

Einsatz von präzisiertem DGPS bei T-Com

1 Historie der Leitungsdokumentation bei T-Com

1.1 Papierpläne

Mit Beginn der unterirdischen Kabelverlegung musste die Deutsche Reichspost, später Deutsche Bundespost, Fernmeldewesen und heute Deutsche Telekom AG mit der Festnetzsparte „T-Com“, Pläne über den Verlauf der Anlagen erstellen. Die Dokumentation basierte von Anfang an auf amtlichen Kartenwerken, soweit diese erhältlich waren. Mit Maßangaben unter Bezug auf sog. physikalische Festpunkte, z.B. Gebäudeecken, Wasserschächte, Gully, wurde die genaue Lage fixiert. Dies gewährleistete, dass ohne geodätisches Fachpersonal eingemessen und im Bedarfsfall eine Rekonstruktion vor Ort mit einfachen Mitteln, also einem Messband, vorgenommen werden konnte. Außerhalb der Bebauung erstellte man Referenzlinien, deren Anfang und Ende mit Steinen oder Nägel markiert wurden, um mit Orthogonalmaßen die Trasse festzuhalten.

Im Telekommunikationsnetz muss von der Vermittlungsstelle bis zum Kunden eine eigene physikalische Verbindung bestehen (Kupferdoppelader oder Glasfaser), die in Plänen auch explizit darzustellen ist. Ab ca. 1985 entstanden übertragungstechnische Möglichkeiten, eine Doppelader mehrfach zu nutzen, was wesentlich zur wirtschaftlichen Nutzung des Liniennetzes beitrug, aber die Dokumentation auch nicht trivial machte. Die Verbindungsinformationen wurden in schematisierten Plänen, die man Netzpläne nannte, festgehalten.

In den Jahren ab ca. 1970 wuchs die Netzdichte enorm, so dass zusätzlich Übersichtspläne geschaffen wurden und eine Trennung nach Netzebenen unumgänglich war. Auch topografische Übersichtspläne waren erforderlich um alle Netzstrukturen planen und erkennen zu können.

Man zählte letztlich über 20 verschiedene Planarten, nach der Wiedervereinigung ca. 2,5 Millionen Lagepläne in den Maßstäben 1:500 oder 1:1000 und ebenso viele Netzpläne.

1.2 GIS

Ebenfalls 1985 bereitete man sich auf eine umfassende Digitalisierung der Dokumentation incl. Planungstools, Inventurunterstützung und weiteren Nutzungsbereichen vor. Nach 10 Jahren waren die Vorbereitungen so weit abgeschlossen, dass mit der Ersterfassung der Daten begonnen werden konnte. Heute sind in diesem GIS auf GE-SMALLWORLD-Basis und einer immensen Fachschale mit der internen Bezeichnung „MEGAPLAN“ ca. 4,4 Terra Byte Daten archiviert. Plankammern mit Papierplänen sind fast komplett aufgelöst.

Wichtig für den zukünftigen Umgang mit den Daten ist die Konzeption der Datenerfassung: Die Papierlagepläne, die als Rahmenkarten in den Koordinatenrastern Gauß-Krüger (Bessel im Westen und Krasowski im Osten), Soldner (Baden, Württemberg, Bayern, Berlin) vorhanden waren, wurden eingescannt, die Telekommunikationstrassen vektorisiert und die Hintergrundinformationen als Rasterdaten belassen. Damit bleiben zwangsläufig alle koordinativen Fehler, die über Jahrzehnte entstanden, im System enthalten und wurden durch Mängel bei der Digitalisierung teilweise noch verschlechtert. Die Abweichungen zu den Koordinaten der Landesfestpunktnetze beträgt heute noch zwischen 5 m und 30 m und erreicht in Extremfällen in den neuen Bundesländern teilweise mehrere hundert Meter.

Wirtschaftliche Beweggründe bestimmten diese Vorgehensweise, mit geringstem Aufwand konnte ein baldiger Abschluss der wesentlichen Arbeiten verzeichnet werden. Somit stand MEGAPLAN nach relativ kurzer Zeit einer Datennutzung im Wirkbetrieb zur Verfügung. In den Spitzen standen bis zu 2.000 eigene Kräfte zuzüglich vielen Tausend Stunden Auftragnehmerleistungen bereit.

Die Stärken von MEGAPLAN sind also eindeutig die vollumfänglich zur Verfügung stehenden Funktionen für Planung und Bestandsinformationen für Anwendungen aller Art und die damit verbundenen Prozessbeschleunigung, verbunden mit hoher Wirtschaftlichkeit.



Bild 1: Beispiel eines Lageplanausschnitts mit geringer Netzdichte

Schwächen werden durch die ungenauen Koordinaten entstehen, wenn Daten mit Externen, also Kommunen, anderen Leitungsbetreibern und sonstigen Datenanwendern auszutauschen sind.

Um die qualitativen Unterschiede der Koordinaten deutlich zu machen, wurden T-Com-intern die Arbeitsbegriffe „Realkoordinaten“ (Genauigkeit der Landesfestpunktnetze, höchstens 15 cm Abweichung) und „Systemkoordinaten“ (Darstellungsposition in MEGAPLAN) eingeführt.

1.3 Einmessverfahren

Die angewandte Dokumentationsmethode auf der Basis von Maßangaben erlaubte bis 1990 den ausschließlichen Einsatz von Messband und dies selbst bei der Gewinnung von Orthogonalmaßen, wobei das Doppelpentagon Unterstützung leistete.

Nachdem Geodimeter 1990 erstmals mit dem GDM4000 einen Tachymeter mit intelligenter Reflektorstation auf den Markt brachte und damit den Verzicht eines Messgehilfen ermöglichte, entschloss sich T-Com aus wirtschaftlichen Gründen zum Einsatz dieses Systems. Es fand allerdings auch nur außerhalb der Bebauung, also im Zusammenhang mit Referenzlinien, Verwendung. Koordinaten spielten nur als Passpunkte zur Georeferenzierung bezüglich der Bestandsdaten im GIS MEGAPLAN eine Rolle. Mit einer selbst programmierten Software wurden die polaren Tachymeterdaten in orthogonale umgewandelt, ggf. nacheditiert und mittels Helmerttransformation an MEGAPLAN angepasst.

2 Änderung der gesetzlichen Basis

2.1 Forderungen einzelner Wegebausträger

Erstmals 1998 wurde T-Com mit Forderungen eines Wegebausträgers zur Dokumentation einer neuen Leitungstrasse konfrontiert. Im Zusammenhang mit dem „Zustimmungsbescheid“ zu einer Aufgrabung wurde von der T-Com verlangt, die Bestandsdokumentation auf der Basis von Koordinaten aus der Digitalen Stadtgrundkarte in digitaler Form vorlegen. Da diese Methode ohne grundsätzliche Umstellung der relevanten Prozesse nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar war, musste T-Com den Rechtsweg beschreiten. Im bis 2004 einzigen rechtswirksamen Urteil

schloss sich das OVG Münster den Argumenten von T-Com an, wonach die bis dahin gültige Fassung des Telekommunikationsgesetzes einen derartigen Erlass einer Nebenbestimmung nicht vorgesehen hat.

2.2 Gesetzesnovelle Telekommunikationsgesetz (TKG)

Für die Wegebausträger war dies nun der Anlass über die Länder im Bundesrat eine Gesetzesnovelle zum TKG zu initiieren. Mit der Herausgabe des Bundesgesetzblattes Jahrgang 2004 Teil 1 Nr. 29 vom 25.06.2004 wurde im § 68 Abs. 3 Satz 5 geregelt, dass „...die im Bereich des jeweiligen Wegebausträgers übliche Dokumentation der Lage der Telekommunikationslinie nach geographischen Koordinaten...“ von den Telekommunikationsunternehmen auf Anforderung bereitzustellen ist.

Da diese Formulierung eine große Bandbreite bei der Umsetzung zulässt und damit die Festlegung eines Prozesses für ein bundesweit agierendes Unternehmen unmöglich macht, wurde unter der Federführung des Deutschen Städtetages und des Deutschen Landkreistages eine gemeinsam ausgearbeitete Auslegungshilfe mit Empfehlungscharakter für die Kommunen bereitgestellt.

3 Anpassung der Dokumentationsprozesse

3.1 Prozessentwicklung

Parallel zu den Rechtsstreiten richtete T-Com ein Projekt mit dem Ziel ein, den Dokumentationsprozess an die neuen Entwicklungen anzupassen. Da die Richtigkeit der bisherigen Darstellungsweise der Trassenlage aus wirtschaftlicher und betrieblicher Sicht nicht in Frage gestellt wurde, lag der Schwerpunkt der Untersuchungen bei der koordinatengestützten Einmessung und Dokumentation mit dem Ziel eines Datenaustausches mit Externen.

Hier kam nun zu Hilfe, dass um 2001 die Weiterentwicklung der GPS-Empfänger in Verbindung mit dem differenziellen GPS einen entscheidenden Schritt zur wirtschaftlichen Anwendung im Bereich der Vermessung der Leitungstrassen unter Berücksichtigung der Genauigkeitsvorgaben vorankam.

Wichtiges Kriterium für die Systemschei-

dung waren auch die bei T-Com bereitstehenden Personalressourcen: die sog. Einmesser sind keine ausgebildeten Vermessungstechniker oder gar Ingenieure, sondern werden in internen Seminaren in die Bedienung von GPS, Tachymeter und Software eingewiesen. Eine unkomplizierte, nicht Expertenwissen voraussetzender Bedienablauf war also ein weiteres Ziel. Es gelang problemlos, alle Module so in den Gesamtprozess zu integrieren, dass in Verbindung mit spezifisch erstellten Handbüchern jederzeit ein reibungsloser Betriebsablauf gegeben ist.

3.2 Global Positioning System

In umfangreichen Analysen wurde zweifelsfrei festgestellt, dass der Einsatz des DGPS im Vergleich zum Tachymeterverfahren hoch wirtschaftlich ist. Bei diesem Vergleich lag wie o. a. das Tachymeter GDM4000 von Geodimeter, heute Trimble, zugrunde, das den Verzicht eines Messgehilfeneinsatzes ermöglicht sowie der GPS-Rover RTK5800 von Trimble.



Bild 2: GPS-Rover im Einsatz

Je nach Struktur des Messauftrages und der sonstigen Rahmenbedingungen kann die Nettomesdauer vom 2fachen bis zum 5fachen beschleunigt werden. Damit kann das GPS-Verfahren bei Erfüllung der technischen Rahmenbedingungen nicht nur in Verbindung mit der von den Wegebausträgern geforderten koordinatenbasierten Dokumentation eingesetzt werden, sondern überall, wo bisher das Tachymeter Verwendung fand.

Nun galt es aber auch noch die Genauigkeitsforderungen zu erfüllen. Sowohl die eigenen Dokumentationsvorschriften, wie auch die Empfehlung des Deutschen Städtetages gehen von einer maximal zulässigen Abweichung von 15 cm aus. Dies ist hergeleitet von der minimalen Grabenbreite von 30 cm und einer zentrierten Einmessachse.

GPS ermöglicht bei einem Signalempfang von mind. 5 Satelliten eine Genauigkeit von ca. 70 cm bis 150 cm, das haben neben den Herstellerangaben auch unsere eigenen Erfahrungen gezeigt. Der erste Test des differenziellen GPS erfolgte mit einem zweiten Empfänger als mobiler Referenzstation, die auf einem Punkt mit bekannten genauen Koordinaten aufgestellt wurde. Das Ergebnis war bezüglich der Genauigkeit sehr gut (< 5 cm). Negativ fiel neben den deutlich höheren Gerätekosten, aber ein erheblich langsamerer Messablauf in der Bewertung auf. Dies insbesondere, da die Aufgabenstruktur sich dahingehend verändern wird, dass mehr kurze Trassen einzumessen sind, also die Messvorbereitungsdauer letztlich mehr Zeit in Anspruch nehmen würde als die reine Messung. Die zunehmende Verdichtung und spätere Vernetzung der Referenzstationen des SAPOS-Dienstes erfolgte damit genau zum richtigen Zeitpunkt. Hinter SAPOS verbirgt sich der offizielle Satellitenpositionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung. Basierend auf der Technologie des Global Positioning Systems stellt SAPOS GPS-Korrekturdaten bereit, die eine georeferenzierte Echtzeit-Positionierung in Lage und Höhe mit cm-Genauigkeit ermöglichen.

Mit SAPOS gelang es, den Anforderungen des TKG für eine Dokumentation auf Koordinatenbasis mit einer Genauigkeit von 15 cm ebenso gerecht zu werden, wie den hohen eigenen Ansprüchen an eine wirtschaftliche Realisierung der gesetzlichen Vorgaben in die tägliche Praxis. Auf eine eigene Referenzstation kann durch die Einbindung der GPS-Korrekturdaten verzichtet werden, hierdurch wird der entscheidende Zeitvorteil realisiert. Grundvoraussetzung für die Nutzung von SAPOS ist neben der Wirtschaftlichkeit auch die einfache Handhabung durch die fachfremden Einmesser vor Ort. Wie die bisherigen Erfahrungen aus den internen Seminaren und den Berichten der Mitarbeiter vor Ort belegen, erweist sich das Verfahren als praxistauglich und erfüllt die in sie gesetzten Erwartungen voll. Neben dem geringen Schulungsaufwand und der hohen Zuverlässigkeit sorgt auch die weitreichende Flexibilität und Selbständigkeit, die das Gesamtsystem für den Anwender mit sich bringt, für Akzeptanz bei den Einmessern. Zum Einsatz kommt dabei der sog. HEPS-Dienst (Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service), der Genauigkeiten von 1-2 cm in der Lage und ca. 5 cm in der Höhe ermöglicht. Dabei werden die Korrektur-

daten via GSM (Mobiltelefon) zum GPS-Rover übertragen. Die Initialisierung erfolgt auf Knopfdruck, weitere Einstellungen sind vom Einmesser nicht vorzunehmen. Sobald das System grünes Licht gibt, wird die zu dokumentierende Leitung abgeschritten. Dabei werden in regelmäßigen Abständen Punkte entlang der Trasse erfasst. Der Einmesser speichert die ermittelten Koordinaten und ergänzt ggf. weitere Objekt-Informationen in der Eingabemaske. Auf diese Weise werden die Leitungsnetze cm-genau und direkt im amtlichen Bezugssystem erfasst. Nach Abschluss der Messungen werden die Daten in das MEGAPLAN GIS importiert. Auf diese Weise wurde die Idee eines digitalen Datenflusses ohne Medienbrüche realisiert und die Qualität und Zuverlässigkeit der Dokumentation signifikant gesteigert.

Autor

*Horst Beying
T-Com, Zentrale T135
Referent Lagedokumentation und
Einmessverfahren
Leiter Projekt MESSKOM
Okenstraße 25-27
77652 Offenburg
Tel. 07 81-83-8 23 00
horst.beying@t-com.net*

176 x 107