen:

- Übersichtspläne
- Bestandspläne
- Feldbücher/Aufnahmeskizzen.

Außerdem führt die EW Eichsfeldgas GmbH Profile, Wegerechtspläne und gestreckte Leitungspläne. Insgesamt besteht die Dokumentation aus aktuell circa 1470 Plänen und 8500 Feldbüchern. Zeichenträger ist dabei für alle o. g. Komponenten lichtpausfähige Folie. Diese hat jedoch durch die moderne Scanner- und Kopiertechnik ihre Bedeutung verloren. Alle Pläne sind schwarz-weiß angelegt. Da es sich nicht um Mehrspartenpläne handelt, besteht keine Notwendigkeit zur Verwendung von Farbe.

Das Planwerk wurde seit der Gründung der Gesellschaft in analoger Form aufgebaut, fortgeführt und gepflegt. So dass der gesamte Leitungs- und Anlagenbestand hierdurch nachgewiesen und dokumentiert ist.

Als Grundlage und technische Richtschnur wurde hierfür betriebsintern die Technische Richtlinie N 350 (TR-N 350) geschaffen. Diese Technische Richtlinie wurde in Anlehnung an die DIN 2425 und den DVGW-Hinweises GW 120 erstellt. Sie dient als Zeichenanweisung sowie als Symbolkatalog und gilt für alle zeichnerischen Arbeiten zur Anfertigung des Planwerks.

Im Jahr 2001 begann die EW Eichsfeldgas GmbH damit, das konventionelle analoge Planwerk sukzessive in digitale Form umzuwandeln. Das Hauptaugenmerk wurde und wird dabei auf die Umstellung der Bestandspläne gelegt, da diese als einer der wichtigsten Bestandteile der Bestandsdokumentation anzusehen sind. Dieser Prozess dauert bis zum heutigen Tage an und wird weiter vorangetrieben.

Da die Analyse auch im Hinblick auf die Erstellung eines 3D – Symbolkataloges erfolgen soll, muss in diesem Abschnitt auch die Analyse der Dokumentation von Höhen mit einbezogen werden.

3.1 Übersichtsplan

Übersichtspläne dienen, wie der Name bereits sagt, zu Übersichtszwecken. Mit ihnen sind eine Orientierung über den Verlauf der Ferngasleitungen, die Darstellung von Netzzusammenhängen sowie ein Überblick über Ortsverteilnetzleitungen möglich. Sie sind im Allgemeinen nur für den internen Gebrauch bestimmt, zum Beispiel für Netzberechnungen. Übersichtspläne werden bei der EW Eichsfeldgas GmbH in 3 unterschiedlichen Maßstäben angelegt. Für alle Übersichtspläne gültig ist die Aussage, dass sie keinerlei Bemaßung enthalten, somit auch keine Höhenangaben.

3.1.1 Übersichtsplan M 1 : 50.000

Als Grundlage für den Übersichtsplan 1 : 50.000 dient die TK 50. In diese als Transparent angelegte topografische Karte sind alle Mittel- und Hochdruckferngasleitungen eingepflegt. Zusätzlich enthält der Übersichtsplan 1 : 50.000 alle Übernahmestationen und BZR des Versorgungsgebietes der EW Eichsfeldgas GmbH. Ein Beispielplan befindet sich in Anlage 1.

Ein spezielle Form des Übersichtsplanes 1 : 50.000 ist der Befliegungsplan 1 : 50.000. Dieser war als Farbdruck angelegt. Er diente bei der monatlich stattfindenden Befliegung der Erdgashochdruckleitungen als Übersicht und Orientierungshilfe für die Besatzung. In diesem Plan waren nur die Erdgashochdruckleitungen, die BZR und Übernahmestationen ohne Kennnummern sowie die entsprechenden Leitungsnummern dargestellt. Befliegungspläne werden nicht mehr gepflegt, stattdessen erhalten die Befliegungsunternehmen den Hochdruckleitungsbestand in digitaler Form als DXF – Datei im Landeskoordinatensystem.

3.1.2 Übersichtsplan M 1 : 25.000

Der Übersichtsplan 1 : 25.000 basiert auf der TK 25. Er wird ebenfalls als Transparent angelegt und enthält wie der Übersichtsplan 1 : 50.000 alle Mittel- und Hochdruckferngasleitungen, BZR und Übernahmestationen. Die Leitungen sind jedoch mit der entsprechenden Bezeichnung und die Regelanlagen mit ihrer Nummerierung versehen. Zusätzlich werden Streckenarmaturen, wie Schieber und Kugelhähne mit leitungsweiser, fortlaufender Nummerierung, Bestandsplangrenzen mit Blattbezeichnung und Leitungen von Vorlieferanten dargestellt. Entgegen der TR-N 350 sind im Plan aber keine Kundenanlagen und Schilderpfähle eingepflegt.

3.1.3 Übersichtsplan M 1 : 5.000

Als der am häufigsten verwendete Übersichtsplan, nimmt der Übersichtsplan M 1 : 5.000 eine Sonderstellung unter den Übersichtsplänen ein. Er stellt jeweils das Ortsverteilnetz einer Ortslage dar und basiert auf den Bestandsplänen M 1 : 500 und nicht, wie in der DIN 2425 Teil 1 gefordert, auf der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1 : 5.000. Dafür gibt es eine einfache Erklärung, das Versorgungsgebiet der EW Eichsfeldgas GmbH liegt in Thüringen und somit auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. Hier wurde keine Grundkarte im Maßstab 1 : 5.000, sondern die TK 10 als Basiskarte der topografischen Karten, geführt.

Um den Übersichtsplan M 1 : 5.000 zu erhalten werden also die Bestandspläne M 1 : 500 der entsprechenden Ortsverteilnetze verkleinert, generalisiert und zu einem Übersichtsplan pro Gemarkung oder besser gesagt pro Ortslage montiert. Die Rahmen der Bestandspläne bleiben erhalten, ebenso wie die Plannummern, so dass gezielt auf den jeweiligen Bestandsplan geschlossen werden kann.

Der Übersichtsplan wird als Rahmenkarte angelegt. Der Kartenspiegel hat das Format 1000 mm x 500 mm.

Dargestellt werden hinsichtlich der Topographie lediglich Straßenzüge mit Bezeichnung, öffentliche Gebäude und Kundengebäude mit Hausanschlussleitun-

gen, die einen Außendurchmesser größer oder gleich 63 mm haben. Hinzu kommen die Versorgungsleitungen mit Dimension und Werkstoff, sämtliche Absperr- und Ausblasevorrichtungen, Nennweitenänderungen sowie die im Ortsnetz befindlichen BZR mit ihrer Kennnummer. Die in der TR-N 350 geforderte Darstellung der Brückenleitungen und Düker erfolgt nicht explizit, sondern ist der Darstellung der sonstigen Versorgungsleitungen angeglichen. Eine detaillierte Darstellung solcher Gewässerkreuzungen erfolgt stattdessen in den Bestandsplänen M 1 : 500.

3.2 Bestandsplan

„Der Bestandsplan enthält einen Ausschnitt der Gas- oder Wärmeverteilungsanlagen und in der Regel alle Daten, die zur Wiederauffindung der Leitungen – ohne aufwendige vermessungstechnische Ausrüstung – erforderlich sind.“ (TR-N 350, 10/1998, Seite 7, Abschnitt 2.3)

Demnach dient der Bestandsplan als Bestands- und Lagenachweis der Leitungen. Hier muss dem zufolge auch die Vermaßung der Erdgasleitung erfolgen. Dazu kommen vor allem das Einbinde- und das Orthogonalverfahren sowie der Bogenschlag zum Einsatz.

Bestandspläne sind sowohl für den internen als auch für den externen Gebrauch bestimmt. Sie werden Personen, Kommunen und Unternehmen mit berechtigtem Interesse im Rahmen von Planauskünften ausgehändigt. Sie dienen dann als Planungsgrundlage und bei Tiefbauarbeiten als Schachtgenehmigung. Intern werden sie vor allem zur Planung von Netzerweiterungen und als Grundlage für Sanierung, Wartung und Instandsetzung genutzt.

Bei der EW Eichsfeldgas GmbH werden Bestandspläne in den Maßstäben 1 : 1.000 und 1 : 500 geführt. Für Detailzeichnungen sind die Maßstäbe 1 : 250 und 1 : 100 vorgesehen. Allgemein gültige Aussagen zu Höhenangaben können nicht gemacht werden, da diese je nach Maßstab differenziert behandelt werden.

In der TR-N 350 werden zusätzlich Grundpläne aufgeführt. Diese entsprechen im Aufbau den Bestandsplänen. Einziger Unterschied ist, dass keine Versorgungsleitung, sondern lediglich Topographie dargestellt ist. Da Grundpläne in dieser Hin-

sicht nicht existieren, wird auf eine gesonderte Betrachtung verzichtet. Es gelten entsprechend die Ausführungen zu Bestandsplänen.

3.2.1 Bestandsplan M 1 : 1 000

Der Bestandsplan M 1 : 1.000 dient der Darstellung von Mittel- und Hochdruckferngasleitungen. Da es sich bei diesen meist um mehrere Kilometer lange, gestreckte Linienzüge handelt, werden die Pläne im Format 1190 mm x 297 mm angelegt und besitzen diesen relativ kleinen Maßstab.

Grundlage für diesen Bestandsplan bildet Katasterkartenwerk. Dementsprechend werden die Katastergrenzen, Katasterbezeichnungen und Trigonometrische Punkte, die zur Vermessung der Erdgasleitung genutzt wurden, dargestellt. In älteren Plänen finden sich auch noch Eigentümerangaben. Dies wird jedoch aus Datenschutzgründen heute nicht mehr praktiziert. Zusätzlich zu den Katasterangaben werden auch wichtige, markante topografische Objekte wie zum Beispiel Straßen, Wege, Bahnlinien, Gewässer, Gebäude, Masten, usw. dargestellt. Damit wird die Zuordnung der dargestellten Situation in der Örtlichkeit wesentlich erleichtert.

Selbstverständlich sind auch die entsprechenden Ferngasleitungen mit allen Anbauteilen, Armaturen mit Bezeichnung und Regelanlagen sowie Querungen von Fremdleitungen und Drainagerohren dargestellt. Die Bestandspläne werden dabei grundsätzlich so angelegt, dass im Plan die Erdgasleitung von links nach rechts verläuft. Als Verlaufsrichtung wird dabei die Richtung des Gasflusses angenommen. Bemaßt wird im Allgemeinen auf Gasmerksäulen. Die Merksäulen stehen parallel zur Trasse. Somit kann auch eine Bemaßung in Gasflussrichtung umgesetzt werden. Unübersichtliche Situationen werden in Detailabbildungen genauer dargestellt.

Da den Gasmerksäulen für das Auffinden der Erdgasleitung eine große Bedeutung zukommt, werden deren Koordinaten in einer Koordinatenliste im Rahmen aufgelistet. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Kontrolle von Leitungsabsteckungen und für die Wiederherstellung bei Zerstörung.

Alle Ferngasleitungen und auch die Querungen werden dreidimensional vermessen. Höhenangaben findet sind im Bestandsplan M 1 : 1.000 aber nicht zu finden. Die Darstellung der dritten Dimension erfolgt in Längsprofilen, wobei zu jedem Bestandsplan M 1 : 1.000 ein entsprechendes Profil existiert. Auf diese wird im Abschnitt 3.3.1 näher eingegangen.

3.2.2 Bestandsplan M 1 : 500

Die Ortsverteilnetze der EW Eichsfeldgas GmbH werden in Bestandsplänen M 1 : 500 abgebildet. Ein Großteil dieser Pläne basiert auf Vermessungen und Plänen des VEB „Geodäsie und Kartographie“ der DDR. Andere wurden aus Luftbildern in Kombination mit Katasterkarten abgeleitet. Dementsprechend ist auch die Qualität dieser Pläne sehr unterschiedlich.

Die Bestandspläne M 1 : 500 sind, wie der Übersichtplan M 1 : 5.000 auch, als Rahmenkarten angelegt. Die Kartenspiegelgröße ist ebenfalls 1000 mm x 500 mm.

Der Kartenspiegel enthält, soweit es der Platz zulässt, eine relativ detaillierte Darstellung der Topographie mit Straßen- und Gewegekanten, Gebäuden, Zäunen, Masten, Nutzungsarten, Schächten, Seiteneinläufen, Armaturen anderer Versorgungsleitungen usw. sowie Katastergrenzen.

Auch hier wird, wie im Bestandsplan M 1 : 1.000, der gesamte Leitungs- und Anlagenbestand dargestellt. Unübersichtliche Situationen werden auch hier in Detailabbildungen genauer dargestellt, wobei auch dreidimensionale Schemata zu finden sind. Diese sind jedoch, wie in Abbildung 3-1, oft nicht vermaßt, sondern dienen nur der Erläuterung des Leitungsverlaufes bei Etagen oder dergleichen. Zudem sind sie meist perspektivisch falsch gezeichnet.

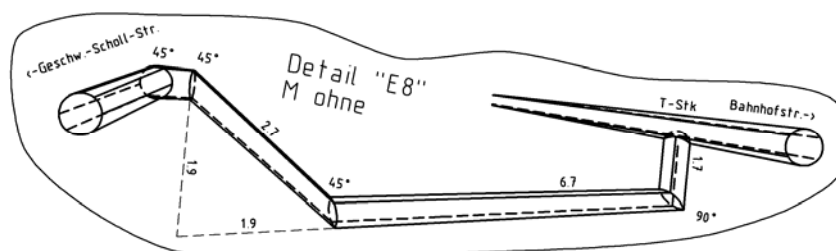


Abb. 3-1: Schema zum Leitungsverlauf

Die Bemaßung bezieht sich in der Mehrzahl der Fälle auf Gebäude. Ist dies nicht möglich, dienen Laternenmasten oder Kanalschächte als Anfangs- und Endpunkte für Messungslinien. In seltenen Fällen wird eine Bemaßung auf Zäune vorgenommen.

Höhenangaben sind sehr selten und werden nur im Zusammenhang mit Mehr- oder Minderdeckungen bzw. vertikalen Versprüngen angewandt. Wenn Höhenangaben vorhanden sind, dann fast ausschließlich als relative Höhenangabe mit Bezug zur Geländeoberkante zum Herstellungszeitpunkt (Abbildung 3-2). Dies resultiert natürlich aus der Art der Leitungsaufnahme. Ortsverteilnetzleitungen wurden bei der EW Eichsfeldgas in den meisten Fällen mittels Bandmaß aufgenommen, was nur diese Art der Höhenbestimmung zuließ.



Abb. 3-2: Profil mit relativen Höhenangaben

Dies hat sich in den letzten Jahren geändert. Mit dem zunehmenden Einsatz elektro-optischer Tachymeter bei der Leitungsaufnahme und veränderten Anforderungen von Behörden wie Straßenbauämtern und Wasserbehörden werden zunehmend auch absolute Höhen erfasst und, wie in Abbildung 3-2 dargestellt, zumindest bei Straßen- und Gewässerquerungen auch dargestellt.

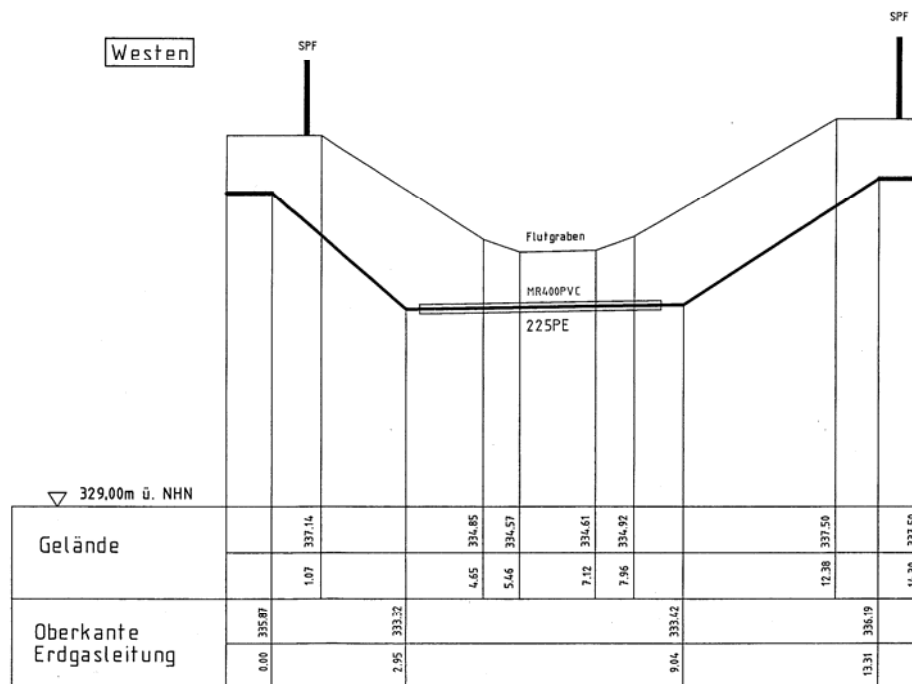


Abb. 3-3: Profil der Gewässerkreuzung des Flutgrabens mit absoluten Höhen

3.2.3 Detailzeichnung

Detailzeichnungen dienen zur Darstellungen von im Bestandsplan unübersichtlichen Situationen und besonderen Anlagen, wie zum Beispiel Schieberkreuzen oder Bezirksregelanlagen mit Armaturen. Bei letzteren werden die Detailzeichnungen dann als Sonderblatt mit zugehörigem Ausschnitt aus dem Bestandsplan angelegt und in einem gesonderten Archiv abgelegt. Ansonsten werden die Detailzeichnungen als Sonderzeichnungen mit auf dem jeweiligem Bestandsplan in unmittelbarer Nähe der dargestellten Situation untergebracht.

Laut Definition (siehe Abschnitt 3.2, Seite 13) kann man Detailzeichnungen ohne weiteres zu den Bestandsplänen zuordnen. Es muss also nicht, wie in der TR-N 350 geschehen, die Detailzeichnungen gesondert betrachtet werden.

Für Detailzeichnungen werden heute standardmäßig die Maßstäbe 1 : 250 und

1 : 100 verwendet. In der Vergangenheit wurden darüber hinaus sehr unübersichtliche Situationen in den Maßstäben 1 : 50 oder 1 : 25 und in einigen Fällen auch ohne Maßstab angelegt.

Dargestellt wird, wie oben erwähnt, eine unübersichtliche Situation aus einem Bestandsplan. Daraus folgt, dass auch der entsprechende Inhalt dargestellt wird und unter Umständen um einige Elemente und Maße ergänzt wird. So können zum Beispiel Steuer- und Schutzeinrichtungen wie Kabel, Anoden usw. mit dargestellt werden. Zudem wird in Detailzeichnungen eine abgewandelte Symbolik gegenüber den Bestandsplänen angewendet.

3.3 Profil

Profile dienen im Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH zur Darstellung der Höhenlage der Erdgasleitungen. Es wird dabei zwischen Längs- und Querprofilen unterschieden.

Während von den Längsprofilen gesagt werden kann, dass sie grundsätzlich einen absoluten Höhenbezug haben, müssen die Querprofile differenzierter betrachtet werden. In der Vergangenheit wurden Querprofile oft mit relativen Höhenangaben versehen. Mit den gestiegenen Anforderungen der Baulastträger ist die EW Eichsfeldgas GmbH aber dazu übergegangen, auch Querprofile mit einem absoluten Höhenbezug anzulegen.

Sowohl für Längs- als auch für Querprofile gilt, dass sie keinen einheitlichen Höhenbezug besitzen. So werden das DHHN 85, SNN76 und DHHN 92 als Höhenetze verwendet.

3.3.1 Längsprofil

Längsprofile werden für die Darstellung der Höhen- bzw. Tiefenlage von Mittel- und Hochdruckferngasleitungen angelegt. Sie entsprechen dabei in Lage und Ausrichtung jeweils einem Bestandsplan M 1 : 1.000. Daraus folgt auch das Zeichen-

trägerformat. Es besitzt mit 1190 mm x 297 mm die gleichen Abmessungen wie der Bestandsplan M 1 : 1.000.

Als Maßstab wird horizontal 1 : 1.000 und vertikal 1 : 100 verwendet. Das Längsprofil ist also um den Faktor Zehn überhöht.

Dargestellt werden im Profil die Erdgasleitung mit Armaturen und Schutzrohren, die Geländeoberfläche mit Bezeichnung von gekreuzten Straße, Gewässern oder Bahnlinien sowie kreuzende Fremdleitungen und Drainagen.

3.3.2 Querprofil

Querprofile nach TR-N 350 sind aus Sicht der Erdgasleitung keine Querprofile sondern Längsprofile. Insofern ist die Bezeichnung etwas verwirrend. Da sie aber in erster Linie für die Beantragung und Dokumentation von Sondernutzungsrechten an Bundes-, Landes- und Kreisstraßen, öffentlichen Gewässern sowie Gleisanlagen der Deutschen Bahn dienen, bezieht sich das Querprofil auf die jeweilige zu kreuzende Anlage.

Als Maßstab wird bei den Querprofilen sowohl Horizontal als auch Vertikal 1 : 100 verwendet. Die Ausmaße des Zeichenträgers richten sich nach den Ausmaßen der Kreuzung.

Inhaltlich können die Querprofile mit den Längsprofilen verglichen werden, wobei entsprechend der Funktionen und Anforderungen der Behörden mehr Augenmerk auf die Darstellung der zu kreuzenden Anlagen gerichtet wird.

3.4 Feldbuch/Aufnahmeskizze

Sowohl Feldbuch als auch Aufnahmeskizzen sind die gebräuchlichen Bezeichnungen für Handrisse bei der EW Eichsfeldgas GmbH. In der TR-N 350 werden Feldbücher nicht aufgeführt. Aber laut GW 120 gehören Feldbücher zu den wesentlich Bestandteilen des Planwerks und sollen deshalb hier mit behandelt werden.

Feldbücher dienen, teilweise zusammen mit Messdatenprotokollen, als Nachweis der ordnungsgemäßen und vollständigen Einmessung der Gasleitung. Hier werden also die Messungszahlen, der Ausführende und das Datum der Messung dokumentiert. Sie sind außerdem Grundlage für die Erstellung und Fortführung von Bestandsplänen.

Da es sich um Skizzen handelt, werden die Relationen der Situation richtig dargestellt. Die Darstellung erfolgt aber nicht maßstäblich. Die Feldbücher werden in Blei geführt, bzw. wenn sie digital erstellt werden, mittels Drucktechnik erzeugt. Sie werden dann in Farbe angelegt.

Dargestellt werden in erster Linie die Messungszahlen, die Topographie, sowie alle zu messenden Leitungselemente, Anlage und Armaturen.

3.5 Wegerechtsplan

Der Wegerechtsplan dient, wie der Name besagt, der Visualisierung der benutzten Flurstücke und stellt den Stand der eingeholten beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten dar.

Er ist dem Bestandsplan M 1 : 1.000 sehr ähnlich und gleicht diesem in Blattschnitt, Format, Maßstab und dargestellter Topographie. Beim Wegerechtsplan wird jedoch auf die Darstellung von Maßangaben verzichtet. Dafür sind der für die dargestellte Leitung gültige Schutzstreifen, die Eigentümer der zur Verlegung genutzten Flurstücke sowie eine nach Gemarkungen getrennte, fortlaufende Nummerierung der benutzten Flurstücke enthalten.

Wegerechtspläne sind aus Gründen des Datenschutzes nur für den internen Gebrauch bestimmt und nur bestimmten Mitarbeitern zugänglich.

3.6 Gestreckter Leitungsplan

Der gestreckte Leitungsplan ist eine schematische Darstellung für Mittel- und Hochdruckferngasleitungen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf Verteilungs-

Anlage 2: Auszug aus der Projektarbeit „Konzeption eines 3D-

Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

anlagen wie BZR oder Schieberkreuze gelegt. Außerdem werden Nennweiten- und Materialänderungen, Dimensionen, Werkstoffe und, für eine bessere Orientierung, kreuzende Straßen, Gewässer und Bahnlinien dargestellt.

Der Zeichenträger hat das Format 1190 mm x 297 mm und besteht aus Papier.

Die gestreckten Leitungspläne werden mit der Software Microsoft Visio angelegt und nicht wie in der TR-N 350 vorgesehen mit AUTOCAD.

Anlage 3: Ortsnetze - Verteilung der Höhensysteme

Ortsverteilnetzleitungen									
Nr.	Ortsnetz	Grundpläne Stand: 05/2007		Bestandspläne Stand: 05/2007		Höhenbezugssystem			
		digital teilw.	digital kompl.	analog	digital	SNN76	DHHN85	DHHN92	Misch- höhen
1	Arenshausen								
2	Beinrode								
3	Berlingerode								
4	Beuren								
5	Bernterode								
6	Birkungen								
7	Bischofferode								
8	Bockelnhagen								
9	Bodenrode								
10	Bornhagen								
11	Breitenbach								
12	Breitenholz								
13	Breitenworbis								
14	Buhla								
15	Büttstedt								
16	Deuna								
17	Dingelstädt								
18	Effelder								
19	Ershausen								
20	Ferna								
21	Geisleden	65%							
22	Geismar	85%							
23	Gerbershausen								
24	Gernrode								
25	Gerterode	100% ¹							
26	Großbartloff								
27	Großbodungen								
28	Großtöpfer								
29	Günterode								
30	Hauröden								
31	Haynrode								
32	Heiligenstadt								
33	Helmsdorf								
34	Heuthen	60%							
35	Hohengandern								
36	Holungen								
37	Hundeshagen								

Anlage 3: Ortsnetze - Verteilung der Höhensysteme

Ortsverteilnetzleitungen									
Nr.	Ortsnetz	Grundpläne Stand: 05/2007		Bestandspläne Stand: 05/2007		Höhenbezugssystem			
		digital teilw.	digital kompl.	analog	digital	SNN76	DHHN85	DHHN92	Misch- höhen
42	Kirchgandern								
43	Kleinbartloff								
44	Kefferhausen								
45	Küllstedt								
46	Kreuzebra	85%							
47	Lenterode	65%							
48	Leinefelde								
49	Neustadt								
50	Niederorschel								
51	Reifenstein								
52	Reinholterode	75%							
53	Rengelrode								
54	Rüdigershagen	65%							
55	Schönau								
56	Silberhausen								
57	Silkerode								
58	Steinbach						lokale Höhe		
59	Steinheuterode								
60	Tastungen	10%							
61	Teistungen								
62	Uder								
63	Wachstedt								
64	Wahlhausen								
65	Wehnde								
66	Weißborn-L.								
67	Gerode								
68	Westhausen								
69	Wingerode	90% ³							
70	Wintzingerode								
71	Wilbich	80%							
72	Worbis								
73	Wüstheuterode	50%							
74	Zwinge								

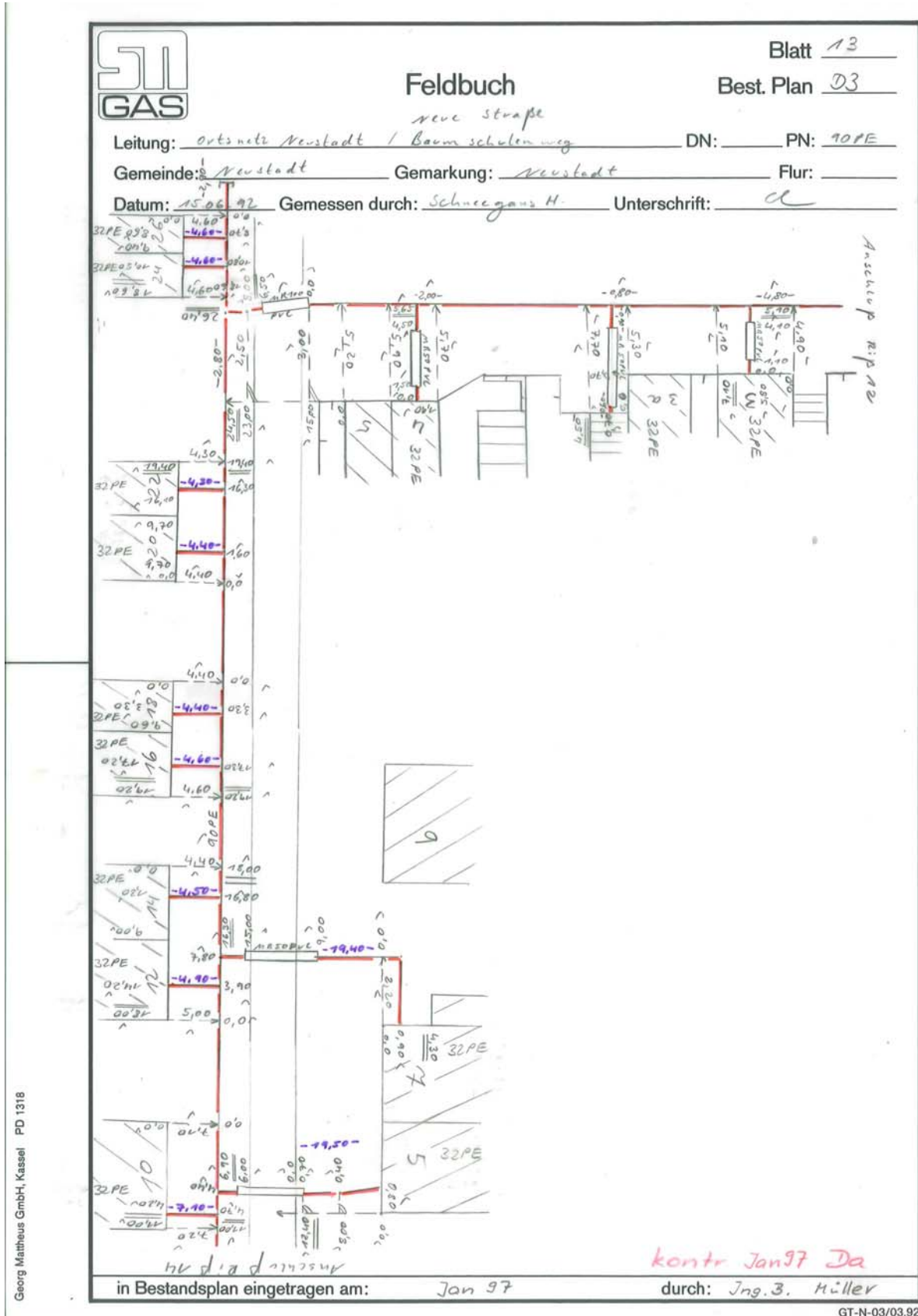
Anlage 4: Hochdruckversorgungsleitungen - Verteilung der Höhensysteme

Hochdruckversorgungsleitungen						
Nr.	Leitungsbezeichnung	Leitungs- länge in m	Topographie vorhanden		Höhenbezugssystem	
			ja	nein	SNN76	DHHN85
1	Neu Eichenberg - Wingerode	26945				
2	Wingerode - Breitenworbis	15667				
3	Breitenworbis - Kreisgrenze	7951				
4	Breitenworbis - Zwinge	23282				
5	Kirchworbis - Deuna	9320				
6	Worbis - Teistungen	13678				
7	Leinefelde/Beurenweg	754				
8	Leinefelde/Stadtmitte	2865				
9	Leinefelde/Heizwerk	623				
10	Leinefelde - Dingelstädt	12726				
11	Dingelstädt/Hestelweg	487				
12	Dingelstädt - Kreisgrenze	4552				
13	Dingelstädt - Kefferhausen	3067				
14	Kefferhausen - Küllstedt	4506				
15	Rengelrode	255				
16	Geisleden	1682				
17	Heiligenstadt/Heipa	1755				
18	Geismar	1785				
19	Schönau	100				

Anlage 5: Mitteldruckversorgungsleitungen - Verteilung der Höhensysteme

Mitteldruckversorgungsleitungen							
Nr.	Leitungsbezeichnung	Leitungslänge in m	Topographie vorhanden		Höhenbezugssystem		
			ja	nein	SNN76	DHHN85	DHHN92
1	Gerde	654					
2	Holungen	1143					
3	Neustadt	353					
4	Neustadt - Großbodungen	667					
5	Haynrode - Buhla	2443					
6	Tastungen - Wehnde	953					
7	Ferna - Tastungen	802					
8	Hundeshagen	1778					
9	Teistungen - Berlingerode	1294					
10	Worbis - Kirchhofmfeld	1375					
11	Bernterode - Gerterode	1649					
12	Zwinge - Silkerode	2030			ohne		
13	Silkerode - Bockelnhagen	1364			ohne		
14	Jützenbach	1318			ohne		
15	Silberhausen	372					
16	Küllstedt - Büttstedt	1636					
17	Küllstedt - Effelder	3854					
18	Effelder - Großbartloff	2762					
19	Küllstedt - Wachstedt	2400					
20	Leinefelde - Breitenholz	280					
21	Birkungen - Reifenstein	2080					
22	Reifenstein - Kleinbartloff	1957					
23	Kallmerode	1500					
24	Kallmerode - Beinrode	1040					
25	Westhausen	430					
26	Westhausen - Bodenrode	712					
27	Westhausen - Reinholterode	2940					
28	Reinholterode - Steinbach	1306					
29	Reinholterode - Günterode	1330					
30	Rüdigershagen	1651					
31	Arenshausen - Kirchgandern	569					
32	Uder - Lenterode	1780					
33	Lenterode - Wüstheuterode	1834					
34	Uder - Steinheuterode	1297			ohne		
35	Rengelrode	698					
36	Geisleden	1458					
37	Wahlhausen	735					
38	Geisleden - Heuthen	1698					
39	Geismar - Ershausen	2703					
40	Hohengandern - Gerbershausen	4368					
41	Kefferhausen - Kreuzebra	3547					
42	Bornhagen	829					
43	Silberhausen - Helmsdorf	1070					

Anlage 6: Feldbuch - Ortsnetz Neustadt, Neue Straße/Baumschulenweg



(Quelle: EW Eichsfeldgas GmbH)

Anlage 7: Symbolidentifikation im XML - Format am Beispiel Flanschverbindung

```
<r3DRepository>
  <XSymbol>
    <ID>SCVX_3428[001]</ID>
    <German>GAS500-FLANSCHVERBINDUNG</German>
    <English>GAS500-FLANGE</English>
    <Hungarian>SCVX_3428[001]</Hungarian>
    <FilePath>Parts\Gas500\FLANSCHVERBINDUNG.x</FilePath>
    <ImagePath>images\SCVX-3428[001].jpg</ImagePath>
    <Attribut-
Defs><AttributDef><AttrName>Orientation</AttrName><AttrTypeName>Angle</AttrTy
peNa-
me><AttrValue>0</AttrValue></AttributDef><AttributDef><AttrName>Size</AttrName
><AttrTypeNa-
me>Double</AttrTypeName><AttrValue>0.3</AttrValue></AttributDef></AttributDefs>
</XSymbol>
</r3DRepository>
```

Anlage 8: Querschnittsbeschreibung für ein Linienprofil im XML - Format

```
<r3DRepository>
  <Shape>
    <ID>SCV_L3400[001]</ID>
    <German>Gas-Leitung</German>
    <English>profile-circular</English>
    <ImagePath>images\SCV_L3400[001].jpg</ImagePath>
    <HotSpot>
      <X>0.000000</X>
      <Y>0.000000</Y>
    </HotSpot>
    <ShapeSegment>
      <ID>Circle01</ID>
      <NumPolylines>1</NumPolylines>
      <Polyline>
        <IsClosed>1</IsClosed>
        <NumVertices>12</NumVertices>
        <Vertex>
          <Position>
            <X>69.652390</X>
            <Y>0.000000</Y>
          </Position>
          <Color>
            <Red>255</Red>
            <Green>255</Green>
            <Blue>0</Blue>
          </Color>
        </Vertex>
        <Vertex>
          <Position>
            <X>60.135071</X>
            <Y>35.139462</Y>
          </Position>
          <Color>
            <Red>255</Red>
            <Green>255</Green>
            <Blue>0</Blue>
          </Color>
        </Vertex>
        <Vertex>
          <Position>
            <X>35.139458</X>
            <Y>60.135086</Y>
          </Position>
          <Color>
            <Red>255</Red>
            <Green>255</Green>
            <Blue>0</Blue>
          </Color>
        </Vertex>
      </Polyline>
    </ShapeSegment>
  </Shape>
</r3DRepository>
```

Anlage 8: Querschnittsbeschreibung für ein Linienprofil im XML - Format

```
</Vertex>
<Vertex>
  <Position>
    <X>-0.000003</X>
    <Y>69.652390</Y>
  </Position>
  <Color>
    <Red>255</Red>
    <Green>255</Green>
    <Blue>0</Blue>
  </Color>
</Vertex>
<Vertex>
  <Position>
    <X>-35.139465</X>
    <Y>60.135067</Y>
  </Position>
  <Color>
    <Red>255</Red>
    <Green>255</Green>
    <Blue>0</Blue>
  </Color>
</Vertex>
<Vertex>
  <Position>
    <X>-60.135086</X>
    <Y>35.139458</Y>
  </Position>
  <Color>
    <Red>255</Red>
    <Green>255</Green>
    <Blue>0</Blue>
  </Color>
</Vertex>
<Vertex>
  <Position>
    <X>-69.652390</X>
    <Y>-0.000006</Y>
  </Position>
  <Color>
    <Red>255</Red>
    <Green>255</Green>
    <Blue>0</Blue>
  </Color>
</Vertex>
<Vertex>
  <Position>
    <X>-60.135071</X>
```

Anlage 8: Querschnittsbeschreibung für ein Linienprofil im XML - Format

```

        <Y>-35.139469</Y>
    </Position>
    <Color>
        <Red>255</Red>
        <Green>255</Green>
        <Blue>0</Blue>
    </Color>
</Vertex>
<Vertex>
    <Position>
        <X>-35.139454</X>
        <Y>-60.135086</Y>
    </Position>
    <Color>
        <Red>255</Red>
        <Green>255</Green>
        <Blue>0</Blue>
    </Color>
</Vertex>
<Vertex>
    <Position>
        <X>0.000009</X>
        <Y>-69.652390</Y>
    </Position>
    <Color>
        <Red>255</Red>
        <Green>255</Green>
        <Blue>0</Blue>
    </Color>
</Vertex>
<Vertex>
    <Position>
        <X>35.139469</X>
        <Y>-60.135071</Y>
    </Position>
    <Color>
        <Red>255</Red>
        <Green>255</Green>
        <Blue>0</Blue>
    </Color>
</Vertex>
<Vertex>
    <Position>
        <X>60.135086</X>
        <Y>-35.139458</Y>
    </Position>
    <Color>
        <Red>255</Red>

```

Anlage 8: Querschnittsbeschreibung für ein Linienprofil im XML - Format

```

                                <Green>255</Green>
                                <Blue>0</Blue>
                            </Color>
                        </Vertex>
                    </Polyline>
                </ShapeSegment>
            <Attribut-
Defs><AttributDef><AttrName>Diameter</AttrName><AttrTypeName>Double</AttrTy
peName>
me><AttrValue>0.09</AttrValue></AttributDef><AttributDef><AttrName>Color</AttrN
ame><AttrTypeName>Color</AttrTypeName><AttrValue>-
167116</AttrValue></AttributDef></AttributDefs></Shape>
</r3DRepository>
```

Anlage 9: Auszug aus einer 3D-Konfigurationsdatei (*.mpd)

```
* -----
* Software Service John
* -----
*
* Konvertierungsrichtlinien für die Generierung
* von 3D-Elementen in VIS-All
*
* Version: 1.0
* Erstellt am: 05/27/07
* -----
```

[HEADER]

```
$German$
InteractiveModus = true
Provider         = 'Microsoft.Jet.OLEDB.4.0'
Version          = 'V1.8.0.0'
```

[END]

[TYPES]

```
'Allgemein-Pyramide'                #'Allgemein-Pyramide':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [0.3] >
'Animierte Windkraftanlage'         #'Animierte Windkraftanlage':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [40] >
'Animierter Baukran'                #'Animierter Baukran':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [15] >
'Animierter Doppeldecker'           #'Animierter Doppeldecker':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [12] >
'Animiertes Riesenrad'              #'Animiertes Riesenrad':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [8] >
...
...
...

'Wasser-Wasseruhr'                  #'Wasser-Wasseruhr':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [0.38] >
'XDrachen, fliegend'                #'XDrachen, fliegend':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [5] >
'XFrau, laufend'                    #'XFrau, laufend':
< Ausrichtung: ANGLE [0] , Größe: DOUBLE [2] >
[END]
```

[MAP]

```
Linie: 3400 -> 'Gas-Leitung' ( Durchmesser = 0.032, Farbe = -16711681 )
Linie: 3402 -> 'Gas-Leitung' ( Durchmesser = 0.063, Farbe = -16711681 )
Linie: 3403 -> 'Gas-Leitung' ( Durchmesser = 0.09, Farbe = -16711681 )
Linie: 3418 -> 'Gas-Fremd' ( Durchmesser = 0.092, Farbe = -16776961 )
Linie: 3419 -> 'Gas-STILLGELEGT' ( Durchmesser = 0.092, Farbe = -8388544 )
Linie: 3420 -> 'Gas-Mantelrohr-150' ( Farbe = -8323073 )
Linie: 3421 -> 'Gas-Mantelrohr-300' ( Farbe = -8323073 )
Linie: 3422 -> 'Gas-Mantelrohr-500' ( Farbe = -8323073 )
Linie: 3423 -> 'Gas-Betonabdeckung' ( Durchmesser = 0.3, Farbe = -8355712 )
Linie: 3492 -> 'Gas-Kabel' ( Durchmesser = 0.01, Farbe = -16726330 )
Linie: 3493 -> 'Gas-Erdungsband' ( Durchmesser = 0.05, Farbe = -4144960 )
Linie: 576 -> 'Gas-Schiebergestänge' ( Farbe = -8355712 )
Punkt: 3200 -> 'GAS500gelb-LTG-32PEX' ( Ausrichtung = 0, Größe = 0.032 )
Punkt: 3300 -> 'GAS500grau-LTG-32PEX' ( Größe = 0.032 )
Punkt: 3400 -> 'GAS500-LTG-32PEX' ( Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.032 )
Punkt: 3401 -> 'GAS500-LTG-32PE' ( Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.032 )
```

Anlage 9: Auszug aus einer 3D-Konfigurationsdatei (*.mpd)

Punkt: 3402 -> 'GAS500-LTG-63PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.063)
Punkt: 3403 -> 'GAS500-LTG-90PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.09)
Punkt: 3404 -> 'GAS500-LTG-125PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.125)
Punkt: 3405 -> 'GAS500-LTG-180PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.18)
Punkt: 3406 -> 'GAS500-LTG-225PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.225)
Punkt: 3407 -> 'GAS500-LTG-25ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.025)
Punkt: 3408 -> 'GAS500-LTG-50ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.05)
Punkt: 3409 -> 'GAS500-LTG-80ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.09)
Punkt: 3410 -> 'GAS500-LTG-100ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.125)
Punkt: 3411 -> 'GAS500-LTG-150ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.18)
Punkt: 3412 -> 'GAS500-LTG-200ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.225)
Punkt: 3413 -> 'GAS500-LTG-300ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.3)
Punkt: 3414 -> 'GAS500-LTG-400ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.4)
Punkt: 3418 -> 'GAS500-LTG-FREMD' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.09)
Punkt: 3419 -> 'GAS500-LTG-STILLGELEGT' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.09)
Punkt: 3420 -> 'GAS500-LTG-32PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.032)
Punkt: 3421 -> 'GAS500-LTG-32PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.032)
Punkt: 3422 -> 'GAS500-LTG-32PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.032)
Punkt: 3423 -> 'GAS500-SPERRBLASE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.125)
Punkt: 3424 -> 'GAS500-AUFSCHWEISSSATTEL' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.18)
Punkt: 3425 -> 'GAS500-LTG-32PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.032)
Punkt: 3427 -> 'GAS500-ANBOHRMUFFE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.1)
Punkt: 3428 -> 'GAS500-FLANSCHVERBINDUNG' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.3)
Punkt: 3429 -> 'GAS500-ENDFLANSCH' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.3)
Punkt: 3430 -> 'GAS500-ISOLIERSTUECK' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.2)
Punkt: 3431 -> 'GAS500-UEBERSCHIEBER' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.2)
Punkt: 3435 -> 'GAS500-RIECHROHR' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.615)
Punkt: 3443 -> 'GAS500-KUGELHAHN-32PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.131)
Punkt: 3444 -> 'GAS500-KUGELHAHN-63PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.154)
Punkt: 3445 -> 'GAS500-KUGELHAHN-90PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.201)
Punkt: 3446 -> 'GAS500-KUGELHAHN-125PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.265)
Punkt: 3447 -> 'GAS500-KUGELHAHN-180PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.318)
Punkt: 3448 -> 'GAS500-KUGELHAHN-225PE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.35)
Punkt: 3456 -> 'GAS500-SCHIEBER-50ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.25)
Punkt: 3457 -> 'GAS500-SCHIEBER-80ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.37)
Punkt: 3458 -> 'GAS500-SCHIEBER-100ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.45)
Punkt: 3459 -> 'GAS500-SCHIEBER-150ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.71)
Punkt: 3460 -> 'GAS500-SCHIEBER-200ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.95)
Punkt: 3461 -> 'GAS500-SCHIEBER-300ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 1.25)
Punkt: 3462 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-50_63' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.089)
Punkt: 3463 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-80_90' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.127)
Punkt: 3464 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-100_125' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.1767)
Punkt: 3465 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-150_180' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.2546)
Punkt: 3466 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-200_225' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.318)
Punkt: 3467 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-300' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.4243)
Punkt: 3468 -> 'GAS500-NENNWEITENAENDERUNG-400' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.5657)
Punkt: 3469 -> 'GAS500-AUSBLAESER-50ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.15)
Punkt: 3470 -> 'GAS500-AUSBLAESER-80ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.18)
Punkt: 3471 -> 'GAS500-AUSBLAESER-100ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.2)
Punkt: 3472 -> 'GAS500-AUSBLAESER-150ST' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.25)
Punkt: 3473 -> 'GAS500-BZR' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 3.3)

Anlage 9: Auszug aus einer 3D-Konfigurationsdatei (*.mpd)

Punkt: 3474 -> 'GAS500-HAK' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 1)
Punkt: 3475 -> 'GAS500-SPF' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 2.05)
Punkt: 3476 -> 'GAS500-SMK' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 2.05)
Punkt: 3477 -> 'GAS500-SPFmitHAUBE' (Größe = 2.15)
Punkt: 3478 -> 'GAS500-GASMERKSTEIN' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.51)
Punkt: 3480 -> 'GAS500-KABELSCHRANK' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 1.69)
Punkt: 3481 -> 'GAS500-KABELSCHRANK_KKS' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 1.69)
Punkt: 3482 -> 'GAS500-KKS_KASTEN' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 1.69)
Punkt: 3484 -> 'GAS500-FREMDSTROMANODE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.5)
Punkt: 3485 -> 'GAS500-MAGNESIUMANODE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.3)
Punkt: 3486 -> 'GAS500-DAUERBEZUGSSONDE' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.5)
Punkt: 3490 -> 'GAS500-MESSKONTAKT-LTG' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.02)
Punkt: 3492 -> 'GAS500-KABEL' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.01)
Punkt: 3493 -> 'GAS500-ERDUNGSBAND' (Ausrichtung = 0, Größe = 0.05)
Punkt: 3906 -> 'GAS500-AUFHALTEPUNKT' (Größe = 0.1)
Punkt: 576 -> 'GAS500-KAPPE-SCHIEBER' (Ausrichtung = !ENTITY.Winkel, Größe = 0.27)

NoMAP -> Punkt: 3436

NoMAP -> Punkt: 3440

NoMAP -> Punkt: 3442

NoMAP -> Punkt: 3900

NoMAP -> Punkt: 500

[END]

[CREATOR3D]

'Gebäude-flächenförmig-Garage': Roof< Linie: 520, Linie: 523>

'Gebäude-flächenförmig-Gebäude': Nothing< Linie: 522 >,
Roof< Linie: 523>

[END]

[DTM]

Linie: 700 -> '0'

Linie: 701 -> '1'

Linie: 710 -> '10'

Linie: 711 -> '11'

Linie: 720 -> '20'

Linie: 721 -> '21'

NoDTM -> Linie: 10

NoDTM -> Linie: 11

NoDTM -> Linie: 12

NoDTM -> Linie: 2100

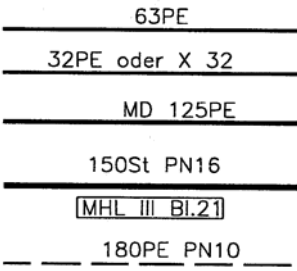
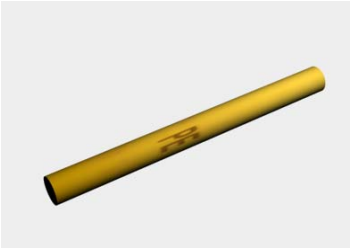
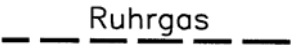
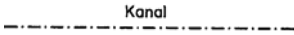
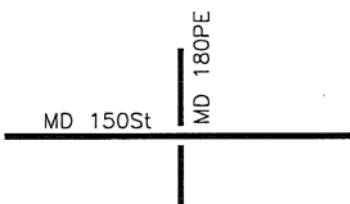
NoDTM -> Linie: 2

NoDTM -> Linie: 3400

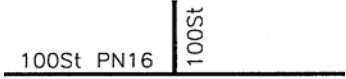
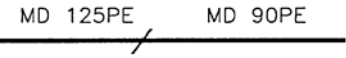
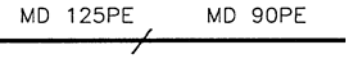
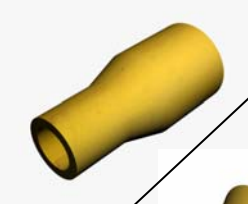
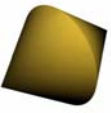
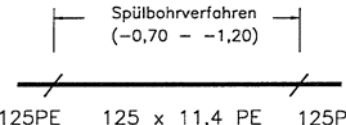
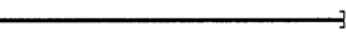
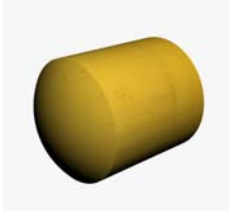
....

[END]

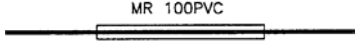
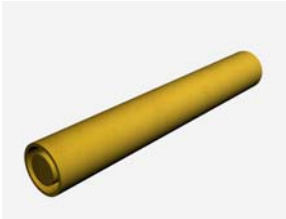
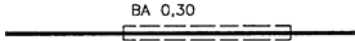
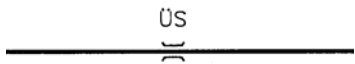
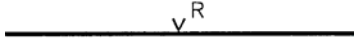
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkaloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Leitungen in verschiedenen Dimensionen	D=90mm, linienförmig	
	Erdgas-fremdleitungen	D=90mm, linienförmig	
	stillgelegte Leitungen	D=90mm, linienförmig	
	Kanal		Entfällt, da von anderen Versorgungsträgern dargestellt.
	Leitungskreuzung		Entfällt da sich die Kreuzung aus der Darstellung der Leitungen ergibt

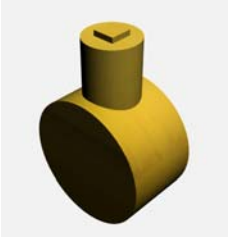
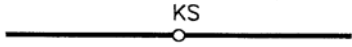
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkalogoes für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Abzweig- und T-Stück	D=90mm, 200x200mm	
	Übergang im Rohrwerkstoff	D1=90mm, D2=120mm, B1=570mm, B2=210mm	
	Nennweiten- änderung	D1=90mm, D2=63mm, B=190mm D=90mm, B=120mm	 
	Verlegung im Spülbohr- verfahren		Darstellung wie "normale" Leitung, da nur die Art der Verlegung anders ist.
	Leitungsende	D=90mm, B=90mm	

Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkaloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Mantelrohr	D=150mm, linienförmig	
	Betonabdeckung	B=400mm, H=200mm, linienförmig	
	Stahl- Überschieber	D=140mm, B=400mm	
	PE - Quetschstelle		Eine Quetschstelle ist nicht darstellbar, weil sie nur temporär vorhanden ist und im Nachhinein das Rohr wieder seine ursprüngliche Form einnimmt.
	Riechrohr	D1=130mm, D2=30mm, H1=20mm, H2=600mm	

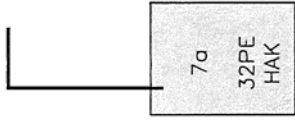
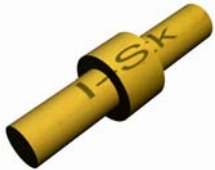
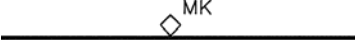
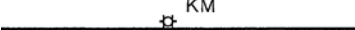
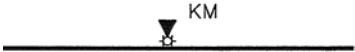
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkalogoes für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	elektronisches Markierungssystem		Ein Symbol ist nicht erforderlich, da das EMS bei der EW Eichsfeldgas GmbH nicht angewendet wird.
	Anbohrmuffe mit Stopfen	D=50mm, H=100mm	
	Sperrblasensetzarmatur	D1=90mm, D2=70mm, H1=40mm, H2=60mm	
	Kondensatsammler im Rohr		Keine Anwendung bei der EW Eichsfeldgas GmbH.
	Ausbläser	D1=190mm, D2=90mm, H1=20mm, H2=800mm, B=200mm	

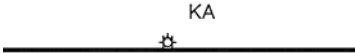
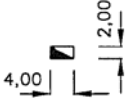
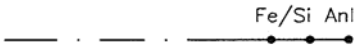
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Längenausgleich bzw. Kompensator		Keine Anwendung bei der EW Eichsfeldgas GmbH.
	Rückschlagkappe		Keine Anwendung bei der EW Eichsfeldgas GmbH.
	Blindflansch	D=220mm, B=20mm	
	Flansch- verbindung	D=220mm, B=20mm	
	Regel- und Messanlage		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.

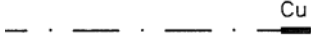
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkaloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Hausanschlusskasten		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.
	Isolierstück	D1=150mm, D2=90mm, B1=100mm, B2=200mm	
	Messkontakt	D=15mm, H=20mm	
	Kabelmuffe	D1=50mm, D2=30mm, B=150mm	
	Kabelmuffe mit elektronischem Markierungssystem		Keine Anwendung bei der EW Eichsfeldgas GmbH.

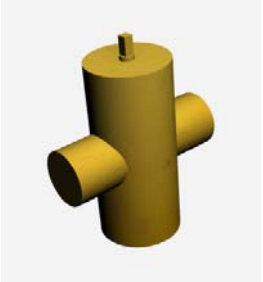
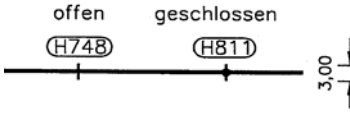
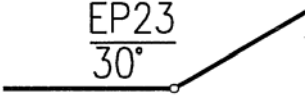
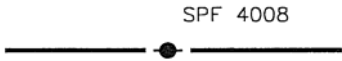
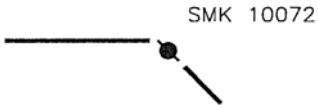
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkaloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Kabel- abzweigmuffe	D1=50mm, D2=30mm, B=150mm	
	Kabelschrank		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.
	Kabelschrank mit KKS-Anlage		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.
	Fremdstrom- anodenanlage	D1=40mm, D2=30mm, H=500mm	
	Magnesium- anode	D=100mm, H=300mm	

Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkalogoes für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Dauerspannungs-sonde	B=20mm, T=20mm, H=500mm	
	Erdungsband	B=30mm, H=5mm, linienhaft	
	Zähler-anschluss-säule		Keine Anwendung bei der EW Eichsfeldgas GmbH.
	KKS-Kasten		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.
	Kabel	D=10mm, linienförmig	

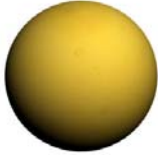
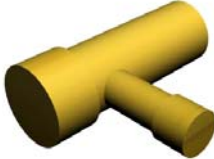
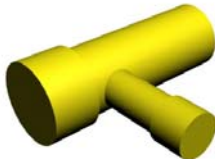
Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkalogoes für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Schieber	D1=20mm, D2=180mm, H1=50mm, H2=400mm, B=360mm	
	Kugelhahn	B=540mm, H=220mm, T=163mm	
	Eckpunkt	D=90mm	
	Schilderpfahl		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.
	Schilderpfahl mit Messkontakt		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.

Anlage 10: 3D-Signaturkatalog der Projektarbeit: „Konzeption eines 3D-Signaturenkataloges für das Planwerk der EW Eichsfeldgas GmbH“

2D - Symbol	Bezeichnung	B/H/T/D	3D - Symbol
	Schilderpfahl mit Markierungshauben		Überirdisches Objekt, wird im Rahmen anderer Ausprägungsformen modelliert.

Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Ltg	32PE 63PE/50St 90PE/80St 125PE/100St 180PE/150St 225PE/200St 300St 400St fremd stillgelegt	32 63 90 125 180 225 300 400 90 90			
Sperrblase	---	125			
Aufschweissattel	---	180			

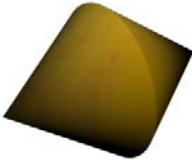
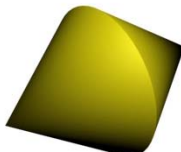
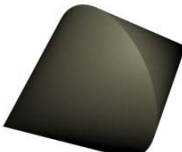
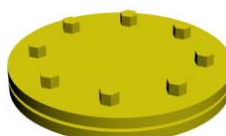
Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Anbohrmuffe	---	100			
Flansch- verbindung	---	300			
Endflansch	---	300			
Isolierstueck	---	200			

Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Ueberschieber	---	200			
Riechrohr	---	615			
Material- aenderung	---	200			
Kugelhahn	32PE 63PE 90PE 125PE 180PE 225PE	131 154 201 265 318 380			

Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Nennweiten- änderung	50_63 80_90 100_125 150_180 200_225 300 400	89 127 177 255 318 424 566			
Ausblaeser	50St 80St 100St 150St	150 180 200 250			
BZR	---	3300		---	---
HAK	---	1000		---	---

Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
SPF	---	2050		---	---
SMK	---	2050		---	---
SPFmitHAUBE	---	2150		---	---
Gasmerkstein	---	510		---	---

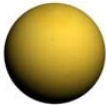
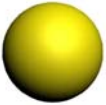
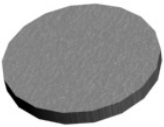
Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Kabelschrank	---	1690		---	---
Kabel- schrank_KKS	---	1690		---	---
KKS_Kasten	---	1690		---	---
Fremdstromanode	---	500		---	---

Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Magnesiumanode	---	300		---	---
Dauerbezugs- sonde	---	500		---	---
Kabelmuffe	Normal Abzweig	150 150			
Messkontakt	Ltg Mantelrohr	30 30			

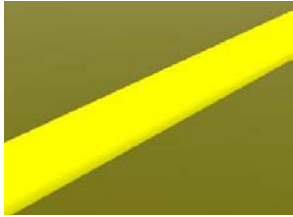
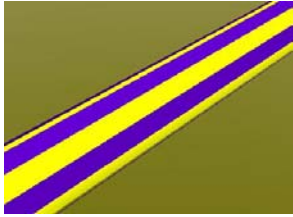
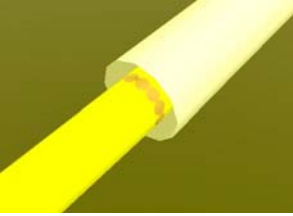
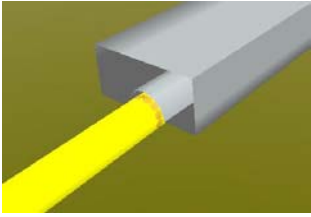
Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Kabel	---	10			
Erdungsband	---	50		---	---
Schieberkappe	---	270		---	---
Ausbläserkappe	---	420		---	---

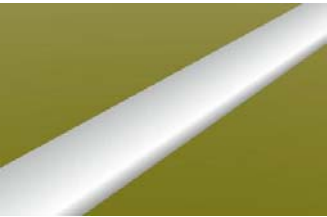
Anlage 11: 3D-Signaturkatalog: punktförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Symbolgröße in mm	3D - Symbol absolute Höhen	3D - Symbol relative Höhen	3D - Symbol Regelverlegetiefe
Aufhaltepunkt	---	160		---	---

Anlage 12: 3D-Signaturkatalog: linienförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Durchmesser in mm	Farbe	3D - Symbol
Leitung	32PE/25St 63PE/50St 90PE/80St 125PE/100St 180PE/150St 225PE/200St 300St 400St	32 63 90 125 180 225 300 400	Gelb -16711681	
Fremdleitung	---	92	Rot -16776961	
Stillgelegte Leitung	---	92	Violett -8388544	
Mantelrohr	150 300 500	150 300 500	Hellgelb -8323073	
Beton- abdeckung	---	300	Grau -8355712	

Anlage 12: 3D-Signaturkatalog: linienförmige Symbole

Bezeichnung in VIS - All®	Unterteilung	Durchmesser in mm	Farbe	3D - Symbol
Kabel	---	10	Gelb -16726330	
Erdungsband	---	50	Grau -4144960	
Schieber- gestaenge	---	65	Grau -8355712	

Anlage 13: Überarbeitung der Technischen Richtlinie TR-N 351

In der Überarbeitung der TR-N 351 wurden die grau hinterlegten Textstellen gestrichen. Blaue Textteile stellen Ergänzungen dar, deren Erarbeitung im Zuge dieser Arbeit stattfand.

Techn. Richtlinien der Eichsfeldgas	TR - N 351	
Vermessungsanweisung	Blatt 1 - 10	gültig ab: 04/ 07 gültig bis: unbegrenzt Stand: 15.04.2007 Verteiler: T, TBB, TBZ Ablage: Zi. 111

INHALTSVERZEICHNIS

Blatt

1. Geltungsbereich.....	1
2. Allgemeines.....	1
2.1 Lagenachweis	1
3. Einmessung der Leitungen und Anlagen	1
3.1 Bezugspunkte.....	1
3.2 Hinweise zur Wahl der Einmessverfahren.....	2
3.3 Lagemessung/Höhenmessung.....	2
3.4 Aufnahmeskizzen (Feldbücher, Berechnungsunterlagen)	3
4. Einmessverfahren.....	4
4.1 Einbindeverfahren	4
4.2 Rechtwinkel- oder Orthogonalverfahren.....	4
4.3 Polarverfahren.....	6
4.4 Bogenschnitt.....	6
5. Genauigkeit (Anforderungen)	7
5.1 Lage der Rohrleitung	7
5.2 Höhenmessungen	7
5.3 Lagemessungen und Polygonzug	7
6. Punktvermarkung und Nummerierung	9
6.1 Punktvermarkung	9
6.2 Nummerierung, Codierung und Festlegung der Aufhaltepunkte	10

Anhang

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 | Punktcodierung für den Außendienst |
| 2 | Festlegung der Aufhaltepunkte |

Blatt 3	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------

Die Einmessung erfolgt bezogen auf das amtliche Lage – und Höhenfestpunktfeld bei offenem Graben. Zur Darstellung der Lage der Leitungen ist die begleitende Topographie aufzumessen. In Ausnahmefällen ist die Lage der Leitungen und Anlagen auf dauerhafte topographische Bezugspunkte einzumessen. Als Bezugspunkte sind nur solche anzusehen, die in den zur Verfügung stehenden Katasterunterlagen dargestellt sind. Es fallen z. B. Gebäude, Brücken, Grenzsteine usw. darunter.

3.2 Hinweise zur Wahl der Einmessverfahren

Bei der Auswahl der zur Anwendung kommenden Einmessverfahren ist darauf zu achten, dass

- die jeweilige örtliche Situation berücksichtigt wird
- die gestellten Genauigkeitsanforderungen erfüllt werden
- ein eindeutiger Bezug zu den nächstgelegenen Punkten des Grundplanes hergestellt wird (Prinzip der Nachbarschaft)
- zweckmäßiges Arbeiten bei der Einmessung, bei der Übernahme in das Planwerk und der betrieblichen Anwendung gegeben ist.

Es kann u. U. zweckmäßig sein, eine Leitung auf Hilfspunkte aufzumessen und anschließend diese Hilfspunkte im Polarverfahren aufzunehmen. Die geforderten einfachen Abstandsmaße zu dauerhaften Bezugspunkten werden rechnerisch ermittelt. Eine Leitungsherstellung und manuelle Ummessung wird hierbei eingespart.

3.3 Lagemessung/Höhenmessung

Lagemäßig einzumessen sind alle Parameter, die zur Leitungs- und Anlagendarstellung gemäß TR - N 350 und 353 (Zeichenanweisung) erforderlich sind.

Höhenmäßig sind alle zur Leitungs- und Anlagendarstellung gemäß TR - N 350 und 353 erforderlichen Parameter zu ermitteln.

Aufzumessen sind nach Lage und Höhe:

- der Verlauf der Leitung mit allen horizontalen und vertikalen Knickpunkten,
- alle Wechsel der Werkstoffe der Leitung, des Korrosionsschutzes, des Leitungsquerschnittes, sowie bei langen Geraden Leitungszwischenpunkte (Schweißnähte),
- technische Anlagen, die mit der Leitung in Verbindung stehen wie z.B. Stationen, Schieber, Verteiler, Hausanschlusskästen usw.,
- Lage und Höhe von Schutzrohren mit Angabe von Material und Durchmesser des Schutzrohres,
- topographische Objekte, die auch als Bezugspunkte für Bemaßung der Leitung dienen können, wie z.B.
 - Gebäude
 - Zäune und Mauern,
 - Bordsteine
 - Einläufe,
 - Schachtabdeckungen,
- Geländepunkte, mit denen die Deckung der Leitung dokumentiert und die Erstellung eines DGM ermöglicht wird.

Blatt 4	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------

3.4 Aufnahmeskizzen (Feldbücher, Berechnungsunterlagen)

Von sämtlichen Leitungsverlegungen, Auswechselungen oder sonstigen Veränderungen der Anlagenteile sind Aufnahmeskizzen (Feldbücher) anzufertigen. Die Skizzen sind dem Grundplan zuzuordnen.

Alle Aufnahmeskizzen sind so zu fertigen, dass sie problemlos von Dritten in die Bestandspläne zu übertragen sind.

Folgende Informationen sind in die Skizze aufzunehmen:

- Unmaßstäbliche Darstellung der Örtlichkeit im erforderlichen Umfang (Gebäude, Grenzen sowie beschreibende Angaben, wie Ortsnamen, Straßennamen und Hausnummern, evtl. Gemarkung, Flur und Flurstücksnummern)
- bauliche Anlage sowie die leitungsspezifischen Angaben (z. B. Leitungsart, Dimension, Werkstoff, Mantelrohre, Ausbläser, Kabel, Anlagenteile - z. B. Armaturen, I-Stücke usw. -)
- Kreuzungen und Längsführung mit Bahnanlagen und Gewässern (I. und II. Ordnung) mit Kilometerangabe
- Bezugspunkte, Messungslinien, Maßlinien und Maße
- Sonderbauwerke, Spülbohrverfahren, Düker
- Fernwirkanlagen
- KKS-Anlagen
- Datum des Aufmaßes
- Name des/der Bearbeiters/Bearbeiterin.
- Bei HD-Leitungen und Überlandleitungen sind darüber hinaus
- Rohrlänge, Nahtnummer, Armaturen, Kabel, Fremdleitungen anzugeben.

Nach Übernahme in die Bestandspläne ist zu vermerken:

- Nummer des Bestandsplanes
- Datum der Übernahme
- Name des/der Bearbeiters/Bearbeiterin.

Noch nicht in die Bestandspläne übernommene Einmessungen sind in einem separaten Ordner abzulegen. Aufnahmeskizzen und Berechnungsunterlagen der Ortsnetzeinmessungen sind nach der Übernahme mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Aufnahmeskizzen und Berechnungsunterlagen der MD-Überlandleitungen oder Hochdruckleitungen sind so lange aufzubewahren, wie die Leitung besteht.

Werden Vermessungsarbeiten von Dritten ausgeführt, sind sämtliche Unterlagen nach Beendigung des Auftrages der Eichsfeldgas GmbH zu übergeben.

Blatt 5	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------

4. Einmessverfahren

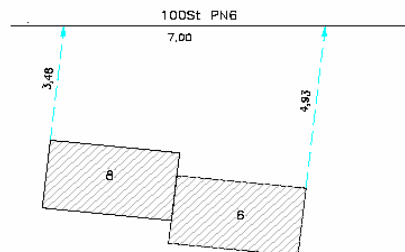
Vorrangig sind elektronische Messverfahren wie Tachymetrie oder GPS anzuwenden. Die Messungen sind dabei nach den anerkannten Regeln der Technik durchzuführen. Die Messwertaufzeichnung hat dreidimensional zu erfolgen. In Ausnahmefällen ist die Verwendung mechanischer Messverfahren zulässig. Dann Messwertaufzeichnung hat dann inklusive einer relativen Höhenmessung der Erdgasleitung bezüglich der Erdoberfläche zu erfolgen.

Bei allen Einmessverfahren sind die Ergebnisse so aufzubereiten, dass Leitungen und Anlagen in der Örtlichkeit, mit einfachen Mitteln, wiederherstellbar sind. Polaraufnahmen oder andersartige Aufnahmen (z.B. GPS) sind, mit Nachweis der Berechnung, auf Orthogonalverfahren umzurechnen.

Im Folgenden sind einige mechanischen sowie das polare Messverfahren näher erläutert:

4.1 Einbindeverfahren

Das einfachste Verfahren zur Einmessung von Versorgungsleitungen ist das Einbindeverfahren. Die Leitungen werden bei diesem Verfahren in oder auf Verlängerungen (Fluchten) von Messungslinien, Gebäuden oder Grenzen eingebunden. Einbindemaße werden im Feldbuch durch Maßlinien gemäß Abbildung gekennzeichnet.

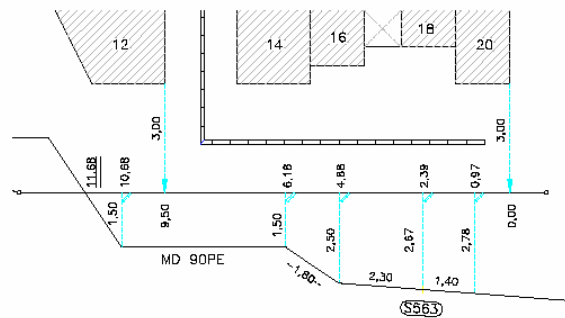


4.2 Rechtwinkel- oder Orthogonalverfahren

Bei dieser Methode erfolgt die Aufnahme von Leitungspunkten durch das Messen rechtwinkliger Abstände auf eine Gebäudeflucht, Grenzlinie oder Polygonseite. Die Festlegung der Leitungspunkte auf die Messungslinie (Fußpunkt) erfolgt in der Regel mit einem Doppelpentagonprisma.

Die Abstände (Ordinaten) Fußpunkt bis Leitungspunkt, sollten kurz (möglichst nicht über 20 m) gehalten werden, damit keine unzulässigen Vermessungsfehler auftreten.

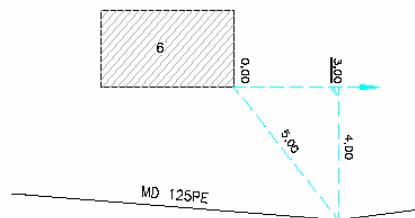
Blatt 6	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------



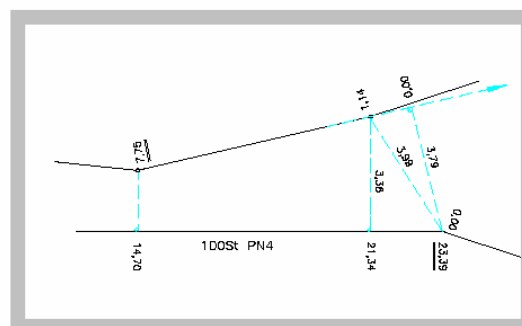
Zur Kontrolle sind Streben gemäß Abbildung zu messen und über den Pythagorassatz zu kontrollieren.

Pythagorassatz: $\sqrt{a^2 + b^2} = c$

Beispiel: $\sqrt{4,0^2 + 3,0^2} = 5,0$



Rechtwinkerverfahren von der Trasse

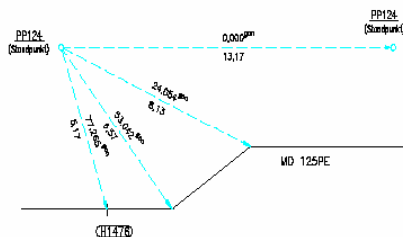


Blatt 7	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------

Das Rechtwinkelverfahren von der Trasse widerspricht dem Vermessungsgrundsatz, von bekannten zu neuen Punkten zu messen. Beim Aufmaß ist die Trasse neu und beim Herstellen wird die Trasse hergestellt, d. h., wenn die Trasse vorhanden ist, können die restlichen Festpunkte hergestellt werden. Da dies aber bei einem Aufmaß nicht beabsichtigt ist, sondern von vorhandenen Punkten die Trasse abgesteckt werden soll, ist dieses Verfahren nur - unter Abwägung aller Nachteile - in Ausnahmefällen anzuwenden.

4.3 Polarverfahren

Das Polarverfahren hat heute besondere Bedeutung durch den Einsatz elektrooptischer Aufnahme- räte erhalten. Bei der Polaraufnahme werden von einem Standpunkt zu einem Zielpunkt drei einander zugeordnete Werte ermittelt; die Schrägentfernung vom bekannten Punkt zum Aufnahmepunkt, der Brechungswinkel und der Zenitwinkel (Höhenwinkel). Diese drei Werte werden als originäre Messwerte bezeichnet. Alle anderen Werte (Horizontalstrecke,



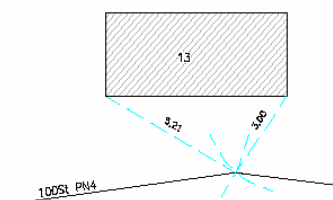
Höhenunterschied, Richtungswinkel, Koordinaten) werden hieraus rechnerisch ermittelt.

Die originären Messwerte aus der Polaraufnahme sind zu notieren oder elektronisch zu registrieren.

Bei der elektronischen Registrierung ist **unbedingt** darauf zu achten, dass nur originäre Messwerte und keine Koordinaten gespeichert werden. Die Auswertung der Messung ist zu dokumentieren. Wird ein EDV-Programm zur Auswertung eingesetzt, ist anzugeben, mit welchem Programm und mit welcher Version ausgewertet wurde.

4.4 Bogenschnitt

Bogenschnitte sind nur zu Kontrollzwecken heranzuziehen. Einmessungen über Bogenschnitte sind zu vermeiden.



Blatt 8	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------

5. Genauigkeit (Anforderungen)

5.1 Lage der Rohrleitung

Die Maße sind im offenen Graben auf 5 cm Genauigkeit zu messen. Die Maße sind grundsätzlich bis zur Rohrachse aufzunehmen.

Die Lagemessungen erfolgen im System PD/83 bezogen auf das Bessel – Ellipsoid. Der Messung sind Katasterfestpunkte sowie trigonometrische Punkte zugrunde zu legen, um den Bezug zum amtlichen Lagebezugssystem herzustellen.

5.2 Höhenmessungen

Die Höhen sind an das amtliche Netz anzuschließen. Der Messung ist die Genauigkeit der Netze 4. Ordnung zu Grunde zu legen.

Die Höhen sind an das amtliche Netz DHHN 93 anzuschließen. Höhen können durch Nivellements oder trigonometrische Höhenmessungen erfasst werden. Trigonometrische Höhenmessungen sollten nur für bis zu einer Strecke von 500 m durchgeführt werden.

Bei den Nivellements sollen folgende Grenzwerte nicht überschritten werden:

a) Differenz (D_{NIV}) zwischen dem Hin- und Rücknivellement der gleichen Niv-Strecke in mm.

$$D_{NIV} = \pm 6\sqrt{R}$$

b) Abweichung (F_{NIV}) der neuen Messung von dem Höhenunterschied zweier vorhandener Höhenpunkte in mm.

$$F_{NIV} = \pm(10 + 6\sqrt{R})$$

R bedeutet den Weg zwischen Anfangs- und Endpunkt der Niv-Strecke in km.

5.3 Lagemessungen und Polygonzug

Bei der Anlage der Polygonzüge ist folgendes zu beachten:

- ein beidseitiger Koordinaten- und Richtungsanschluss hat zu erfolgen,
- etwa gleichlange Polygonseiten sind anzulegen,
- durchschnittliche Seitenlängen von 80 – 300 m sind einzuhalten,
- das Prinzip der Nachbarschaft ist zu wahren, d.h. Festpunkte in unmittelbarer Nähe des Polygonzuges müssen in die Messung einbezogen werden,
- die Zuglänge darf 2,0 km nicht überschreiten.

Fehlergrenzen für den Winkelabschlussfehler:

$$F_w = 1,0 + \frac{150}{[s]} * (n-1) \sqrt{n}$$

Blatt 9	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
---------	------------	-------------------

Fehlergrenzen für den Querfehler:

$$FQ = 0,06 + 0,00007S + 0,007n\sqrt{n}$$

Fw bedeutet - in cgon - die größte zulässige Abweichung der Summe der gemessenen Polygonwinkel von dem Unterschied zwischen dem Anschlussrichtungswinkel und dem Abschlussrichtungswinkel bei Polygonzügen,

[s] bedeutet die Summe der Polygonseiten des Polygonzuges in Metern,

n bedeutet die Anzahl der Brechungspunkte des Polygonzuges einschließlich des Anfangs- und Endpunktes.

FQ bedeutet den größten zulässigen Querfehler eines Polygonzuges in Metern,

S ist die Strecke zwischen Anfangs- und Endpunkt des Polygonzuges in Metern.

Die Grenzwerte gelten nur, wenn $n \leq 0,001[s]+3$ und für n die Zahl 15 nicht überschritten wird. Enthält ein Polygonzug mehr Brechungspunkte, ist als Grenzwert mit 15 zu rechnen.

Fehlergrenzen für den Längsfehler:

$$FL = 0,06 + 0,00015S + 0,004\sqrt{S}$$

FL bedeutet den größten zulässigen Längsfehler eines Polygonzuges in Metern,

S ist die Strecke zwischen Anfangs- und Endpunkt des Polygonzuges in Metern.

Fehlergrenzen für die Polygonseitenmessung

$$Ds = 0,02 + 0,006\sqrt{s}$$

Ds bedeutet die größte zulässige Abweichung in Metern zwischen zwei für dieselbe Polygonseite ermittelten Längen,

s bedeutet die Länge einer Polygonseite in Metern.

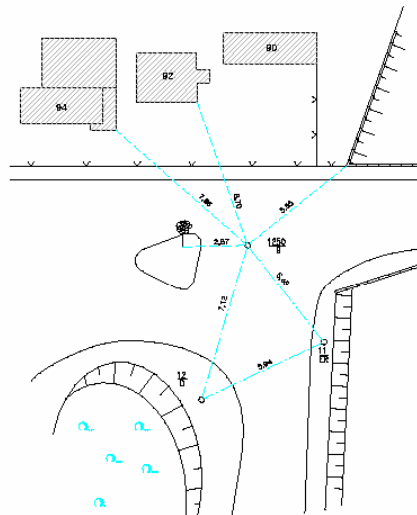
Blatt 10	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
----------	------------	-------------------

6. Punktvermarkung und Nummerierung

6.1 Punktvermarkung

Aufnahmepunkte sind bevorzugt mit Eisenrohren und gelber Kunststoffkappe oder Gasmerksteinen zu vermarken.

Für jeden Aufnahmepunkt ist eine Einmessungsskizze anzufertigen, die ein leichtes Aufsuchen der Punkte ermöglicht.



Blatt 11	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
----------	------------	-------------------

6.2 Nummerierung, Codierung und Festlegung der Aufhaltepunkte

1. Die Punktnummernvergabe erfolgt stets **12-stellig** und es darf keine Punktnummer **doppelt** vorkommen.
2. Für die Ortsnetzleitungen inkl. Hausanschlüsse werden die Punktnummern in Bezug auf die Ortsnetzkennzahl vergeben:
ab z.B. 535001000000 für Topographie und Kataster
ab z.B. 535000000000 für gemessene und konstruierte Gasleitungspunkte, Schilderpfähle (ab 21001 bzw. 22001= 535000022001) und Eckpunkte (ab 50000)
Die ersten 3 Stellen der Punktnummer entsprechen der Ortsnetzkennzahl des jeweiligen Ortes (535 = Ortskennzahl von Neustadt).
3. Für die Verbindungsleitungen werden die Punktnummern in Bezug auf die Leitungskennziffer (LKZ) vergeben:
ab z.B. 601001000000 für Topographie und Kataster
ab z.B. 601000000000 für gemessene und konstruierte Gasleitung, Schilderpfähle (ab 21001 bzw. 22001 z.B. 601000021001) und Eckpunkte (ab 50000 z.B. 601000050000)
Die ersten 3 Stellen der Punktnummer entsprechen der Leitungskennziffer plus einem Wert von 200. Die LKZ ist der Auftragsnummer zu entnehmen (z.B. LKZ 401 = HD-Leitung Wingerode - Breitenworbis = 401 + 200 = 601001000000)
4. Bei den Auftragsnummern wurden einige MD-Leitungen zwischen verschiedenen Ortschaften zusammengefasst z. B. MD-Leitung Birkungen – Reifenstein - Kleinbartloff, mit der Auftragsnummer 0288 82 444 0 0. Die entsprechende Leitungskennziffer ist 444 und die ersten drei Stellen der Punktnummer sind 644 (444+200).

Um die unter Punkt 1 genannte Forderung zu erfüllen und um auch keine doppelten Nummern bei SPF und EP zu haben, wird die vierte Stelle der Punktnummer fortlaufend nummeriert, mit der Nummer 1 beginnend. So ist z. B. bei der MD-Leitung von Birkungen nach Reifenstein die vierte Stelle der Punktnummer eine 1 (644100000000), bei der MD-Leitung von Reifenstein nach Kleinbartloff ist die vierte Stelle der Punktnummer eine 2 (644200000000).
5. Punktnummern vom Katasteramt werden, wenn 12-stellig, original übernommen. Ist die Herkunft nicht eindeutig feststellbar, so wird die Punktnummer entsprechend Punkt 2 bis 4 umgewandelt.
6. Vorhandene alte Daten, ob Fremddaten oder selbst gemessene Daten, werden entsprechend den vorgenannten Punkten 1 bis 5 umgewandelt. Sind mehrere gleiche alte Punktnummern vorhanden, so sollten diese zusätzlich um runde Werte z.B. 1000 oder 20000 erhöht werden.
7. Es ist ein Koordinatenverzeichnis zu führen, aus dem man die Koordinaten der Polygonpunkte, der Leitungsknickpunkte, Vermarkungsart und Eigentum der Polygonpunkte erkennen kann. Die Darstellung der Eckpunkte, Schieber und Einbauten in den Bestandsplänen erfolgt gemäß der Zeichenanweisung TR - N 350.
8. Bei der Aufnahme der Punkte sind die im Anhang 1 festgelegten Punktcodierungen zu verwenden.
9. Die Rohrleitungen und Anbauteile sind an den in Anlage 2 gekennzeichneten Stellen aufzuhalten.

Anhang 1, Blatt 1	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
-------------------	------------	-------------------

Punktcodierungen

Topographie

SY,100,Topo nicht definiert

Böschung+Straße

SY,500,Geländepunkt+Höhe
SY,501,Böschung oben
SY,502,Böschung unten
SY,503,Straßenkante
SY,504,Gehweg o. Parkplatz
SY,505,Hilfspunkt
SY,506,Kontrollpunkt
SY,507,Kilometerstein
SY,508,Verkehrszeichen allg.
SY,509,Ortsschild

Kataster,

SY,510,Grenzpunkt
SY,511,TP
SY,512,KFP-Rund
SY,513,KFP-Lochstein
SY,514,KFP-unterirdisch
SY,518,Höhenbolzen/punkt
SY,519,Nutzungsabtrennung

Gebäude+Mauer+Zaun

SY,520,Wohngebäude
SY,521,Gebäude-Richtung
SY,522,Wirtschaftsgebäude
SY,523,First
SY,524,Überdachung
SY,526,..... breite Mauer
SY,527,Zaun
SY,528,Stellplatz
SY,529,Gebäudeabbruch

Diverses

SY,531,Lifasssäule
SY,534,Notrufsäule
SY,538,Brunnen
SY,539,Zaunpfosten
SY,540,Stütze, Pfeiler
SY,541,Geländepunkt
SY,542,Brücke/Durchlass
SY,543,Treppe
SY,544,Lichtschacht
SY,545,Rampe
SY,548,Denkmal

Schächte,Bäume

SY,550,Schachtdeckel rund unbek.
SY,551,Schachtdeckel eckig unbek.
SY,552,Kabelschacht
SY,553,Verteilerschacht
SY,554,Schachtbauwerkspunkt
SY,555,Baum allgemein
SY,556,Busch allgemein
SY,557,Merkstein allgemein

Kanal

SY,560,Kanaldeckel rund
SY,561,Kanaldeckel eckig
SY,562,Gully/Einlauf zentrisch
SY,563,Gully/Einlauf n. zentrisch
SY,564,Seiteneinlauf
SY,565,HA Kanal
SY,566,Rohrsohle
SY,567,Drainage

Wasserleitu

SY,570,Wasserschacht rund
SY,571,Wasserschacht eckig
SY,572,Schieberkappe Wasser
SY,573,Unterflurhydrant
SY,574,Überflurhydrant
SY,575,Wasserleitung

Eisenbahn

SY,576,Gleis
SY,577,Schranke/Bahnübergang
SY,578,..... km-Stein DB
SY,579,Signal DB

Kabel

SY,580,Kabel allg.
SY,581,Kabel Strom
SY,582,Kabel Telekom
SY,583,Strom/Telekom-Merkstein

Masten

SY,584,Stahlmast
SY,585,Fahnenmast
SY,586,Lichtmast/Laterne
SY,587,Holzmast
SY,588,Betonmast
SY,589,Gittermast

Gewässer

SY,590,Bach/Fluss
SY,591,Graben/Rinne
SY,593,Wasserspiegel
SY,594,Gewässersohle
SY,598,Einlauf in Bach

Anlage 13: Überarbeitung der Technischen Richtlinie TR-N 351

Anhang 1, Blatt 2	TR – N 351	Stand: 15.04.2007
-------------------	------------	-------------------

Punktcodierungen

Gasleitung - PE

SY,800,HA 32PEX
SY,801,HA 32PE
SY,802,... 63PE
SY,803,... 90PE
SY,804,... 125PE

SY,805,MD 180PE
SY,806,MD 225PE

Gasleitung - Stahl

SY,807,HA 25St
SY,808,HA 50St
SY,809,... 80St
SY,810,... 100St
SY,811,... 150St
SY,812,... 200St
SY,813,... 300St
SY,814,... 400St

Besondere Leitungen

SY,815,... Spülbohrverfahren
SY,816,... Ltg. geortet
SY,817,... abgesteckt
SY,818,... Ltg. privat
SY,819,... Ltg. außer Betrieb

Mantelrohre, Abdeckung

SY,820,... MR
SY,821,... Abdeckung

Leitungsbauteile

SY,822,Q-Stelle
SY,823,... Sperrblasensetzam.
SY,824,... Aufschweißsattel
SY,825,T-Stück

SY,826,... Schweißnaht + Höhe
SY,827,... Anbohrmuffe + Stopfen
SY,828,Flansch
SY,829,Blindflansch
SY,830,Isolierstück
SY,831,Stahl-
Überschieber
SY,832,Kondensatsam.im Rohr
SY,833,Längenausgl./Kompensator
SY,834,Rückschlagklappe
SY,835,Riechrohr
SY,836,Bogen-Horizontal
SY,837,Bogen-vertikal-oben
SY,838,Bogen-vertikal-unten
SY,839,Eckpunkt
SY,840,... Ü-Stück
SY,841,... Red-Stück
SY,842,Leitungsende

Kugelhahn

SY,843,Anbohr-Kugelhahn 32PE
SY,844,Anbohr-Kugelhahn 63PE
SY,845,Anbohr-Kugelhahn 90PE
SY,846,Anbohr-Kugelhahn 125PE
SY,847,Anbohr-Kugelhahn 180PE
SY,848,Anbohr-Kugelhahn 225PE

Schieber

SY,855,Schieber
SY,856,Schieber 50St
SY,857,Schieber 80St
SY,858,Schieber 100St
SY,859,Schieber 150St
SY,860,Schieber 200St
SY,861,Schieber 300St

Ausbläser

SY,868,Ausbläser
SY,869,Ausbläser 50St
SY,870,Ausbläser 80St
SY,871,Ausbläser 100St
SY,872,Ausbläser 150St

Regel-und Meßanlage

SY,873,BZR
SY,874,HAK

Leitungsbeschilderung

SY,875,SPF
SY,876,SMK
SY,877,SPF/SMK + Flughaube
SY,878,Gasmerkstein
SY,879,Lampenmast+Beschilderung

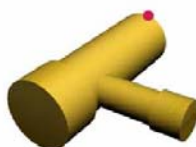
Schutz und Überwach- ung

SY,880,Kabelschrank
SY,881,Kabelschrank+KKS
SY,882,KKS-Kasten
SY,883,Zähleranschluss säule
SY,884,Fremdstromanodenanl.
SY,885,Magnesiumanode
SY,886,Dauerbezugssonde
SY,887,Kabelmuffe
SY,888,Kabelabzweigmuffe
SY,889,Kabelmuffe+EMS
SY,890,Messkontakt auf Ltg.
SY,891,Messkontakt auf MR
SY,892,Kabel oder Freileitungspunkt
SY,893,Banderde
SY,894,EMS-system
SY,899,nicht definierter Punkt

• **Aufhaltepunkte**



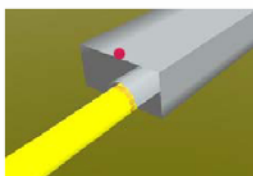
Anbohrmuffe



Aufschweissattel



Ausbläser



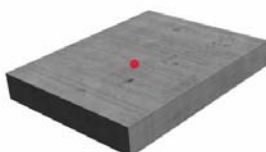
Betonabdeckung



Mess- und Rgelanlage



Dauerbezugssonde



Erdungsband



Flansch



Fremdstromanode



Gasmerkstein



Hausanschlusskasten



Isolierstück



Kabel



Kabelmuffe



Kabelschrank/KKS-Kasten

• **Aufhaltepunkte**



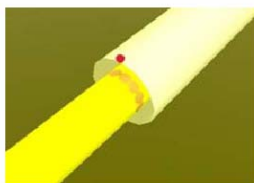
Kugelhahn



Leitungen



Magnesiumanode



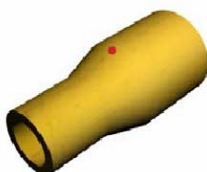
Mantelrohr



Materialänderung



Messkontakt



Nennweitenänderung



Riechrohr



Schieber



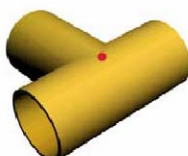
Sperrblasensetzarmatur



Schilderpfahl



Schilderpfahl mit Haube



T - Stück



Überschieber

Anlage 14: Zuweisungsdatei zur Punktartenumwandlung

;Umsetzung der Außendienststartendatei nach MDOL (MDOL-fzw.INI) Stand
13.03.2002

;Feldzuweisung Parameterdatei

;(c) 2002 Eichsfeldgas GmbH (GEOSOFT)

; Abhängigkeiten zwischen Datenelementen bzw. Gruppen von Datenelementen

; Eine Definition beginnt mit "ZW=", es folgen die Voraussetzungen

; im Format <Datenelement>(<Belegung>). Soll eine Kombination von

; Datenelementen geprüft werden, so sind diese durch & miteinander zu

; verbinden. Nach den Voraussetzungen folgt "|" als Trennzeichen und an-

; schließend die Zuweisungen. Das Format entspricht dem zuvor

; beschriebenen. In der Klammer befindet sich der gewünschte Wert des

; Datenelementes.

; Wenn die Voraussetzungen erfüllt sind, werden die in dieser Zeile

; folgenden Zuweisungen ausgeführt. Per Default werden allerdings nur

; die Datenelemente belegt, die "leer" sind.

; Wird bei der Zuweisung innerhalb der Klammer vor dem eigentlichen

; Wert ein "!" eingetragen überschreibt das Programm auch evtl. vor-

; liegende Einträge.

; Bsp.: ZW=PAT(3)|VAT(070)

; -> Einem Punkt der Punktart 3 (PAT) wird die Vermarkungsart

; 070 zugewiesen (wenn diese nicht bereits belegt ist).

; Bsp.: ZW=PAT(2)&VAT(070)|TEX(!**FU 23)

; -> Einem Punkt der Punktart 2 (PAT) mit der Vermarkungsart 070

; (VAT) wird grundsätzlich (wegen dem "!") das Datenelement

; Text der Bemerkung (TEX) mit "***FU 23" belegt.

Anlage 14: Zuweisungsdatei zur Punktartenumwandlung

[Beschreibung]

Text=Felder zuweisen

[Feldzuweisung]

ZW=SY(500)|SY(!500)&Ebene(!500)

ZW=SY(501)|SY(!501)&Ebene(!500)

ZW=SY(502)|SY(!502)&Ebene(!500)

ZW=SY(503)|SY(!8000)&Ebene(!525)

ZW=SY(504)|SY(!8020)&Ebene(!525)

ZW=SY(505)|SY(!505)&Ebene(!505)

ZW=SY(506)|SY(!506)&Ebene(!506)

ZW=SY(507)|SY(!62)&Ebene(!525)

ZW=SY(508)|SY(!65)&Ebene(!525)

ZW=SY(509)|SY(!8466)&Ebene(!525)

ZW=SY(510)|SY(!510)&Ebene(!510)

ZW=SY(511)|SY(!511)&Ebene(!510)

ZW=SY(512)|SY(!512)&Ebene(!510)

ZW=SY(513)|SY(!513)&Ebene(!510)

ZW=SY(514)|SY(!514)&Ebene(!510)

ZW=SY(518)|SY(!518)&Ebene(!510)

ZW=SY(519)|SY(!519)&Ebene(!510)

ZW=SY(520)|SY(!520)&Ebene(!520)

ZW=SY(521)|SY(!521)&Ebene(!520)

ZW=SY(522)|SY(!522)&Ebene(!520)

ZW=SY(523)|SY(!523)&Ebene(!520)

ZW=SY(524)|SY(!44)&Ebene(!520)

ZW=SY(526)|SY(!52)&Ebene(!516)

ZW=SY(527)|SY(!53)&Ebene(!517)

ZW=SY(528)|SY(!528)&Ebene(!520)

ZW=SY(529)|SY(!529)&Ebene(!520)

ZW=SY(531)|SY(!531)&Ebene(!530)

Anlage 14: Zuweisungsdatei zur Punktartenumwandlung

ZW=SY(534)|SY(!534)&Ebene(!530)

ZW=SY(538)|SY(!538)&Ebene(!530)

ZW=SY(539)|SY(!539)&Ebene(!530)

ZW=SY(540)|SY(!540)&Ebene(!530)

ZW=SY(541)|SY(!541)&Ebene(!530)

ZW=SY(542)|SY(!542)&Ebene(!530)

ZW=SY(543)|SY(!543)&Ebene(!530)

ZW=SY(544)|SY(!544)&Ebene(!530)

ZW=SY(545)|SY(!545)&Ebene(!530)

ZW=SY(548)|SY(!548)&Ebene(!530)

ZW=SY(550)|SY(!550)&Ebene(!550)

ZW=SY(551)|SY(!551)&Ebene(!550)

ZW=SY(552)|SY(!552)&Ebene(!550)

ZW=SY(553)|SY(!553)&Ebene(!550)

ZW=SY(554)|SY(!554)&Ebene(!550)

ZW=SY(555)|SY(!555)&Ebene(!550)

ZW=SY(556)|SY(!556)&Ebene(!550)

ZW=SY(557)|SY(!557)&Ebene(!550)

ZW=SY(560)|SY(!560)&Ebene(!560)

ZW=SY(561)|SY(!561)&Ebene(!560)

ZW=SY(562)|SY(!562)&Ebene(!560)

ZW=SY(563)|SY(!563)&Ebene(!560)

Anlage 15: Koordinatendatei *.pkt

Punktnummer	Punktart	Rechtswert	Hochwert	Höhe
403000000048	3403	4359103.867	5695267.521	220.802
403000000049	3403	4359107.402	5695265.110	221.271
403000000555	3400	4359089.718	5695274.307	219.807
403000000556	3400	4359088.791	5695277.349	219.806
403000000034	3445	4359021.204	5695246.586	217.464
403000000227	3428	4359006.680	5695242.488	216.664

Anlage 16: Quellcode VBA – Makro „Höhenreduzierung - PKT

Option Explicit
Dim i As Integer

```
Sub Auto_open()  
    Application.DisplayFormulaBar = False 'Bearbeitungsleiste ausblenden  
    With ActiveWindow  
        .DisplayGridlines = False 'Gitterlinien ausblenden  
        .DisplayHeadings = False 'Spalten- und Zeilenköpfe ausblenden  
        .DisplayWorkbookTabs = False 'Arbeitsmappenregister ausblenden  
        .DisplayHorizontalScrollBar = False 'horizontalen Rollbalken ausblenden  
        .DisplayVerticalScrollBar = False 'vertikalen Rollbalken ausblenden  
    End With  
    Call Start  
End Sub
```

Sub Start()

```
i = MsgBox("Dies ist ein Programm um in Koordinatendateien vom Typ PKT" & Chr(13) & _  
"die Leitungshöhe auf den Leitungsmittelpunkt zu reduzieren." & Chr(13) & _  
"Möchten Sie das Programm jetzt starten?", _  
vbYesNo + vbQuestion)
```

```
If i = 7 Then  
    MsgBox ("Excel wird jetzt beendet!")  
    Application.DisplayAlerts = False  
    Application.Quit  
Else  
    Call PKT
```

```
End If  
End Sub
```

Option Explicit
Dim DName As Variant
Dim SName As Variant
Dim VName As Variant
Dim j As Integer
Dim Bereich As Range
Dim Zeile As Range
Dim Zelle As Range
Dim s As String
Dim DATCI As Variant
Dim i As Long

Sub PKT()

```
MsgBox ("Suchen Sie jetzt die zu konvertierende Datei aus!")  
DName = Application.GetOpenFilename("PKT-Dateien(*.pkt)*.pkt")  
If DName <> False Then  
    Workbooks.OpenText DName, Origin:=xlMSDOS, StartRow:=1, DataType:=xlDelimited,  
    TextQualifier:= _  
        xlDoubleQuote, ConsecutiveDelimiter:=True, Tab:=True, Semicolon:=False, _  
        Comma:=False, Space:=True, Other:=False, FieldInfo:=Array(Array(1, 1), _  
        Array(2, 1), Array(3, 1), Array(4, 1), Array(5, 1)), TrailingMinusNumbers:=True
```

```
End If
```

Anlage 16: Quellcode VBA – Makro „Höhenreduzierung - PKT

```
Columns("B:B").Select  
Selection.NumberFormat = "0"  
Range("C1").Select
```

```
Do Until ActiveCell.Value = ""  
    If ActiveCell.Value = 3400 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.016, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3401 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.016, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3402 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.0315, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3403 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.045, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3404 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.0625, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3405 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.09, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3406 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.1125, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3407 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.016, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3408 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.0315, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3409 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.045, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3410 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.0625, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3411 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.09, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3412 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.1125, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3413 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.15, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3414 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.2, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3418 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.045, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3419 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.045, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3420 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.05, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3421 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.2, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3422 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.003, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3424 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.05, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3428 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.15, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3429 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.15, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3430 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.1, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3431 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.1, 3)  
    If ActiveCell.Value = 3435 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _  
        Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.615, 3)
```

Anlage 16: Quellcode VBA – Makro „Höhenreduzierung - PKT

```
If ActiveCell.Value = 3440 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.075, 3)
If ActiveCell.Value = 3443 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.091, 3)
If ActiveCell.Value = 3444 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.102, 3)
If ActiveCell.Value = 3445 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.12, 3)
If ActiveCell.Value = 3446 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.148, 3)
If ActiveCell.Value = 3447 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.175, 3)
If ActiveCell.Value = 3448 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.063, 3)
If ActiveCell.Value = 3456 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.15, 3)
If ActiveCell.Value = 3457 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.21, 3)
If ActiveCell.Value = 3458 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.25, 3)
If ActiveCell.Value = 3459 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.38, 3)
If ActiveCell.Value = 3460 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.5, 3)
If ActiveCell.Value = 3461 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.65, 3)
If ActiveCell.Value = 3462 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.032, 3)
If ActiveCell.Value = 3463 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.045, 3)
If ActiveCell.Value = 3464 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.063, 3)
If ActiveCell.Value = 3465 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.09, 3)
If ActiveCell.Value = 3466 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.113, 3)
If ActiveCell.Value = 3467 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.15, 3)
If ActiveCell.Value = 3468 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.2, 3)
If ActiveCell.Value = 3487 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.04, 3)
If ActiveCell.Value = 3488 Then ActiveCell.Offset(0, 3).Value = _
Application.Round(ActiveCell.Offset(0, 3) - 0.04, 3)
ActiveCell.Offset(1, 0).Select
Loop

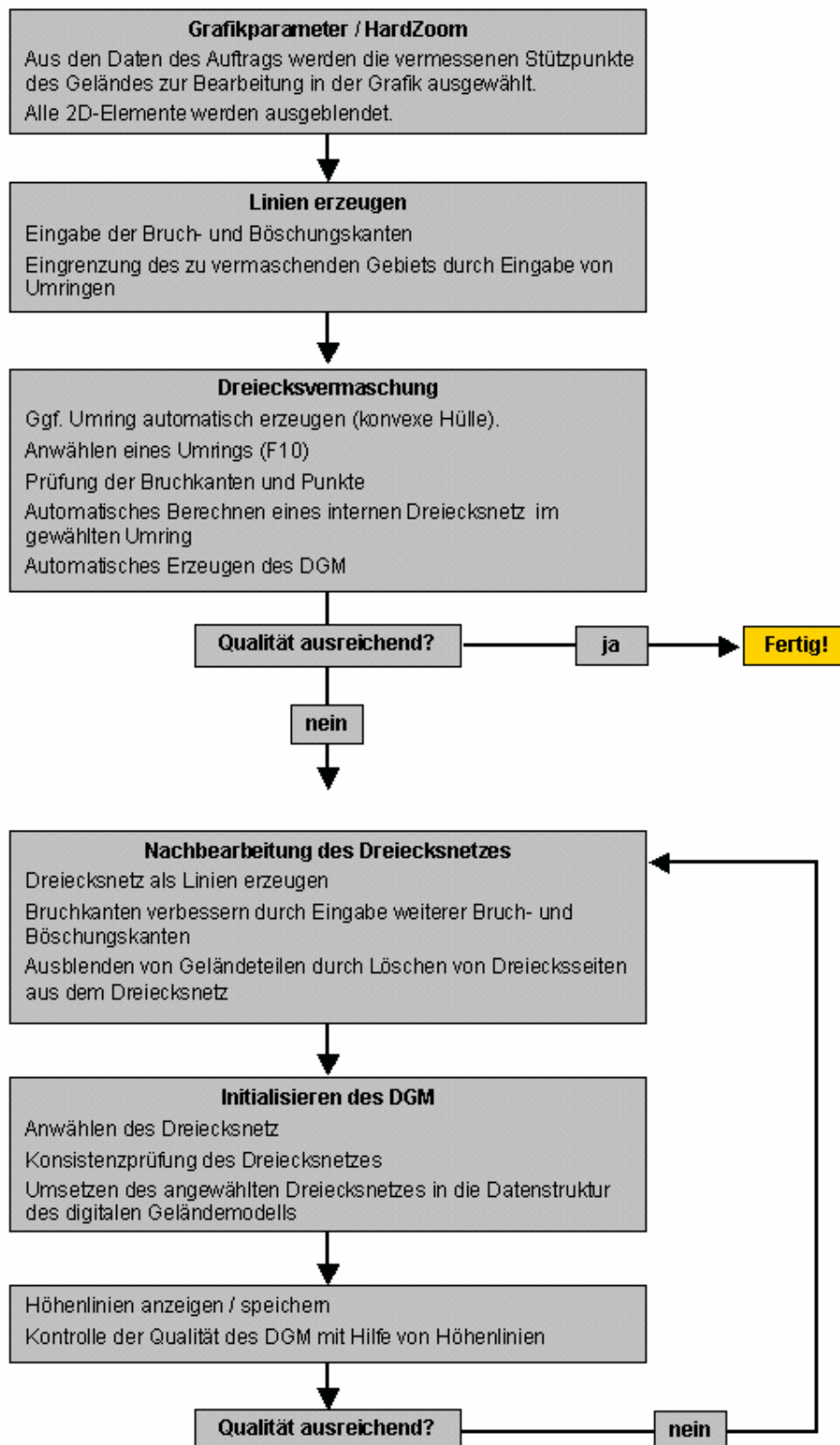
j = InStr(DName, ".")
VName = Left(DName, j - 1)
SName = Application.GetSaveAsFilename(VName, fileFilter:="Koordinatendateien (*.pkt),
*.pkt")
If SName <> False Then
    ActiveWorkbook.SaveAs SName, FileFormat:=xlUnicodeText, CreateBackup:=True
    ActiveWorkbook.Close saveChanges:=False, Filename:=DName
End If

Call Auto_close
End Sub
```

Anlage 16: Quellcode VBA – Makro „Höhenreduzierung - PKT

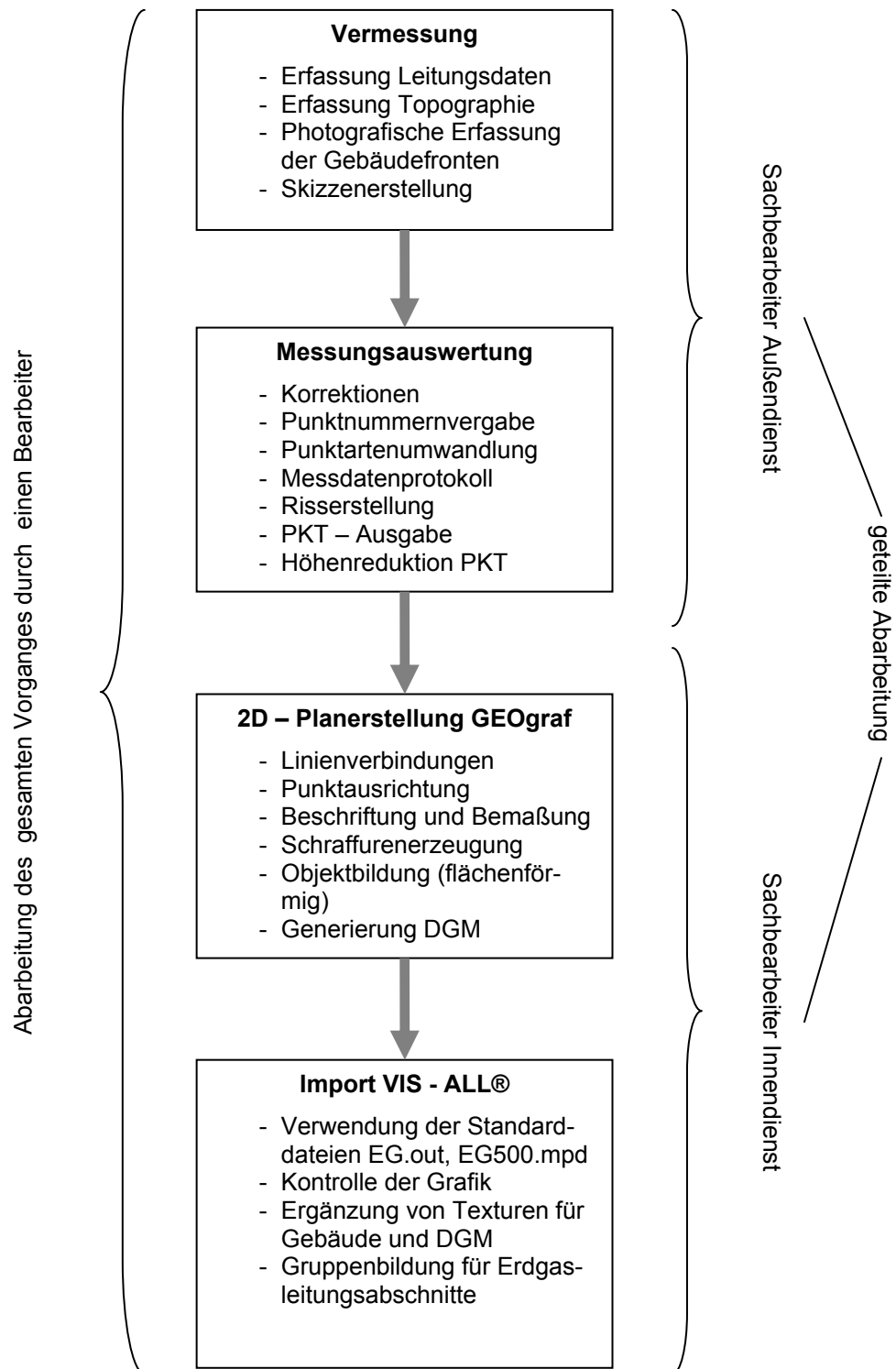
```
Sub Auto_close()  
    Application.DisplayFormulaBar = True 'Bearbeitungsleiste einblenden  
    ActiveWorkbook.Close saveChanges:=False  
    Workbooks.Add  
End Sub
```

Anlage 17: Ablaufschema DGM - Erstellung



(Quelle: GEOgraf, Desktophilfe V3.0, Abschnitt: DGM)

Ablaufplan: Erstellung 3D – Modell



Checkliste – Vermessung

- ☐ Messung an das amtliche Lage- und Höhenbezugsystem angeschlossen
-

Verwendetes Messverfahren

- ☐ Tachymetrie
☐ GPS
☐ Messbandmessung (nur in Ausnahmefällen) mit relativer Höhenmessung
-

Erfassung des Leitungsnetzes

- ☐ Leitungsverlauf mit allen horizontalen und vertikalen Knickpunkten mit Material und Dimension
☐ Einmessung aller Anbauteile, Armaturen und Quetschstellen
☐ Schutzrohre mit Angabe von Material und Durchmesser
-

Erfassung der Topographie

- ☐ Gebäude
☐ Mauern und Zäune
☐ Straßen- und Gehwegverlauf, mit Wasserschieberkappen, Einläufen und Schacht-
abdeckungen, Beleuchtungseinrichtungen
☐ Geländepunkte, zur Dokumentation der Leitungsüberdeckung und Erstellung des
DGM
-

sonstige Aufgaben

- ☐ Skizze mit Darstellung der Zusammenhänge des Aufnahmebereiches
☐ Fotografische Aufnahme der Gebäudefronten
-

Auslesen der Daten

- ☐ Daten ausgelesen ☐ abgespeichert unter:

Projektnamen: Messstapel:

Datum: Unterschrift:

Checkliste – Messungsauswertung

Projektname:

Messstapel:

☐ Messung an das amtliche Lage- und Höhenbezugsystem angeschlossen

Messungsauswertung

☐ Korrekturen angebracht

☐ Punktnummern geändert

☐ Punktartenumwandlung

☐ Messdatenprotokollkopf ausgefüllt

☐ Messdatenprotokoll ausgedruckt und archiviert

Sonstige Aufgaben

☐ Risserstellung

☐ Ausgabe PKT - Datei

Dateiname:

Reduktion der Leitungshöhen von Leitungsoberkante auf das Leitungszentrum

☐ PKT – Datei in Höhenreduktion – PKT eingelesen und ausgeführt

☐ Dateiname:

Datum:.....

Unterschrift:.....

Checkliste – Planerstellung GEOgraf

Projektname:

☐ PKT - Datei eingelesen

Dateiname:

☐ GEOgraf - Makro verwendet

Planerstellung - Leitungsnetz

☐ Linienverbindungen (ggf. nach Skizze) erzeugt

☐ Punktsymbole nach anliegenden Linien ausgerichtet

☐ Beschriftung und Bemaßung erzeugt

Planerstellung - Topographie

☐ Linienverbindungen erzeugt

☐ Beschriftung erzeugt

☐ Schraffuren generiert

☐ Kataster digitalisiert/ ALK eingelesen

Vorbereitung der 3D-Visualisierung

☐ Erzeugung flächenförmiger Objekte (Gebäude, Mauern, Flurstücke)

☐ alle DGM erzeugt

☐ Punkte mit ungültigen Höhen auf das DGM gerechnet

☐ Änderungen abgespeichert

Datum:.....

Unterschrift:.....

Checkliste – Import VIS-All®

Projektname:

GEOgraf - Projektdatei:

- ☐ Symboldatei EG.out kopiert und verwendet
 - ☐ Konfigurationsdatei EG500.mpd kopiert und verwendet
-

Ergänzungen der mpd - Datei

- ☐ waren nicht notwendig
 - ☐ waren notwendig
-

Kontrolle der Grafik

- ☐ DGM korrekt umgesetzt
 - ☐ Leitungsdaten ohne Höhenfehler
 - ☐ Symbole korrekt ausgerichtet
 - ☐ Gebäude richtig umgesetzt
-

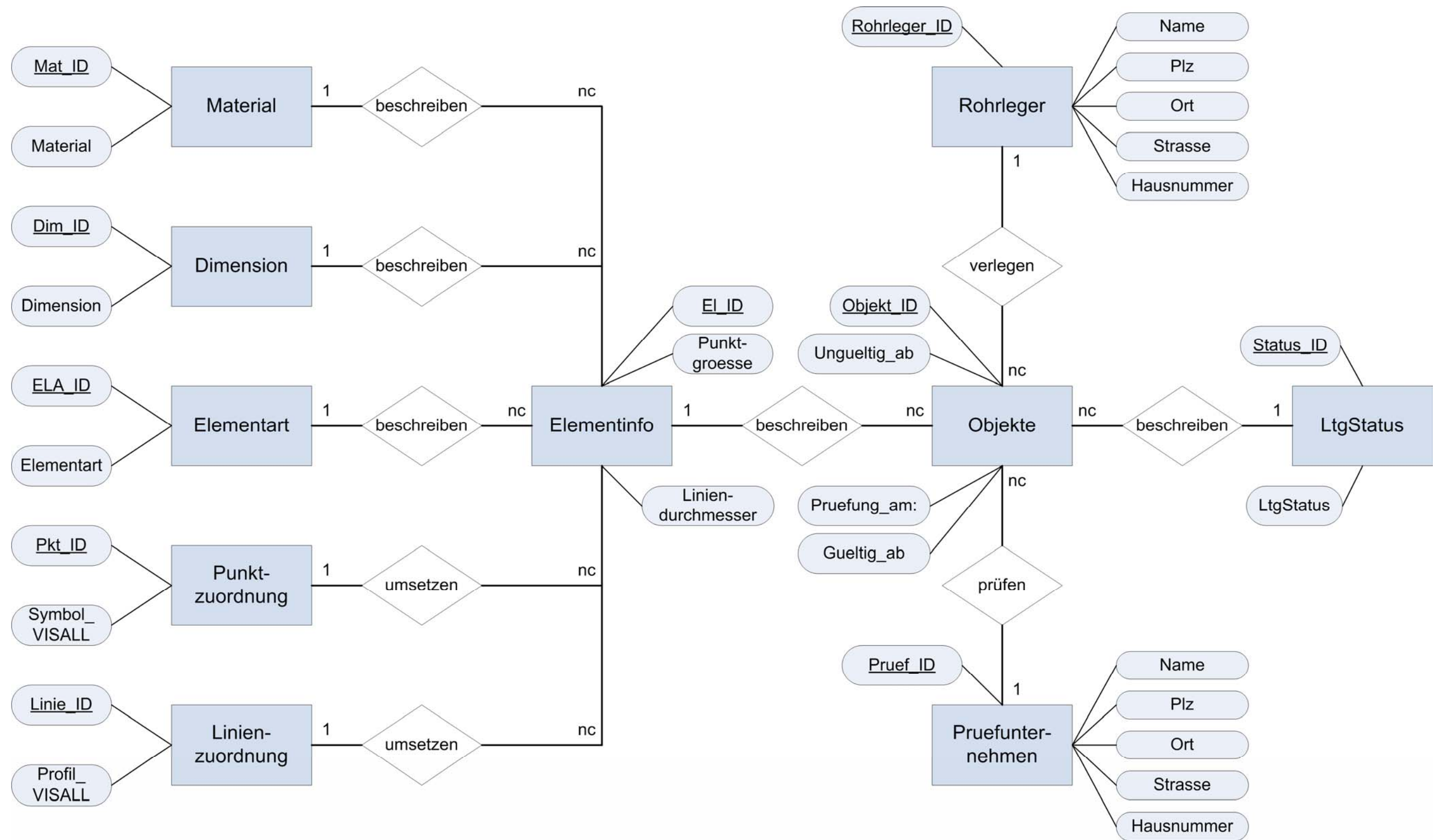
Ergänzung der Grafik

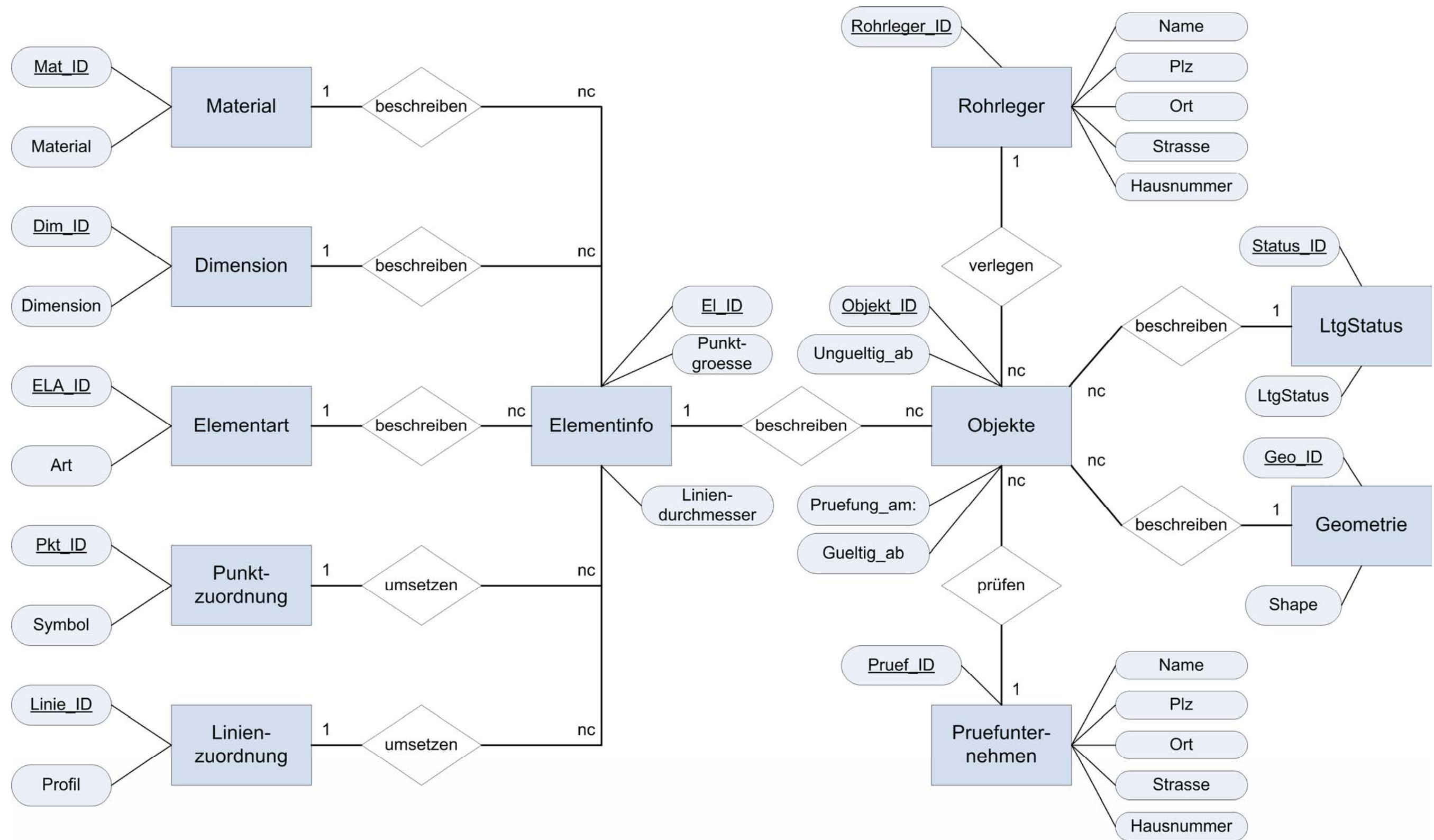
- ☐ Gebäudetexturen angebracht
 - ☐ Luftbilder auf die Horizonte texturiert
 - ☐ Gruppenbildung für Leitungsabschnitte
-

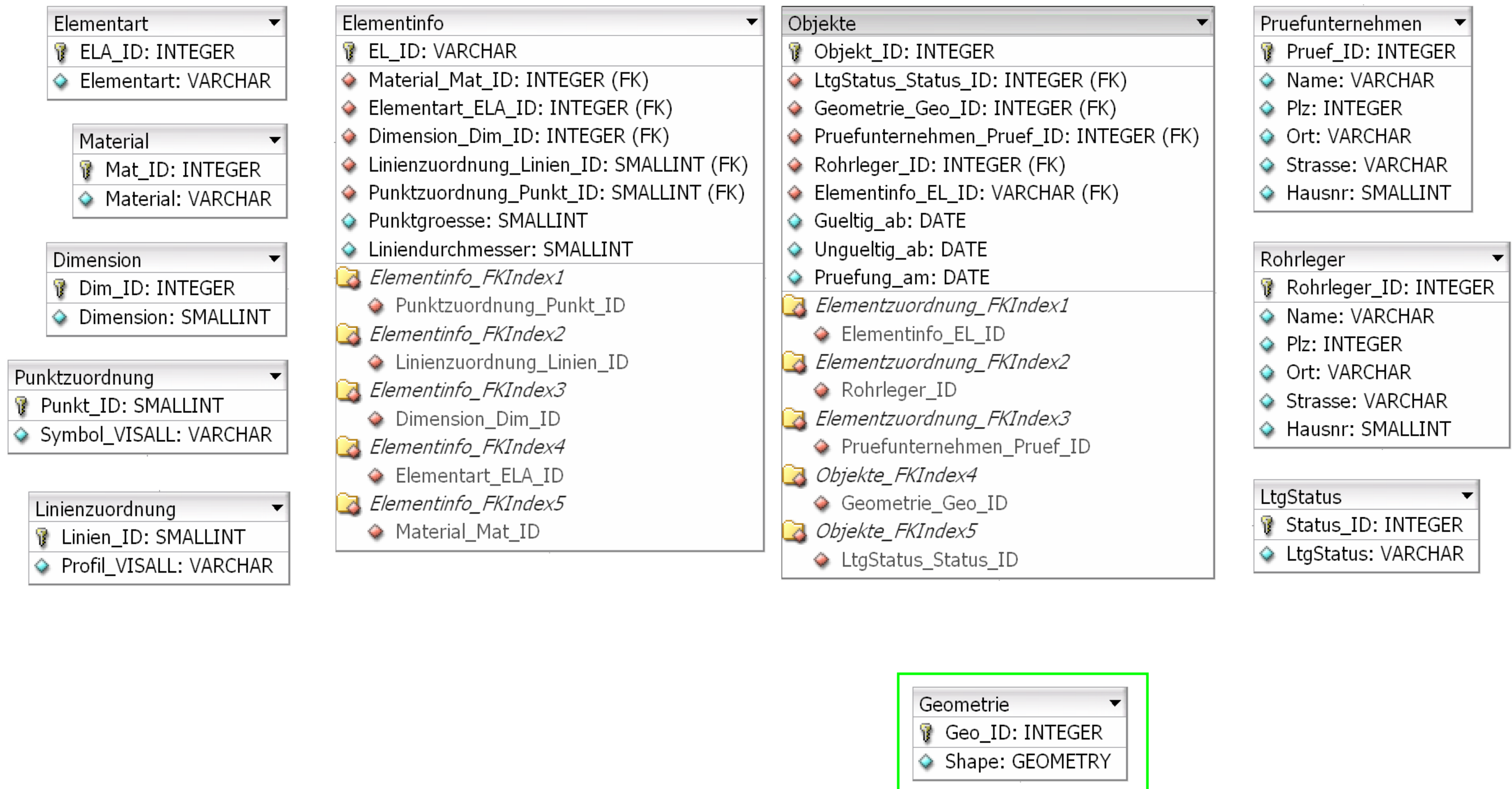
- ☐ VIS - All® - Projekt abgespeichert

Datum:.....

Unterschrift:.....







Die Relation Geometrie wird ausschließlich innerhalb der objektrelationalen Datenbank umgesetzt.

- **SDO_GTYPE**

Das Attribut SDO_GTYPE gibt Auskunft über den Geometrietyp. Er besteht aus einer vierstelligen Zahl, wobei die erste Ziffer die Dimension bestimmt. Die zweite Ziffer steht für ein lineares Bezugssystem. Der Standardwert Null bedeutet, dass kein lineares Bezugssystem benutzt wird. Die letzten beiden Ziffern bestimmen den Geometrietyp entsprechend der folgenden Übersicht:

<i>Wert von SDO_GTYPE (d = Dimension, l = lineares Bezugssystem)</i>	<i>Beschreibung</i>
d101	Punkt (SFA: Point)
d102	Linienzug (SFA: Curve und LineString)
d103	einfaches Polygon, ggf. mit Löchern (SFA: Polygon)
d104	Sammlung von unterschiedlichen Geometrien (SFA: GeometryCollection)
d105	Sammlung von Punkten (SFA: MultiPoint)
d106	Sammlung von Linienzügen (SFA: MultiCurve und MultiLineString)
d107	Sammlung von überlappungsfreien („disjunkten“) Polygonen (SFA: MultiPolygon)

- **SDO_SRID**

SDO_SRID gibt die Referenznummer des verwendeten räumlichen Bezugssystems wieder. Es ist keine Pflichtattribut. Wird es aber verwendet, müssen alle Attributwerte einer Tabellenspalte das gleiche Bezugssystem benutzen und entsprechend die gleiche Schlüsselnummer in den Metadaten eingetragen werden.

- **SDO_POINT**

Über dieses Attribut lassen sich einzelne Punkte beschreiben. Es besitzt den Datentyp MDSYS.SDO_POINT_TYPE, welcher aus drei Koordinatenwerten besteht. Bei zweidimensionalen Punkten wird die Z-Koordinate ignoriert. SDO_ELEM_INFO und SDO_ORDINATES müssen bei Nutzung des Attributes SDO_POINT den Wert NULL annehmen, das heißt sie dürfen nicht gesetzt sein.

- **SDO_ORDINATES**

Bei SDO_ORDINATES handelt es sich um ein Koordinatenfeld, das alle Koordinaten einer Geometrie speichert. Dabei werden die Koordinatenwerte in erster Linie nach dem Koordinatenindex und in zweiter Linie nach der Dimension sortiert gespeichert. Im Falle einer zweidimensionalen Geometrie ist die Reihenfolge somit x_1 , y_1 , x_2 , y_2 usw. Handelt es sich bei der Geometrie um einen geschlossenen Ring, kommt die erste Koordinate nochmals am Ende der Geometrie vor. Zusammengesetzte Geometrie werden nicht durch besondere Werte von einander getrennt, sondern direkt hintereinander gespeichert. Für eine korrekte Interpretation ist in diesem Fall das Attribut SDO_ELEM_INFO zuständig.

- **SDO_ELEM_INFO**

Mit Hilfe dieses Attributes wird beschrieben, wie die unter SDO_ORDINATES gespeicherten Koordinaten zu interpretieren sind. SDO_ELEM_INFO hat den Datentyp MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY, welcher ein Zahlenfeld darstellt. In diesem Feld werden Zahlenwerte in Dreiergruppen, sogenannten Tripeln, abgespeichert. Jedes dieser Tripel beschreibt eine Teilgeometrie. Der erste Zahlenwert einer Dreiergruppe wird mit SDO_STARTING_OFFSET bezeichnet und gibt die Position im Koordinatenfeld SDO_ORDINATES wieder an der die aktuelle Teilgeometrie beginnt. Der zweite Wert wird SDO_ETYPE genannt. Er definiert den Elementtyp, also die Art der Teilgeometrie.

<i>Wert von SDO_ETYPE</i>	<i>Bedeutung</i>
0	Geometriotyp, der nicht von Oracle Spatial unterstützt wird.
1	Punkt.
2	Linienzug.
1003	Äußerer Ring; dessen Koordinaten müssen entgegen dem Uhrzeigersinn angegeben werden.
2003	Innerer Ring (d.h. ein Loch); dessen Koordinaten müssen im Uhrzeigersinn angegeben werden.
4	Zusammengesetzter Linienzug.
1005	Zusammengesetzter umgebender Ring.
2005	Zusammengesetzter innerer Ring.

Anlage 26: Attribute und Wertebereiche der Klasse SDO_GEOMETRY

Der letzte Wert wird als SDO_INTERPRETATION bezeichnet und erläutert den Elementtyp näher. Die Bedeutung dieses Wertes ist vom SDO_ETYPE-Wert unmittelbar abhängig. Die folgende Tabelle zeigt mögliche Werte von SDO_INTERPRETATION für Punkte und Linienzüge.

<i>Wert von SDO_ETYPE</i>	<i>Wert von SDO_INTER PRETATION</i>	<i>Bedeutung</i>
1	1	Ein einzelner Punkt (SFA: Point).
1	$n > 1$	Eine Sammlung von n Punkten (SFA: MultiPoint).
2	1	Ein Streckenzug (d.h. die Streckenpunkte sind durch geradlinige Streckenabschnitte miteinander verbunden; SFA: LineString).
2	2	Ein Linienzug, der aus Kreisbögen besteht (SQL/MM Spatial: ST_CircularString, ISO 19107: GM_ArcString). Dabei wird ein Kreisbogen durch drei Punkte beschrieben: den Anfangspunkt, einen beliebigen Punkt auf dem Kreisbogen und den Endpunkt. Der Endpunkt des i -ten Kreisbogens bildet den Anfangspunkt des $i+1$ -ten Kreisbogens.

Für flächenhafte Teilgeometrien ergeben sich die Werte aus den folgenden beiden Tabellen.

<i>Wert von SDO_ETYPE</i>	<i>Wert von SDO_INTER PRETATION</i>	<i>Bedeutung</i>
1003 2003	1	Einfacher Ring, der aus geradlinigen Streckenabschnitten besteht (SFA: LinearRing). Die erste und die letzte Koordinate müssen identisch sein.
1003 2003	2	Einfacher Ring, der aus Kreisbögen gebildet wird (SQL/MM Spatial: Spezialfall von ST_CircularString, ISO 19107: Spezialfall von GM_ArcString). Dabei wird ein Kreisbogen wiederum durch den Anfangspunkt, einen Punkt auf dem Kreisbogen und den Endpunkt beschrieben. Der Endpunkt des i -ten Kreisbogens bildet den Anfangspunkt des $i+1$ -ten Kreisbogens. Die erste und die letzte Koordinate müssen identisch sein.

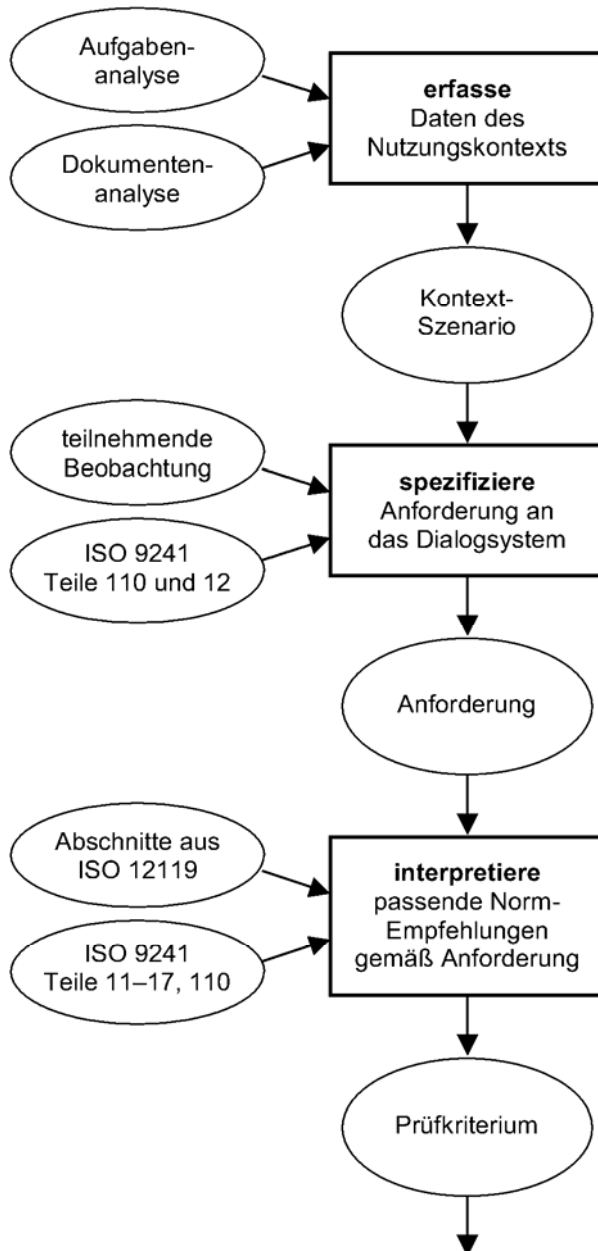
Anlage 26: Attribute und Wertebereiche der Klasse SDO_GEOMETRY

<i>Wert von SDO_ETYPE</i>	<i>Wert von SDO_INTER PRETATION</i>	<i>Bedeutung</i>
1003 2003	3	Rechteck, das durch zwei Punkte p und q beschrieben wird, wobei $p.x < q.x$ und $p.y < q.y$. Solche Rechtecke können nur bei rechtwinkligen Koordinatensystemen bzw. ohne räumliches Bezugssystem verwendet werden. Ab Version 10 können so erzeugte Rechtecke auch zur Definition von Anfragefenstern verwendet werden.
1003 2003	4	Kreis, der durch drei unterschiedliche Punkte auf dem Umkreis beschrieben wird (ISO 19107: <code>GM_Circle</code>). Solche Kreise können nur bei rechtwinkligen Koordinatensystemen bzw. ohne räumliches Bezugssystem verwendet werden.

Die restlichen Elementtypen betreffen zusammengesetzte Teilgeometrien, dies sind insbesondere Linienzüge die aus geradlinigen Abschnitten und aus Kreisbögen bestehen. Einen Überblick über diese Elemente vermittelt die folgende Übersicht.

<i>Wert von SDO_ETYPE</i>	<i>Wert von SDO_INTER PRETATION</i>	<i>Bedeutung</i>
4	$n > 1$	<i>Zusammengesetzter Linienzug</i> , der sowohl aus geradlinigen Strecken als auch aus Kreisbögen besteht (SQL/MM Spatial: <code>ST_CompoundCurve</code>). Der Wert n gibt die Anzahl der einheitlich beschriebenen Teilstücke an. Für jedes dieser Teilstücke folgt eine Dreiergruppe im <code>SDO_ELEM_INFO_ARRAY</code> , die den entsprechenden Strecken- bzw. Linienzug beschreibt (SDO_ETYPE muss für diese Teilstücke also jeweils 2 betragen). Der Endpunkt des i -ten Teilstücks bildet den Anfangspunkt des $i+1$ -ten Teilstücks.
1005 2005	$n > 1$	<i>Zusammengesetzter geschlossener Linienzug</i> , für den die gleichen Ausführungen gelten wie für den zusammengesetzten Linienzug. Zusätzlich müssen die erste und die letzte Koordinate identisch sein (SQL/MM Spatial: Spezialfall von <code>ST_CompoundCurve</code>).

(Brinkhoff, 2005, S. 94 ff.)

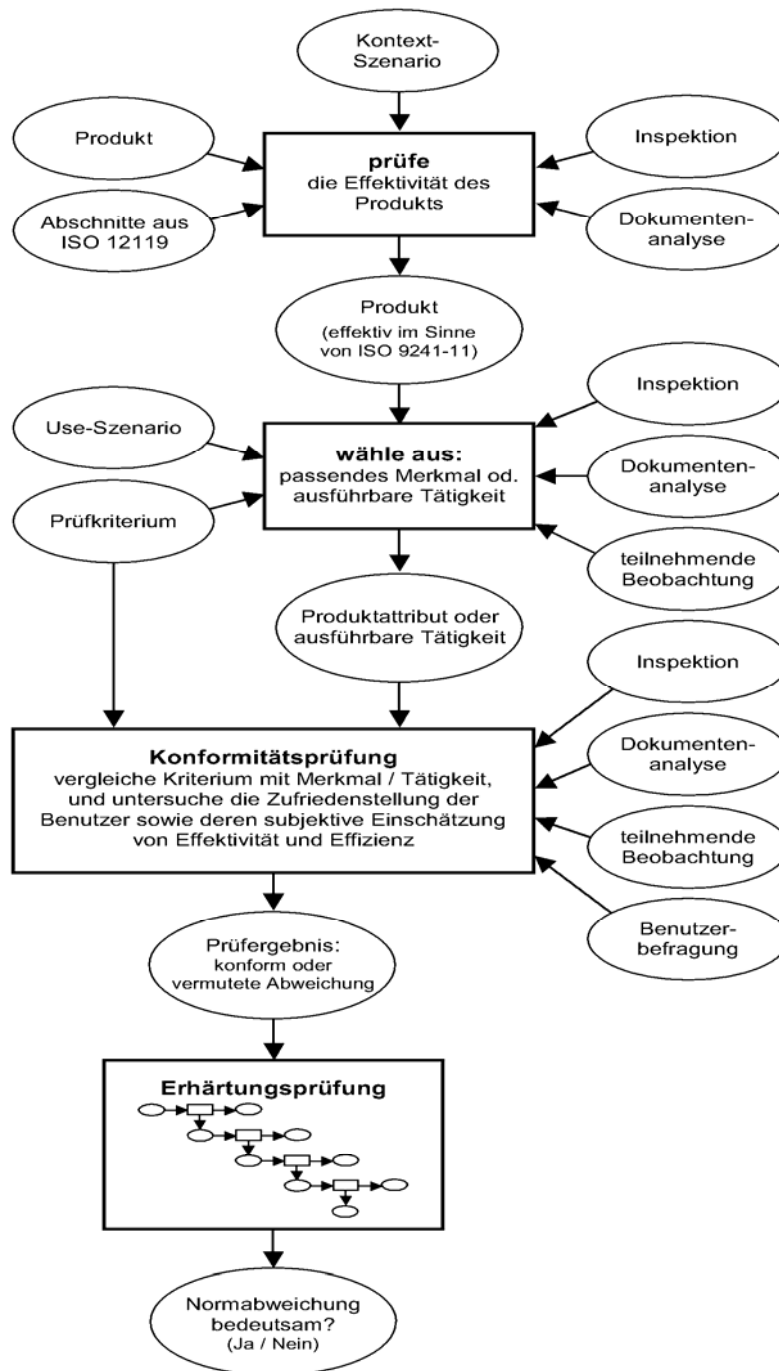


Erfassung: Da die Gebrauchstauglichkeit eines Produkts stets von den Erfordernissen des Nutzungskontexts abhängt, sind diese zunächst zu erfassen. Man beginnt deshalb mit einer Aufgabenanalyse und der Auswertung von Dokumenten über den Nutzungskontext und beschreibt den Nutzungskontext in Form eines Kontextszenarios. Leitfragen zur Datenerhebung (Anhang C.1) helfen die Objektivität der Daten zu sichern (Erhebungsobjektivität). Die Szenario-Form ist gut geeignet, die Daten von den befragten Benutzern validieren zu lassen.

Spezifikation: Aus dem Kontextszenario werden mit Blick auf die Aufgabenerfordernisse und Benutzerbelange Anforderungen an das interaktive System abgeleitet. Ein Auswertungsrahmen (Anhang C.1) hilft die Objektivität der Anforderungen zu sichern (Auswertungsobjektivität). Mittels Teilnehmender Beobachtung am interaktiven System und Dokumentation der Beobachtungsdaten in einem Use-Szenario werden bei identifizierten Nutzungsproblemen weitere Anforderungen ermittelt und unter Berücksichtigung der Dialogprinzipien (Teil 110 der Norm) und der Prinzipien der Informationsdarstellung (Teil 12) spezifiziert.

Interpretation: Die Anforderungen an das interaktive System sind kontextspezifisch formuliert, während die in den Normen stehenden Empfehlungen kontextneutral sind. Durch Interpretation der neutralen Formulierungen im Lichte der kontextspezifischen Anforderungen gelangt man zur Festlegung von Prüfkriterien. Je nach Art der Anforderung kann man zum Zwecke der Interpretation alle Normen heranziehen, um das Kriterium möglichst präzise zu formulieren. Das Kriterium wird vorzugsweise als ausführbare Tätigkeit formuliert.

Anlage 27: Ablauf einer Usability-Prüfung anhand des DATech-Handbuches



Effektivitätsprüfung: Die Prüfung der Konformität eines Produkts mit ISO 9241-110 setzt voraus, dass das Produkt effektiv im Sinne von ISO 9241-11 ist. Hierzu werden die aus dem Kontext-Szenario abgeleiteten Ergebnisse der Arbeitsaufgaben mit der Leistung des Produkts verglichen (d. h. Inspektion der Funktionalität auf Effektivität und Zuverlässigkeit sowie der Benutzerdokumentation gemäß Anhang B).

Auswahl passender Merkmale oder Tätigkeiten: Die Kern-Aufgaben der Benutzer wurden in Form von Use-Szenarien dargestellt; aus diesen werden per Inspektion, Dokumentenanalyse oder teilnehmender Beobachtung Merkmale des Dialogsystems oder ausführbare Tätigkeiten des Benutzers abgeleitet, die mit den Prüfkriterien korrespondieren (d.h. vergleichbar sind).

Konformitätsprüfung ist ein Vergleich jedes Prüfkriteriums mit einem korrespondierenden Merkmal des Dialogsystems (bzw. der tatsächlich ausführbaren Tätigkeit). Bei mangelnder Übereinstimmung wird die unterstellte Normkonformität in Frage gestellt (vermutete Normabweichung). Der Vergleich erfordert eine Inspektion des Dialogsystems oder eine Dokumentenanalyse (bezüglich der Merkmale) oder eine teilnehmende Beobachtung (insbesondere bezüglich der Tätigkeiten) und bei vermuteten Abweichungen eine Befragung der Benutzer.

Erhärtungsprüfung: Ergibt die Konformitätsprüfung eine vermutete Abweichung, so wird die Wirkung der Abweichung untersucht, um festzustellen, ob diese bedeutsam ist.

Wird die Wirkung als gering eingeschätzt, so sind wegen der damit verbundenen Bewertungsunsicherheit die Benutzer zu fragen. Die Zufriedenstellung der Benutzer entscheidet letztlich darüber, ob die Abweichung bedeutsam ist.

ISONORM 9241/10

Beurteilung von Software auf Grundlage der Internationalen Ergonomie-Norm ISO 9241/10

Jochen Prümper & Michael Anft

Prof. Dr. Jochen Prümper
FHTW-Berlin
Fachgebiet Wirtschaftspsychologie
Treskowallee 8
10313 Berlin

© 1993

Anweisung

(Bitte unbedingt lesen!)

Im folgenden geht es um die Beurteilung von Softwaresystemen auf Grundlage der Internationalen Norm ISO 9241/10.

Das Ziel dieser Beurteilung ist es, Schwachstellen bei Softwaresystemen aufzudecken und konkrete Verbesserungsvorschläge zu entwickeln.

Um dies zu bewerkstelligen, ist Ihr Urteil als Kenner des Softwaresystems von entscheidender Bedeutung! Grundlage Ihrer Bewertung sind Ihre individuellen Erfahrungen mit dem Software-Programm, das Sie beurteilen möchten.

Dabei geht es nicht um eine Beurteilung Ihrer Person, sondern um Ihre persönliche Bewertung der Software mit der Sie arbeiten.

Am besten bearbeiten Sie den Beurteilungsbogen, während Sie das zu bewertende Softwaresystem vor sich am Bildschirm haben. Dadurch haben Sie die Möglichkeit, bei der Beantwortung der einzelnen Fragen die ein oder andere Sache noch einmal zu überprüfen.

Bitte machen Sie im folgenden Kasten zunächst einige Angaben zu der Software, auf die sich Ihre Beurteilung im folgenden beziehen wird.

Auf welches Software-Programm bezieht sich Ihre Beurteilung?

(Beurteilen Sie bitte lediglich e i n Software-Programm!)

Name der Software:	VIS-All®
Versionsnummer:	V 1.8.0.6
Hersteller:	Software-Service John.....
Teilanwendung / Modul:	---

Noch ein Hinweis zur Beantwortung des Beurteilungsbogens:

Die einzelnen Normen werden über Beschreibungen konkretisiert. Diese Beschreibungen weisen immer folgende Form auf.

Beispiel Nr.1:

<i>Die Software ...</i>	---	--	-	-/+	+	++	+++	<i>Die Software ...</i>
ist schlecht.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ist gut.

Beispiel 1

Im ersten Beispiel wird danach gefragt, wie gut, bzw. wie schlecht die Software ist. Der Benutzer beurteilt in diesem Fall die Software zwar als gut, sieht jedoch noch Verbesserungsmöglichkeiten.

Beispiel Nr.2:

<i>Die Software ...</i>	---	--	-	-/+	+	++	+++	<i>Die Software ...</i>
ist langsam.	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	ist schnell.

Beispiel 2

Im zweiten Beispiel beurteilt der Benutzer die Software als ziemlich langsam.

Füllen Sie bitte den Beurteilungsbogen äußerst sorgfältig aus und lassen Sie keine der Fragen aus!

Die Auswertung der Daten erfolgt anonym.

Aufgabenangemessenheit

Unterstützt die Software die Erledigung Ihrer Arbeitsaufgaben, ohne Sie als Benutzer unnötig zu belasten?

Die Software ...	---	--	-	-/+	+	++	+++	Die Software ...
ist kompliziert zu bedienen.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ist unkompliziert zu bedienen.
bietet nicht alle Funktionen, um die anfallenden Aufgaben effizient zu bewältigen.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	bietet alle Funktionen, um die anfallenden Aufgaben effizient zu bewältigen.
bietet schlechte Möglichkeiten, sich häufig wiederholende Bearbeitungsvorgänge zu automatisieren.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	bietet gute Möglichkeiten, sich häufig wiederholende Bearbeitungsvorgänge zu automatisieren.
erfordert überflüssige Eingaben.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	erfordert keine überflüssigen Eingaben.
ist schlecht auf die Anforderungen der Arbeit zugeschnitten.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ist gut auf die Anforderungen der Arbeit zugeschnitten.

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Gibt Ihnen die Software genügend Erläuterungen und ist sie in ausreichendem Maße verständlich?

<i>Die Software ...</i>	---	--	-	-/+	+	++	+++	<i>Die Software ...</i>
bietet einen schlechten Überblick über ihr Funktionsangebot.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	bietet einen guten Überblick über ihr Funktionsangebot.
verwendet schlecht verständliche Begriffe, Bezeichnungen, Abkürzungen oder Symbole in Masken und Menüs.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	verwendet gut verständliche Begriffe, Bezeichnungen, Abkürzungen oder Symbole in Masken und Menüs.
liefert in unzureichendem Maße Informationen darüber, welche Eingaben zulässig oder nötig sind.	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	liefert in zureichendem Maße Informationen darüber, welche Eingaben zulässig oder nötig sind.
bietet auf Verlangen keine situationsspezifischen Erklärungen, die konkret weiterhelfen.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	bietet auf Verlangen situationsspezifische Erklärungen, die konkret weiterhelfen.
bietet von sich aus keine situationsspezifischen Erklärungen, die konkret weiterhelfen.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	bietet von sich aus situationsspezifische Erklärungen, die konkret weiterhelfen.

Steuerbarkeit

Können Sie als Benutzer die Art und Weise, wie Sie mit der Software arbeiten, beeinflussen?

Die Software ...	---	--	-	-/+	+	++	+++	Die Software ...
bietet keine Möglichkeit, die Arbeit an jedem Punkt zu unterbrechen und dort später ohne Verluste wieder weiterzumachen.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	bietet die Möglichkeit, die Arbeit an jedem Punkt zu unterbrechen und dort später ohne Verluste wieder weiterzumachen.
erzwingt eine unnötig starre Einhaltung von Bearbeitungsschritten.	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	erzwingt keine unnötig starre Einhaltung von Bearbeitungsschritten.
ermöglicht keinen leichten Wechsel zwischen einzelnen Menüs oder Masken.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ermöglicht einen leichten Wechsel zwischen einzelnen Menüs oder Masken.
ist so gestaltet, daß der Benutzer nicht beeinflussen kann, wie und welche Informationen am Bildschirm dargeboten werden.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ist so gestaltet, daß der Benutzer beeinflussen kann, wie und welche Informationen am Bildschirm dargeboten werden.
erzwingt unnötige Unterbrechungen der Arbeit.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	erzwingt keine unnötigen Unterbrechungen der Arbeit.

Erwartungskonformität

Kommt die Software durch eine einheitliche und verständliche Gestaltung Ihren Erwartungen und Gewohnheiten entgegen?

Die Software ...	---	--	-	-/+	+	++	+++	Die Software ...
erschwert die Orientierung, durch eine uneinheitliche Gestaltung.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	erleichtert die Orientierung, durch eine einheitliche Gestaltung.
läßt einen im Unklaren darüber, ob eine Eingabe erfolgreich war oder nicht.	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	läßt einen nicht im Unklaren darüber, ob eine Eingabe erfolgreich war oder nicht.
informiert in unzureichendem Maße über das, was sie gerade macht.	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	informiert in ausreichendem Maße über das, was sie gerade macht.
reagiert mit schwer vorhersehbaren Bearbeitungszeiten.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	reagiert mit gut vorhersehbaren Bearbeitungszeiten.
läßt sich nicht durchgehend nach einem einheitlichen Prinzip bedienen.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	läßt sich durchgehend nach einem einheitlichen Prinzip bedienen.

Fehlertoleranz

Bietet Ihnen die Software die Möglichkeit, trotz fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Arbeitsergebn ohne oder mit geringem Korrekturaufwand zu erreichen?

<i>Die Software ...</i>	---	--	-	-/+	+	++	+++	<i>Die Software ...</i>
ist so gestaltet, daß kleine Fehler schwerwiegende Folgen haben können.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ist so gestaltet, daß kleine Fehler keine schwerwiegenden Folgen haben können.
informiert zu spät über fehlerhafte Eingaben.	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	informiert sofort über fehlerhafte Eingaben.
liefert schlecht verständliche Fehlermeldungen.	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	liefert gut verständliche Fehlermeldungen.
erfordert bei Fehlern im großen und ganzen einen hohen Korrekturaufwand.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	erfordert bei Fehlern im großen und ganzen einen geringen Korrekturaufwand.
gibt keine konkreten Hinweise zur Fehlerbehebung.	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	gibt konkrete Hinweise zur Fehlerbehebung.

Individualisierbarkeit

Können Sie als Benutzer die Software ohne großen Aufwand auf Ihre individuellen Bedürfnisse und Anforderungen anpassen?

<i>Die Software ...</i>	---	--	-	-/+	+	++	+++	<i>Die Software ...</i>
läßt sich von dem Benutzer schwer erweitern, wenn für ihn neue Aufgaben entstehen.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	läßt sich von dem Benutzer leicht erweitern, wenn für ihn neue Aufgaben entstehen.
läßt sich von dem Benutzer schlecht an seine persönliche, individuelle Art der Arbeitserledigung anpassen.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	läßt sich von dem Benutzer gut an seine persönliche, individuelle Art der Arbeitserledigung anpassen.
eignet sich für Anfänger und Experten nicht gleichermaßen, weil der Benutzer sie nur schwer an seinen Kenntnisstand anpassen kann.	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	eignet sich für Anfänger und Experten gleichermaßen, weil der Benutzer sie leicht an seinen Kenntnisstand anpassen kann.
läßt sich - im Rahmen ihres Leistungsumfangs - von dem Benutzer schlecht für unterschiedliche Aufgaben passend einrichten.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	läßt sich - im Rahmen ihres Leistungsumfangs - von dem Benutzer gut für unterschiedliche Aufgaben passend einrichten.
ist so gestaltet, daß der Benutzer die Bildschirmdarstellung schlecht an seine individuellen Bedürfnisse anpassen kann.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	ist so gestaltet, daß der Benutzer die Bildschirmdarstellung gut an seine individuellen Bedürfnisse anpassen kann.

Lernförderlichkeit

Ist die Software so gestaltet, daß Sie sich ohne großen Aufwand in sie einarbeiten konnten und bietet sie auch dann Unterstützung, wenn Sie neue Funktionen lernen möchten?

<i>Die Software ...</i>	---	--	-	-/+	+	++	+++	<i>Die Software ...</i>
erfordert viel Zeit zum Erlernen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	erfordert wenig Zeit zum Erlernen.
ermutigt nicht dazu, auch neue Funktionen auszuprobieren.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ermutigt dazu, auch neue Funktionen auszuprobieren.
erfordert, daß man sich viele Details merken muß.	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	erfordert nicht, daß man sich viele Details merken muß.
ist so gestaltet, daß sich einmal Gelerntes schlecht einprägt.	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	ist so gestaltet, daß sich einmal Gelerntes gut einprägt.
ist schlecht ohne fremde Hilfe oder Handbuch erlernbar.	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	ist gut ohne fremde Hilfe oder Handbuch erlernbar.

Zum Schluß

Zum Schluß bitten wir Sie, noch folgende Fragen zu beantworten:

Seit wievielen Monaten arbeiten Sie schon mit der von Ihnen beurteilten Software?	4	Monate	MBS
Seit wievielen Monaten arbeiten Sie überhaupt schon mit Computern?	180	Monate	MUC
Wieviele Stunden arbeiten Sie pro Woche durchschnittlich mit der von Ihnen beurteilten Software?	10	Stunden	SBS
Wieviele Stunden arbeiten Sie pro Woche durchschnittlich mit Computern?	50	Stunden	SUC
Wie gut beherrschen Sie die beurteilte Software?	sehr ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ sehr schlecht gut		EXP
Mit wievielen Programmen arbeiten Sie derzeit?	21	Programme	NUP
Davon:	21	PC-Programme	NPC
	0	Großrechnerprogramme	NMF
Was ist Ihr Beruf?	Vermessungstechniker		JOB
Wie alt sind Sie?	28	Jahre	AGE
Ihr Geschlecht?	m	m/w	SEX
Bitte bilden Sie sich Ihr individuelles Kennwort:	L	Anfangsbuchstabe Ihres Geburtsortes	IDN
Aus Datenschutzgründen, statt Name!	A	Endbuchstabe des Vornamens Ihrer Mutter	
	M	Anfangsbuchstabe des Vornamens Ihrer Mutter	
	N	Endbuchstabe Ihres eigenen ersten Vornamens	

DVD-Inhalt

Verzeichnisstruktur	Erläuterungen
 3DSmax	(3DSmax-Projekte mit Symbolentwürfen)
 Texturen	
 Diplomarbeit	(*.doc, *.pdf, digitale Version der Diplomarbeit)
 Geograf	
 Arten+Symboldatei	(Arten- und Symboldatei der EW Eichsfeldgas GmbH)
 GEOgraf-Projekte	(ZIP-Archive)
 Bahnhofstraße	
 BZR	
 Leinetal	
 Wohngebiet	
 Präsentationen (*.wmv)	
 Bahnhofstraße	
 Leinetal	
 Wohngebiet	
 TKVV	(verwendete Daten der Landesvermessung)
 Orthophotos	
 TK_25	
 Virtuelle_Modelle (*.wrl)	
 Bahnhofstraße	
 BZR	
 Symbole_VIS-All	
 VIS-All	
 VIS-All-Profile	(*.xml, Querschnitte der linienförmigen Symbole)
 VIS-All-Projekte	
 Bahnhofstraße	
 BZR	
 Leinetal	
 Wohngebiet	
 VIS-All-Symbole(DirectX)	(*.xml, Symbolidentifikationsdateien)
 Parts	(*.x, punktförmige Symbole)
 Gas500	(texturierte Symbolik)
 Gas500gelb	(gelbe Symbolik)
 Gas500grau	(graue Symbolik)