

UNIGIS MSC 2003 - 553

DI Franz Mitterböck

Konzept für ein digitales Wegenetz Tirol:
Grundlagen, Datenmodell, Wartung

2005-06-30

Ich erkläre, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und bei der Abfassung nur die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen wurden als solche gekennzeichnet.

DI Franz Mitterböck

Innsbruck 2005-06-30

Zusammenfassung:

Das vorliegende "Konzept für ein digitales Wegenetz Tirol – Grundlagen, Datenmodell, Wartung" liefert den theoretischen Hintergrund für die Neuorganisation und Ergänzung des Tiroler Straßen- und Wegenetzes zu einem flächendeckenden Datensatz aller Kfz-befahrbaren Straßen und Wege.

Neben einem Überblick über aktuelle Methoden und Vorgangsweisen zur Abbildung und Organisation von Straßen- und Wegedaten in geografischen Informationssystemen liegen die Schwerpunkte der Arbeit in folgenden Bereichen:

- Entwicklung einer Methode zur eindeutigen Codierung Abbildung nicht eindeutig codierter Wegedaten
- Entwicklung eines Objektschlüssels und von Primärschlüsseln für unterschiedliche Straßen/Wege-Typen
- Festlegung eines Sets von Basisattributen für das gesamte Straßen- und Wegenetz
- Erstellung eines konzeptionellen Datenmodells
- Konzeption des arbeitsablaufes zur datenverbesserung / Erstdatenerfassung und Datenwartung

Summary:

The "Concept for a Digital Tyrolean Road-Network – Basics, Data Model, Maintenance" provides the theoretical background for the reorganization and completion of the Road Network of the Austrian Province Tyrol towards a dataset that covers all vehicle-drivable roads of the province.

Besides an overview over current methods and strategies for the representation and organization of roads in Geographical Information Systems, the main topics of this study cover the following areas:

- A Methodology for the unique identification of redundantly coded road data
- Development of an object key and primary keys for different types of roads
- A set of basic attributes for the whole tyrolean road network
- A conceptual data model
- A concept for the workflow of data improvement / data capturing and data maintenance

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Ausgangssituation	4
2.1. Vorhandene Datenbestände	4
2.2. Datenorganisation	4
2.2.1. Übersichtsebene	5
2.2.2. Kartenebene	5
2.2.3. Planebene	6
3. Anforderungsanalyse	7
3.1. Struktur	7
3.2. Grundlagen	7
3.3. Datenmodell	7
3.4. Codierung	8
3.5. Qualitätskriterien	8
3.6. Sonstiges	8
4. Grundlagen	9
4.1. konzeptionelles Raummodell	9
4.2. Bezugssysteme für den Straßenraum	10
4.2.1. Abschnittsbezogene Ordnungssysteme	10
4.2.2. Stationsbezogene Ordnungssysteme	11
5. Analyse <i>tiris</i>-Straßen- und Wegedaten	22
5.1. Geographische Daten	22
5.1.1. Forstwege	22
5.1.2. Straßen- und Wegenetz <i>tiris</i> -Raumordnung	31
5.1.3. Straßen- und Wegenetz <i>tiris</i> -Station Baudirektion	31
5.2. Sachdaten	32
5.2.1. Straßendatenbank Tirol	32
5.2.2. Wegdatenbank <i>tiris</i> -Wald	34
5.3. Aufbau einer integrierten Straßen- und Wegedatenbank	35
5.3.1. Bezugssystem	35
5.3.2. Sachdaten	36
6. Objektcode	37
7. Basisattribute	42
8. Zuständigkeiten	47
9. Primärschlüssel	50
9.1. Bundes- und Landesstraßen	51
9.2. Forstwege	51
9.2.1. bestehende Forstwege	51
9.2.2. Neu erfasste Forstwege	53
9.3. Gemeindestraßen	55
9.3.1. Statistik-Austria (ST.AT) Straßennummern:	55
9.3.2. Straßentypen nach RVS 5.011	57
9.3.3. Nummerierungsvarianten für Gemeindestraßen	58

9.4.	Güterwege	59
9.5.	Almwege	61
10.	<u>Straßen- und Wegedatenbanken</u>	<u>63</u>
10.1.	konzeptionelle Grundlagen	63
10.1.1.	Bezugssystem	63
10.1.2.	Datenmodell	64
10.1.3.	Datenerfassung und –Wartung	65
10.1.4.	Standards	66
10.2.	inhaltliche Grundlagen	70
11.	<u>Konzeptionelles Datenmodell.....</u>	<u>71</u>
	<u>Datenerfassung</u>	<u>75</u>
12.1.	Integration vorhandener Daten	75
12.1.1.	Bundes- und Landesstraßen	76
12.1.2.	<i>tiris</i> -Straßen- und Wegenetz	76
12.1.3.	Forstwege	76
12.1.4.	Datenzusammenführung	76
12.2.	Erfassung fehlender Daten	79
12.2.1.	Vorgangsweise	79
12.3.	Festlegung der Laufrichtung	80
12.4.	Datenqualität	82
12.4.	Ableitung von Straßenachsen aus Kataster- bzw. Lage/Höhenplänen	86
13.	<u>Navigierbare Netzwerke</u>	<u>88</u>
14.	<u>Datenwartung</u>	<u>91</u>
14.1.	Straßengraph	91
14.2.	Sachdaten	91
15.	<u>Literatur</u>	<u>94</u>
16.	<u>Anhang</u>	<u>97</u>
16.1.	Scripts	97

Abbildungen

Abb 2: Straßen-und Wegedaten tiris-Kartenebene	6
Abb 3: Abbildung des Verkehrsnetzes im Vektormodell (Zigel 1997)	9
Abb 4: Abschnittsbezogenes Ordnungssystem.....	11
Abb 5: Verortung via Bezugspunkt und Distanzwert im Straßenraum (Zigel 1997, S54) ...	12
Abb 6: Absolute Positionierung (Kollarits 1999, S207).....	13
Abb 7: Absolute Stationierung (Kollarits 1999, S207).....	13
Abb 8: Fehlkilometrierung durch Trassenverkürzung (nach Zigel 1997, S60).....	14
Abb 9: Doppelkilometrierung durch Trassenverlängerung (nach Zigel 1997 S59)	14
Abb 10: Relative Stationierung (Fixpunkt), (Kollarits, 1999, S208)	15
Abb 11: Relative Stationierung (Markanter Punkt) (Kollarits 1999, S209)	16
Abb 12: Straßennetzwerk als Grundlage für die Definition eines Routensystems	17
Abb 13: Definition von Routen auf der Basis vollständiger Abschnitte (Kanten).....	18
Abb 14: Definition einer Route auf der Basis einer Bemaßung	18
Abb 15: Definition von Ereignissen entlang einer Route	19
Abb 16: Abschnittsbezogenes Bezugssystem (A) und Lineare Referenzierung (B).....	20
Abb 17: Erschließung einer Talseite mit 5 Weganlagen	22
Abb 18: Weganlagen 63 und 64 – räumlicher Zusammenhang	23
Abb 19: Weganlage 24 - Teilstückgliederung.....	25
Abb 20: Weganlage 64 - Teilstückgliederung.....	27
Abb 22: Weganlage 113 – Teilstückgliederung	29
Abb 23: Über 2 Gemeinden (717 und 712) reichende Weganlage	29
Abb 24: Teilstücke und daraus abgeleitete Teilstück-Routen (Weganlage 24).....	30
Abb 25: Abbildungsmöglichkeiten in der Straßendatenbank Tirol (Stand Feb. 2001).....	32
Abb 26: Forstwegenetz nach gesetzlicher Grundlage; Quelle: tiris-Geografische Dienste; Passwort-geschützter Bereich, Forstwege-Applikation	48
Abb 27 (Inhalt, Quelle: wie Abb 26) Abb. 28 (Inhalt, Quelle: wie Abb 26).....	48
Abb 30: Elemente eines Datenmodells für Verwaltungsnetze und Betriebsnetze (Kollarits 1999 S7).....	65
Abb 31: Überblick GDF-Datenmodell (ISO/DIS 14825, 2004)	67
Abb 32: Kreisverkehr GDF-Level 1, GDF Level 2 (Quelle: GDF-Standard).....	68
Abb 33: Konzeptionelles Datenmodell zur Abbildung der Straßen und Wege Tirols	74
Abb 34: Ablauf der Strukturierung des Straßen- und Wegenetzes	81
Abb 35: Fehlende Konnektivität durch nicht vorhandene Attributierungen	82
Abb 36: Automatische Erstellung von 2 gleichnamigen Routen in ArcInfo, bei diskontinuierlicher Nummerierung	83
Abb 37: Inkonsistenzen bei der Routenbildung in ArcView, bedingt durch Lücken in der Attributierung	84
Abb 38: Knotenfehler im Testdatensatz 'Wildschönau'	85
Abb 39: 'schwebende' Wege	85
Abb 40: Aus Verkehrsflächen mit Hilfe von Thiessen-Polygonen abgeleitete Straßenachse	86
Abb 41: Automatisch abgeleitete Straßenachsen auf Basis Lage / Höhenplan– Bereiche brauchbarer Polygonstrukturen	87

Abb 42: Automatisch abgeleitete Straßenachsen auf Basis Lage / Höhenplan– Bereiche unbrauchbarer Polygonstrukturen ('auslaufende Polygone').....	87
Abb 43: Abbiegemöglichkeiten in einem Netzwerkknoten (ESRI 2004a, Network elements) 88	
Abb 44: Abbiegetabellen für einige alltägliche Netzwerksituationen (ESRI 2004a, The Turntable)	89
Abb 45: Abbildung von Über- bzw. Unterführungen in ArcInfo (ESRI 2004a, Modelling overpasses and underpasses)	90
Abb 46: Beispiel für die Wartung Routenbasierter Ereignisse (Events) in ArcMAP: Bestehende Routen werden mit einer Bemaßung visualisiert. Durch entsprechende Einträge in der Tabelle < Attributes of EVENTS > können auf diesen Routen Ereignisse abgebildet werden.	92

Tabellen

Tab. 1: Weganlagen 63 und 64 – Rechtsgrundlage, Bezeichnung	23
Tab. 2: Unterschiedliche Rechtsgrundlagen pro Weganlage – Übersicht	23
Tab. 3 Weganlagen mit drei unterschiedlichen Rechtsgrundlagen (Auszug LFD- Wegedatenbank)	24
Tab. 4: Anzahl von Teilstücken pro Weganlage in der Wegdatenbank.....	25
Tab. 5: Weganlage 24 – Teilstückgliederung: differenzierende Merkmale	26
Tab. 6: Weganlage 64 – Teilstückgliederung: differenzierende Merkmale	27
Tab. 7: Weganlagen 63 und 64 – verbindende Eigenschaften	28
Tab. 8: Übereinstimmungen zwischen den Attributlisten der einzelnen Fachabteilungen....	42
Tab. 9: Beispiel: Adresstabelle forstliche Wegedatenbank	44
Tab. 10: Mehrfachnutzungen von Wegen	49
Tab. 11: Attributtabelle forstliches Wegenetz (Auszug).....	52
Tab. 12: Datensatz der ST.AT Straßennummern – Auszug (ST.AT, 2005a)	55
Tab. 13: Gemeinde mit einem Nummernkreis	56
Tab. 14: Gemeinde mit mehreren Nummernkreisen	56
Tab. 15: Kategorien aller Straßen, die nicht Bundes- oder Landesstraßen sind, nach RVS 5.011 (1999)	57
Tab. 16: Nummerierungsvarianten Gemeindestraßen	58
Tab. 17: Codierungsvorschlag Güterwege (ATLR-Agrartechnik, 2000).....	59
Tab. 18: Übersetzungstabelle Objektcodes Agrartechnik >> tiris-Objektcodes	60
Tab. 19: Almwege – erforderliche Sachdaten (ATLR-Almwirtschaft, 2000)	61
Tab. 20: Almweg-Anlagen in der forstlichen Wegedatenbank	62
Tab. 21: Straßendaten in den drei tiris -Genauigkeitsebenen.....	77
Tab. 22: Forstwege-Teilstücke mit öffentlichem Verkehr	78
Tab. 23: Routen- und Sektionentabelle in ArcInfo (Auszug)	83

1. Einleitung

Funktionierende Straßen sind ein wichtiger Faktor unserer stark von der umfassenden Motorisierung der letzten Jahrzehnte geprägten wirtschaftlichen Entwicklung. Neben ihrer unmittelbaren Funktion als Transport- und Verkehrswege für Menschen und Güter sind gerade im alpinen Raum eine Reihe von weiteren Aspekten mit Straßen und Wegen verbunden:

- Die Erschließung entlegener Gebiete und ihre ganzjährig gefahrlose und einfache Erreichbarkeit ist ein wesentlicher Motor für Tourismus und Fremdenverkehr
- Straßen- und Wege sind unverzichtbar für eine zeitgemäße Landnutzung in Land- und Forstwirtschaft.
- Die Erschließung der Hofstellen durch geeignete Güterwege ist eine wesentliche Grundlage für die Existenzsicherung der alpinen Landwirtschaft.
- Im Katastrophenfall ist auf Straßen rasche Hilfe möglich ...

Neben diesen positiven Aspekten, bringt die zunehmende Verkehrserschließung und das damit zwangsläufig verbundene zunehmende Verkehrsaufkommen aber auch eine Reihe von negativen Aspekten mit sich:

- Überlastete Verkehrsverbindungen
- Staus
- Unfälle
- Lärm- und Schadstoffbelastungen
- Gesundheitsschäden
- Umweltschäden

Zur umweltgerechten Sicherung der Mobilität von Personen und Gütern werden in zunehmendem Maß Informationssysteme herangezogen, um die zur Verfügung stehenden Mittel optimal einzusetzen. Für die öffentliche Verwaltung bringt das die Erfordernis mit sich, sich von einer Daten sammelnden und archivierenden Institution immer mehr in Richtung Planungs- und Dienstleistungsbetrieb zu entwickeln. Voraussetzung dafür sind aktuelle, qualitativ hochwertige, problemgerecht aufbereitete Daten auf die rasch und einfach zugegriffen werden kann. (vgl. Zagel 1997, Spiegel 1997).

Für eine landesweit erstellte und aktuell gehaltene räumlich orientierte Straßendatenbank zeichnen sich Nutzungsmöglichkeiten für Zwecke der Bürgerinformation (Erreichbarkeit, Fahrtverlauf, Fahrbeschränkungen), für Zwecke des Rettungswesens und Katastrophenschutzes sowie für die verwaltungsinterne Verwendung als Dokumentations- und Planungsinstrument (Bauwesen und Instandhaltung, Erschließungsvorhaben, Förderwesen, Raumordnung etc.) ab.

Die aktuell beim Amt der Tiroler Landesregierung vorhandenen Straßendaten sind

strukturell, inhaltlich und qualitativ sehr heterogen und weisen, was die Flächendeckung betrifft, signifikante Lücken auf. Seit 2001 gibt es Bestrebungen zur Erstellung eines flächendeckenden Graphen aller Kfz-befahrbaren Straßen und Wege Tirols und 2004 wurde mit der Verbesserung der Lagequalität bestehender Straßen und Wege sowie der graphischen Schließung vorhandener Lücken begonnen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, diese Arbeiten konzeptiv zu unterstützen, einen Überblick über die bei der Erstellung eines digitalen Straßen- und Wegenetzes zu beachtenden Fragestellungen zu geben, und die Umsetzung konkreter Datenstrukturen und Anwendungen vorzubereiten. Das beinhaltet:

- Die Aufbereitung von Grundlageninformationen über Abbildungsmöglichkeiten von Straßen für nicht unmittelbar mit den technischen Aspekten der Materie befaßte Projektmitarbeiter und Entscheidungsträger.
- Eine Sammlung und Strukturierung der Anforderungen aller im Land Tirol mit der Verwaltung von Straßen und Wegen befassten Fachabteilungen.
- Die Analyse aller vorhandenen Daten und das Erarbeiten von Vorschlägen zur Integration dieser Daten in einen konsistenten Gesamtdatenbestand.
- Die Entwicklung eines Vorschlages zur Codierung der Straßen- und Wegedaten, insbesondere eines Objektschlüssels und der Struktur eines Primärschlüssels für die einzelnen Straßentypen.
- Die Festlegung von Basisattributen einer Klasse 'Straße_Weg' im Einvernehmen mit den Fachabteilungen.
- Die Erstellung eines konzeptionellen Datenmodells.
- Die Darstellung des Arbeitsablaufes zur Datenverbesserung / Erstdatenerfassung / Datenwartung (Graph und Attribute)

Abbildung 1 zeigt im rot umrandeten Bereich die Positionierung der vorliegenden Arbeit im Kontext des gesamten Projektes.

Die **übergeordnete Zielsetzungen** des Gesamtprojektes lauten:

- Erstellung eines vollständiges Netzes aller Kfz-befahrbaren Straßen- und Wege Tirols
- Verbesserung der Lagegenauigkeit bestehender Daten.
- Erhaltung und Neuorganisation bestehender Sachdaten
- Logische Verknüpfung straßenbezogener Fachdatenbanken mit dem Straßengraphen.
- Verteilte Wartung von Graph und Sachdaten durch die zuständigen Fachabteilungen.
- Publikation und Wartung der Daten via WWW.

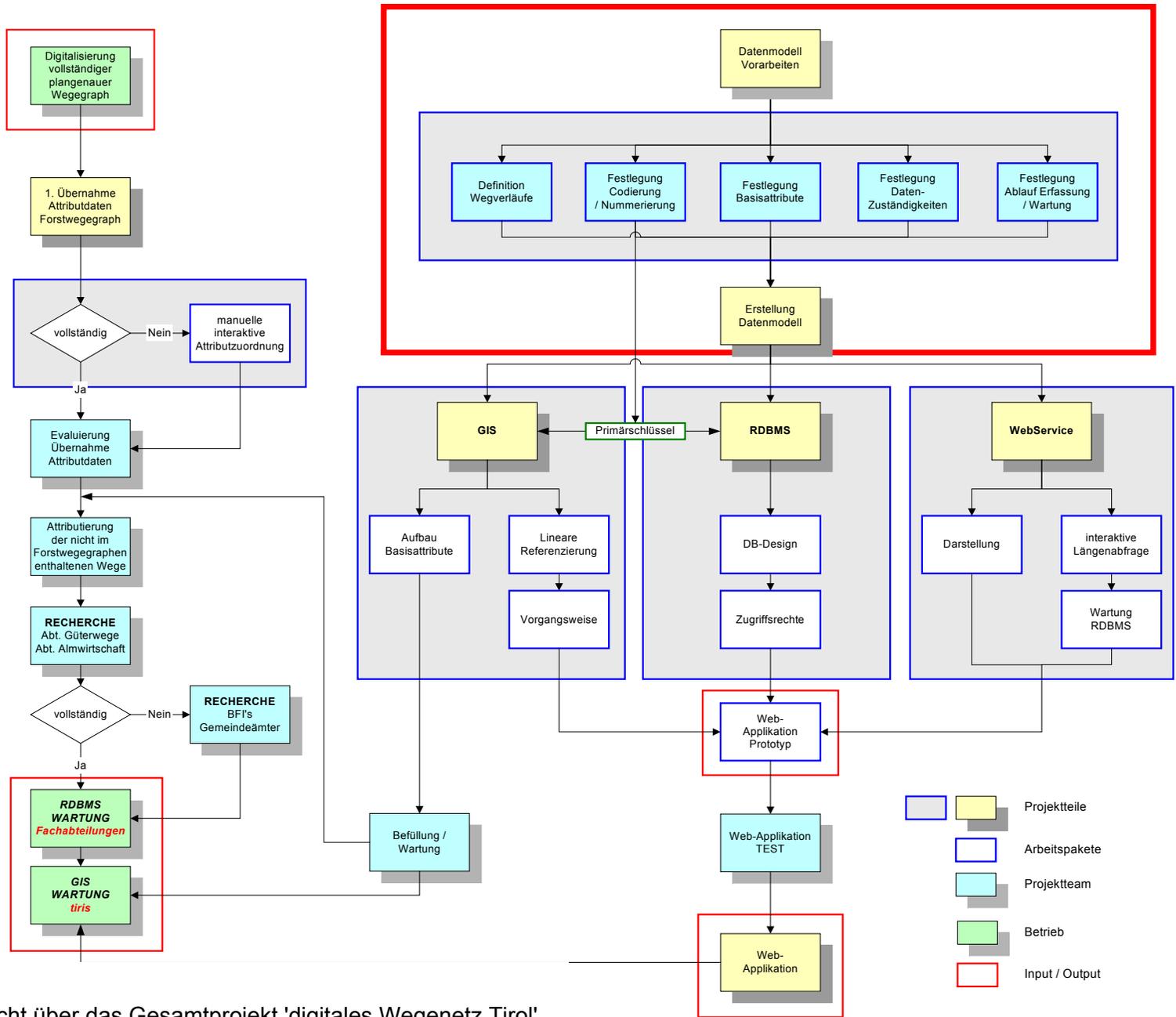


Abb 1: Übersicht über das Gesamtprojekt 'digitales Wegenetz Tirol'.
 Rot umrandeter Bereich: Umfang der vorliegenden Arbeit

2. Ausgangssituation

2.1. Vorhandene Datenbestände

Der GIS-Provider der Landes Tirol, das Tiroler Raumordnungs-Informationssystem **tiris** verfügt mit der "Wegdatenbank" (WegDB) der Landesforstdirektion, die alle der Erschließung des Waldes dienlichen Straßen und Wege, sowie alle offiziellen Tiroler Rad- und Mountainbikerouten erfaßt, und der "Straßendatenbank" (StraßenDB) der Baudirektion, die das hochrangige Straßennetz (Autobahnen, Schnellstraßen und Landesstraßen B und L) abbildet, über sehr weit gediehene, sektorale Bestandserhebungen des Tiroler Straßen- und Wegenetzes. Zu einem landesweit geschlossenen Straßen- und Wegenetz fehlen noch die zwischen Walderschließung und höherrangigem Straßennetz liegenden Gemeindestraßen und Güterwege und die über die Waldgrenze hinaus führenden Almwege.

Dabei geht es nicht nur darum, die physischen Lücken zu schließen. Wegdatenbank und Straßendatenbank unterscheiden sich sowohl inhaltlich als auch strukturell und qualitativ so stark voneinander, dass ein einheitlicher Standard für alle Straßen und Wege zu entwickeln ist, an den die vorhandenen Daten gegebenenfalls anzupassen sind.

Von der **Struktur** unterscheiden sich die beiden Datenbestände insofern, als daß sich die beschreibenden Attribute einerseits auf physische Abschnitte (WegDB), andererseits auf die fortlaufende Kilometrierung (StraßenDB) beziehen.

Qualitativ unterscheiden sie sich in ihrer Lagegenauigkeit. Die grafische Aussagekraft der Forstwege bewegt sich auf der kartographischen Ebene (M 1:50.000), das hochrangige Straßennetz der StraßenDB wird in drei Maßstabsebenen vorgehalten:

Auch die **Datenmodelle** der beschreibenden Informationen (Attribute) sind nicht homogen. Die StraßenDB ist weitaus komplexer, detaillierter und umfangreicher als die WegDB.

2.2. Datenorganisation

Die Datenorganisation des Tiroler Rauminformationssystems unterscheidet grundsätzlich zwischen den allen **tiris**-Stationen zugänglichen Basisdaten der **tiris**-Standardebene, die nur von ausdrücklich hierzu berechtigten Mitarbeitern bearbeitet und aktualisiert werden dürfen, und Projektdaten, die von den einzelnen **tiris**-Stationen (Zentrale, Baudirektion, Wald, Umweltschutz und Agrartechnik) bearbeitet werden und vor allem für die entsprechenden Fachabteilungen von vorrangigem Interesse sind.

Die Basisdaten der **tiris**-Standardebene sind entsprechend ihrer Herkunft und ihres hauptsächlichen Einsatzgebietes in 3 Genauigkeitsebenen organisiert:

1. Übersichtsebene M 1:200.000 und kleiner
2. Kartenebene M 1:20.000 bis 1:75.000
3. Planebene M 1:1.000 bis 1:10.000

In allen 3 Genauigkeitsebenen liegen Straßen- und Wegedaten vor.

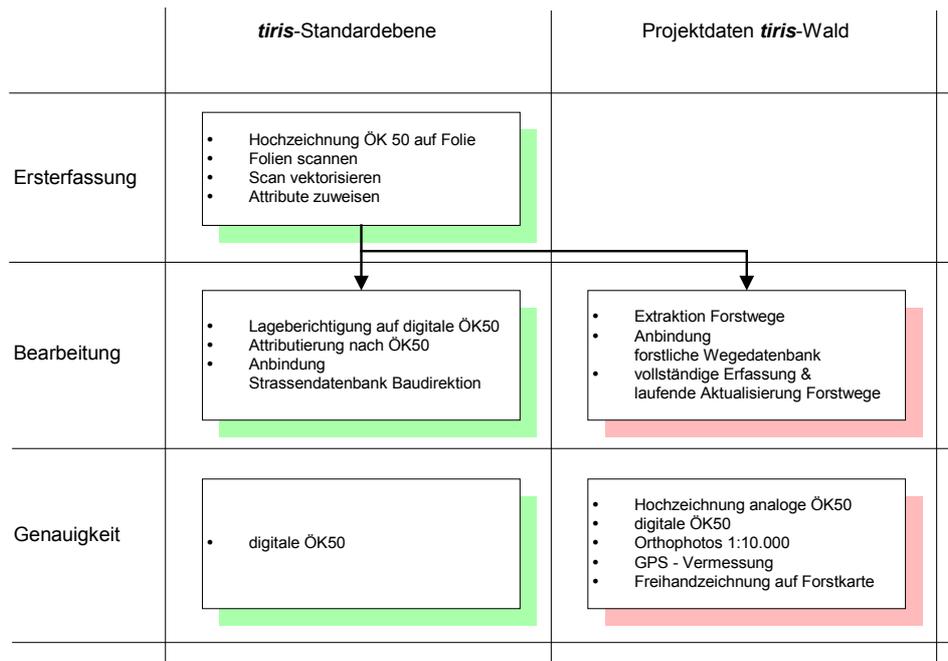
2.2.1. Übersichtsebene

Im Maßstabbereich 1:200.000 und kleiner wird in der **tiris**-Station Baudirektion das gesamte höherrangige Straßennetz vorgehalten, und dort für die Erstellung großräumiger, meist landesweiter Straßenkarten unterschiedlichen thematischen Inhaltes vor dem Hintergrund der digitalen ÖK 1:200.000 verwendet.

2.2.2. Kartenebene

Unter den Begriff Kartenebene fallen bei **tiris** Datenbestände mit einem Erfassungsmaßstab zwischen 1:20.000 und 1:75.000. Das Straßen- und Wegenetz auf Basis der Österreichischen topographischen Karte 1:50.000 (ÖK 50) ist also ein Datensatz der **tiris**-Kartenebene und steht als **tiris**-Basisdatenbestand allen **tiris**-Stationen zur Verfügung. Die Ersterfassung dieses Straßen- und Wegegraphen erfolgte durch teilautomatisiertes Vektorisieren des auf Folie hochgezeichneten und gescannten ÖK 50 – Wegenetzes. Nachdem 1995 die ÖK 50 in digitaler Form verfügbar wurde, erfolgte auf dieser Basis noch einmal eine Verbesserung der Lagegenauigkeit. Die Attributierung wurde auf der Grundlage der funktionalen Signaturen der ÖK 50 vorgenommen.

Etwa zeitgleich mit der Anhebung der Lagegenauigkeit des Straßen- und Wegegraphen auf das Niveau der digitalen ÖK 50 in der Station **tiris**-Raumordnung, begann man in der Station **tiris**-Wald mit der graphischen Erfassung des forstlichen Wegenetzes. Zu diesem Zweck wurde auf Projektebene eine Kopie des Straßen- und Wegegraphen aus der **tiris**-Standardebene angefertigt. Zur Verringerung der Datenmenge und aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden aus diesem Datensatz nur die unmittelbar der Erschließung des Waldes dienenden Straßen und Wege übernommen. Es entstand ein Graph, der in vielen Bereichen keinen unmittelbaren Anschluss an das höherrangige Straßennetz mehr hat, und der, da kein Abgleich mit dem inzwischen in seiner Genauigkeit verbesserten Original erfolgte, auch in vielen Bereichen lagemäßig nicht mehr mit dem Ausgangsdatenbestand übereinstimmt. Weiters wurde der Forstwege-Graph zusammen mit einer umfassenden Wegedatenbank auf MS-Access-Basis laufend um neu hinzugekommene, aktuelle Wegneubauten erweitert. Die Erfassung bestehender und neu gebauter Wege erfolgte entweder auf der Basis von Orthophotos im Maßstab 1:10.000, mittels GPS-Vermessung, auf der digitalen ÖK 50, oder, wenn keine GPS-Vermessungen und kartographischen Grundlagen zur Hand waren, durch digitalisieren von freihändig in Forstkarten eingetragene Wegverläufe. So entstand ein Datenbestand mit sehr heterogener Lagequalität, der aber durch sehr detaillierte und umfangreiche Informationen in der assoziierten Wegedatenbank für die zuständige Fachabteilung einen hohen Gebrauchswert hat (siehe Abb 2).

Abb 2: Straßen-und Wegedaten *tiris*-Kartenebene

2.2.3. Planebene

Als Grundlage für die Erstellung eines plangenaue Graphen des hochrangigen Tiroler Straßennetzes (Bundes- und Landesstraßen) wurden von der *tiris*-Station Baudirektion Straßendaten des digitalen Landschaftsmodelles (DLM) 'Verkehr' vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen angekauft. Die DLM-Daten basieren auf einer Kombination von digitaler photogrammetrischer Auswertung von Luftbildern (Maßstab: ca. 1:15 000 oder ca.1:30 000) und manueller Digitalisierung von Orthophotos 1:10.000 und enthalten die Achsen der Verkehrswege und Attribute wie z.B. Name, Kurzbezeichnung, Brücke, Tunnel. Das DLM ist grundsätzlich maßstabsfrei, die geometrische Genauigkeit der Informationen ist aber abhängig von der Genauigkeit der Erfassungsgrundlage und -methode. Die Standardabweichung beträgt derzeit $\pm 3\text{m}$ (BEV-Verkehr, 2005).

In Teilbereichen war eine Lageanpassung an das digitale Orthophoto 1:5.000 erforderlich. Vor allem im Bereich der Auffahrtsrampen, Zubringer und Parkplätze mußten Ergänzungen vorgenommen werden.

3. Anforderungsanalyse

In mehreren Workshops und vielen Einzelgesprächen wurden die Anforderungen der mit der Verwaltung von Wegen im Land Tirol befassten Fachabteilungen an ein digitales Wegenetz für ganz Tirol erhoben. Das vorliegende Kapitel liefert eine strukturierte Auflistung dieser Anforderungen. Mehrfachnennungen wurden zusammengefaßt und die einzelnen Punkte auf den wesentlichen Inhalt reduziert.

3.1. Struktur

- Unmittelbar an den Graphen gebundene Stammdaten die allen Nutzern zugänglich sind
- Zusätzliche, mit dem Graphen assoziierte Attribute in Datenbanken, die von den jeweils zuständigen Fachteilungen gepflegt werden
- Wartung der Fachinformationen mittels Web-Technologie, wobei auf ein möglichst einfaches Datenmodell Wert zu legen ist

3.2. Grundlagen

- Klärung von Methoden und Begriffen
- Feststellen internationaler und nationaler Richtlinien / Normen / Standards

3.3. Datenmodell

- Verteilte fachliche Zuständigkeiten für den Wegegraphen
- Das Datenmodell sollte über Straßen und Wege hinaus auch für die Abbildung anderer Transportwege / -mittel offen sein (z.B. Wanderwege, Seilwege)
- Für den Gesamtdatensatz soll die eindeutige Identifikation jedes Teilstückes nach **tiris**-Zuständigkeit und Bezeichnung (Bundes-, Landes-, Gemeinde-, Forststraße ...) möglich sein.
- Für den gesamten Datensatz gültige, gemeinsame Kernattribute
- Abbildung von Einrichtungen im Straßenraum:
Schraken, Verkehrszeichen: Kilometertafeln, Ortstafeln
- Abbildung von Kunstbauwerken:
Brücken, Tunnels, Galerien, Rohrdurchlässe, Weideroste
sonstige Bauwerke mit unmittelbarem Straßenbezug
- Attribute: Tragkraft von Brücken, Durchfahrtshöhen, ...
- Abbildung von Wartungszuständigkeiten (Straßenmeistereien, Wegerhalter) und Zuständigkeitsbereiche der Exekutive
- Abbildungsmöglichkeit für verschiedene Bezugssysteme zur eindeutigen Verortung von Ereignissen im Straßenraum
- Abbildungsmöglichkeit für den rechtlichen Status von Straßen und Wegen

- Verknüpfungsmöglichkeit zwischen Wegegraph und Bescheid
- Abbildungsmöglichkeit für aus mehreren Einzelwegen bestehende 'Weganlagen'
- Anbindung bestehender Fachdatenbanken / Sachdaten
- Analysemöglichkeiten zur Ermittlung der von einer Weganlage aufgeschlossenen Hofstellen
- Abbildungsmöglichkeit für Abbiegerelationen bei Knoten / Kreuzungen
- Definition von Domains für die Inhalte ausgewählter Felder

3.4. Codierung

- Übernahme von bzw. Bezugsmöglichkeit auf bestehende Nomenklaturen / Codierungssysteme
- Gesetzlich festgelegte Bezeichnungen für Autobahnen, Schnellstraßen, Landesstraßen B & L
- Almwege:
Die Almen selbst sind durch eigene, 7-stellige Betriebsnummern eindeutig definiert, die immer mit 9 beginnt und die auch bei der Wegbezeichnung eine Rolle spielen sollten
- Verwendung des Bundesgemeindeschlüssels, da das die Datenweitergabe / gemeinsame Datenverwendung mit anderen Institutionen – z.B. Bund im Förderungsbereich - erleichtert.
- Straßencode der Statistik Austria

3.5. Qualitätskriterien

- Verpflichtung zu Konnektivität:
Alle Straßen und Wege müssen immer exakt an das jeweils vorgelagerte gleichrangige oder höherrangige Straßennetz anschließen.
- Lagegenauigkeit:
Bestehende, sowie neu zu erfassende Straßen und Wege sind in ihrer geographischen Lage an das zum Zeitpunkt der Bearbeitung aktuellste Orthophoto anzupassen.

3.6. Sonstiges

- Möglichkeit der Generierung spezifischer Visualisierungen auf der Basis ausgewählter Zustandsparameter
- Integration / Adaptierung bestehender geographischer Datenbestände
- Kompatibilität mit bestehenden Richtlinien / Normen / Standards

4. Grundlagen

Unter den Gesichtspunkten 'Räumliche Referenzierung im realen Straßenraum' und 'Abbildung von Informationen mit Straßenbezug in geografischen Informationssystemen' soll dieses Kapitel einen Überblick über die Abbildungsmöglichkeiten von Straßendaten liefern und stützt sich dabei im Wesentlichen auf Arbeiten von Zagal (1997) und Kollarits (1999), die diese Thematik sehr anschaulich beschreiben.

" Datenmodelle bilden bestimmte realweltliche Sachverhalte in Modellen ab. Sie dienen einem bestimmten Zweck und sind eine dahingehend zielgerichtete Vereinfachung der Realität. Ausgehend von verschiedenen Zielsetzungen kann es daher mehrere unterschiedliche Datenmodelle der selben Realität geben " (Strobl, 2001).

" Es gibt kein Allzweckmodell, sondern nur Modelle für gewisse Zielsetzungen, die aber niemals allen Anforderungen der räumlichen Informationsverarbeitung gerecht werden können " (Zagal 1997).

4.1. konzeptionelles Raummodell

Die Zielsetzungen einer räumlich orientierten Tiroler Straßendatenbank gehen in Richtung

- Bürgerinformation hinsichtlich Erreichbarkeit, Fahrtverlauf, Fahrbeschränkungen,
- gemeinnützige Zwecke des Rettungs- und Katastrophenwesens sowie
- verwaltungsinterne Verwendung als Dokumentations- und Planungsinstrument für Bauwesen und Instandhaltung, Erschließungsvorhaben, Förderwesen, Raumordnung etc.

Es geht also vorwiegend um die Abbildung von Netzwerken mit konkretem Lagebezug, die Navigation in diesen Netzwerken, themenbezogene kartographische Darstellungen, die Anbindung von Fachdatenbanken und die Möglichkeit netzwerkbezogener, räumlicher Analysen. Für diese Zwecke ist die Abbildung des Straßennetzes in einem vektorbasierten Linienmodell an. Das ist im wesentlichen der auf Mittellinien und Kreuzungspunkte reduzierte reale Straßenraum.



Abb 3: Abbildung des Verkehrsnetzes im Vektormodell (Zagal 1997)

Aus der Sicht der räumlichen Datenverarbeitung ist die mit dem Vektormodell mögliche Abbildung eines Verkehrsnetzes in Form von einfachen, zentrierten Linien mit einigen Vorteilen verbunden (vgl. Zagel 1997):

- Die Repräsentation von Verkehrswegen durch Linien (meistens durch die Mittelachse) erleichtert die Erfassung der Geometriedaten (z.B. beim Digitalisieren)
- Für Netzwerkanalysen sind generalisierte Wegachsen viel leichter zu handhaben als z.B. eine als Doppellinie repräsentierte Straße
- Auf einer einzigen Verkehrsachse lassen sich Attribute (Sachdaten) viel effizienter darstellen.

4.2. Bezugssysteme für den Straßenraum

Voraussetzung für die strukturierte Ablage und Verwaltung von Informationen über Straßen in Datenbanken und geografischen Informationssystemen ist die eindeutige Verortung von Objekten und Ereignissen im Straßenraum. Eine dem Vektormodell folgende Abbildung des Straßenraumes basiert auf Punkten und Linien im Raum und setzt deshalb ein definiertes Bezugssystem voraus, das sich aus zwei grundlegenden Komponenten zusammensetzt (vgl. Zagel 1997, S52).

- **geometrisches Bezugssystem**
= eindeutig definiertes Koordinatensystem das den ein- bzw. zweidimensionalen Raum des Verkehrsnetzes beschreibt, und damit die Grundlage für die Georeferenzierung in einem GIS darstellt.
- **logisches Bezugssystem**
= Ordnungssystem zur strukturierten Abbildung von Sachverhalten in Datenbanken, das i.d.R. auf in der Realität bestehende Bezugssysteme (z.B. Abschnitte, Straßenkilometrierung) aufgebaut ist.

4.2.1. Abschnittsbezogene Ordnungssysteme

Bei abschnittsbezogenen Ordnungssystemen werden im Verkehrsnetz zwischen Knoten (Kreuzungen) oder Pseudoknoten (Unterteilungen kreuzungsfreier Straßenzüge) Abschnitte definiert, die als kleinste räumlich ansprechbare Einheiten Träger der jeweiligen Information sind. Abschnittsbezogene Ordnungssysteme kommen vielfach in einfacheren Straßendatenbanken, aber auch in der Verkehrsplanung zum Einsatz. Im BM für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) werden z.B. auf der Grundlage eines Abschnittsverzeichnisses verschiedenste Verkehrsdaten, wie Angebot- und Nachfragedaten, Verkehrszählungen, etc. geführt (vgl. Zagel 1997, S53).

Die den jeweiligen graphischen Abschnitten zugeordnete Sachinformation ist mit diesen unmittelbar verbunden. Ändert sich ein Abschnitt in seiner Länge, oder soll ein über mehrere Abschnitte verlaufendes zusätzliches Ereignis eingefügt werden, muss der Graph

dementsprechend geändert werden. Erfordert die Aktualisierung oder Eingabe von Sachdaten auch die Festlegung oder Änderung einer Positionierung entlang des Straßenverlaufs, sind sowohl in den Sachdaten als auch am Straßengraphen Editiervorgänge erforderlich.

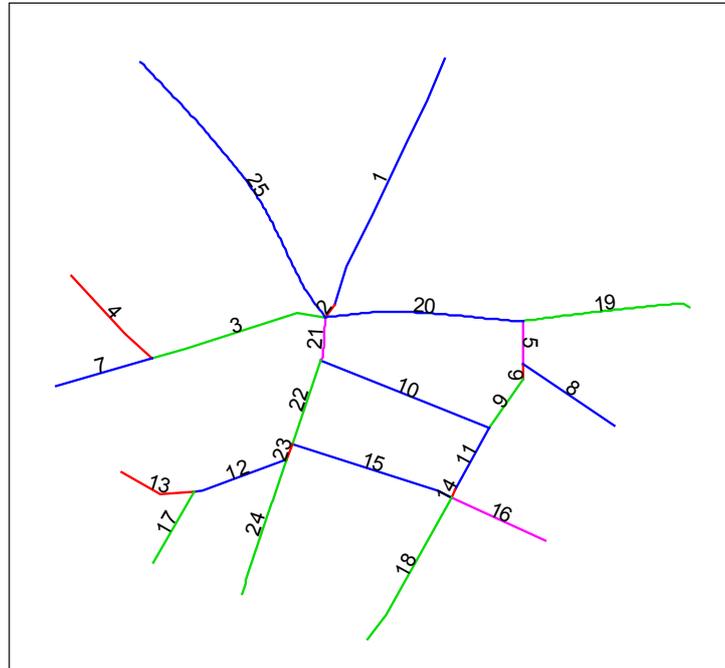


Abb 4: Abschnittsbezogenes Ordnungssystem

4.2.2. Stationsbezogene Ordnungssysteme

In Stationsbezogenen Ordnungssystemen werden linien- und punktförmige Ereignisse in ihrer Entfernung (L) zu im Straßenraum eindeutig definierten Bezugspunkten (BP) entlang der Straßenachse verortet.

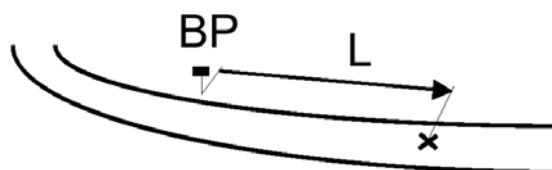


Abb 5: Verortung via Bezugspunkt und Distanzwert im Straßenraum (Zagal 1997, S54)

Ein einheitliches Bezugssystem für Straßen definiert z.B. die von der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie ausgearbeitete RVS 5.011. Dieses System bietet die Möglichkeit, jegliche Rechtsvorschriften, Merkmale, Ereignisse usw. auf eindeutig identifizierbare Teile oder Punkte des Straßennetzes zu beziehen (vgl. RVS 5.011, 1999). Als Bezugspunkte werden vorwiegend Kilometertafeln eingesetzt, deren Positionierung (RVS 5.022, 1996a) und Ausgestaltung (RVS 5.021, 1996b) ebenfalls genau geregelt ist.

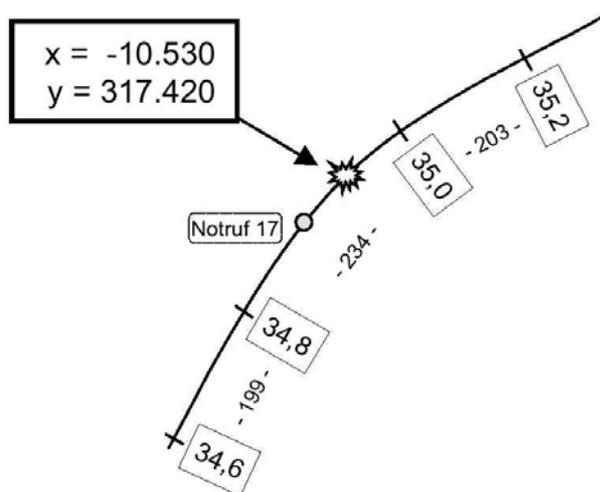
4.2.2.1. Bezugsmethoden

Im Rahmen eines stationsbezogenen Ordnungssystems stehen unterschiedliche Bezugsmethoden zur Auffindung einzelner definierter Orte im Straßenraum zur Verfügung. Dabei läßt sich grundsätzlich zwischen Methoden der räumlichen und linearen Referenzierung unterscheiden:

4.2.2.1.1. räumliche Referenzierung

Durch die vermehrte Anwendung relativ einfach zu handhabender Koordinaten-gebender Verfahren bei der Datenerfassung im Gelände (GPS), werden räumliche Bezugsmethoden, die mit Koordinatenangaben arbeiten, zunehmend interessant. Über Koordinaten erfaßte Ereignisse weisen aber, auch wenn sie räumlich nahe bei oder genau auf einer Straßenachse liegen noch keinen unmittelbaren Bezug zur Straßenachse auf.

- Absolute Positionierung (Landeskoordinatensystem)



Erfassung durch räumliche Vermessung an der Verkehrsachse;

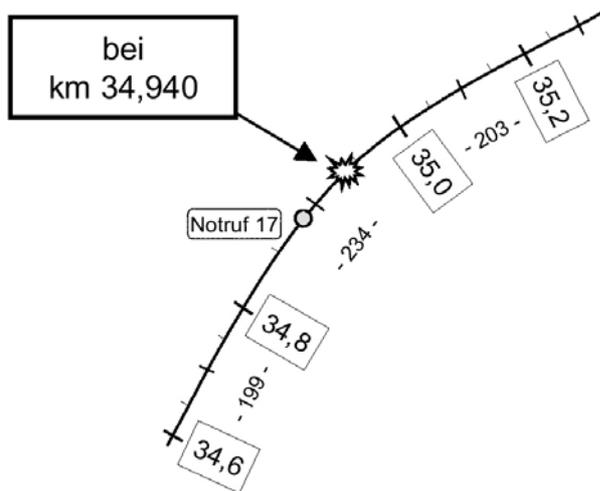
A2, x=-10.530, y=317.420 (z.B. mit GPS erfaßt)

Der zweidimensionale Meßwert (Koordinatenpaar) liegt an der Verkehrsachse und kann deshalb dem eindimensionalen Netzwerk zugeordnet werden. Um die exakte Position an der Achse (Längenmaß) zu erhalten muß der Punkt aber auf die Geometrie der Achse abgebildet werden (vgl. Kollarits 1999, S207).

Abb 6: Absolute Positionierung (Kollarits 1999, S207)

4.2.2.1.2. lineare Referenzierung

- Absolute Stationierung (Kilometrierung)



Verortung entlang der Verkehrsachse durch Angabe der absoluten Länge vom Straßenbeginn aus,.

A2, Richtung Graz, bei km 34,940

Grundlage der bestehenden Dokumentation verkehrsrelevanter Informationen in Österreich. Probleme ergeben sich im Zusammenhang mit Kilometerzeichen durch Fehl- und Doppelkilometrierungen. In der Realität entstehen durch Baumaßnahmen Unstetigkeitsstellen in der theoretisch kontinuierlich ansteigenden Kilometrierung (Kollarits 1999, S207).

Abb 7: Absolute Stationierung (Kollarits 1999, S207)

Ereignisse im Straßenraum werden bei der Methode der absoluten Stationierung über ihre Entfernung vom Beginn der Straße (Referenzpunkt) aus verortet. Diese Länge muß tatsächlich gemessen werden. Grundsätzlich sind für diese Bezugsmethode keine Kilometerzeichen notwendig. Sind aber Kilometerzeichen vorhanden, kann es bei Ausbaumaßnahmen zu 'Sprungstellen' in der Stationierung kommen. Die auf den Kilometerzeichen angegebene Länge stimmt dann nicht mehr mit der 'wahren', von Straßenbeginn aus gemessenen Länge überein. Es kommt zu Fehl- oder Doppelkilometern (vgl. Zagel 1997, S58).

• **Fehlkilometer**

... entstehen wenn eine Straße verkürzt wird:

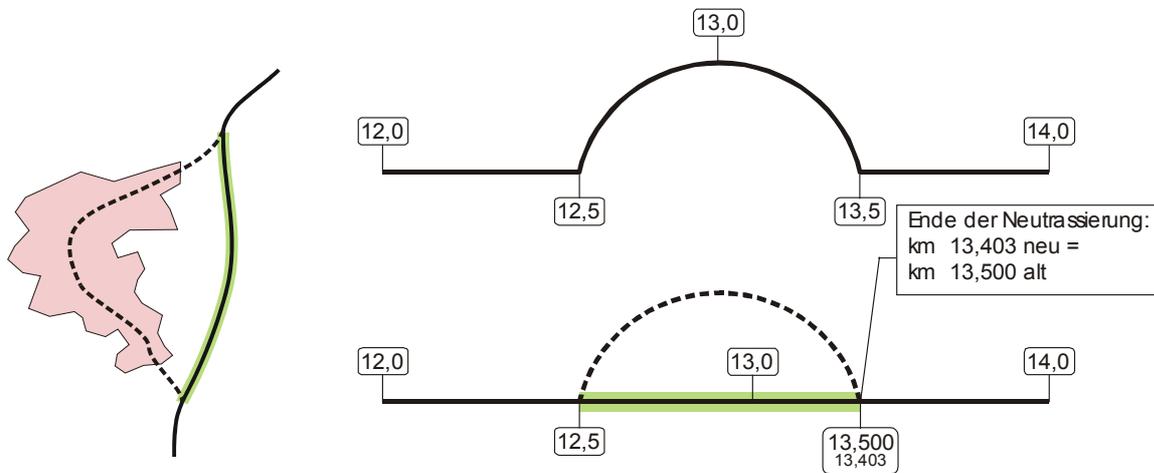


Abb 8: Fehlkilometrierung durch Trassenverkürzung (nach Zagel 1997, S60)

Eine kontinuierlich durchkilometrierte Trasse wird zwischen km 12,5 und km 13,5 neu trassiert. Durch eine Verkürzung um 97 m entsteht bei der Einmündung der neuen Trasse in die alte Trasse eine Sprungstelle in der Kilometrierung von km 13,403 auf km 13,5 (Abb 8).

• **Doppelkilometer**

... entstehen wenn eine Straße verlängert wird:

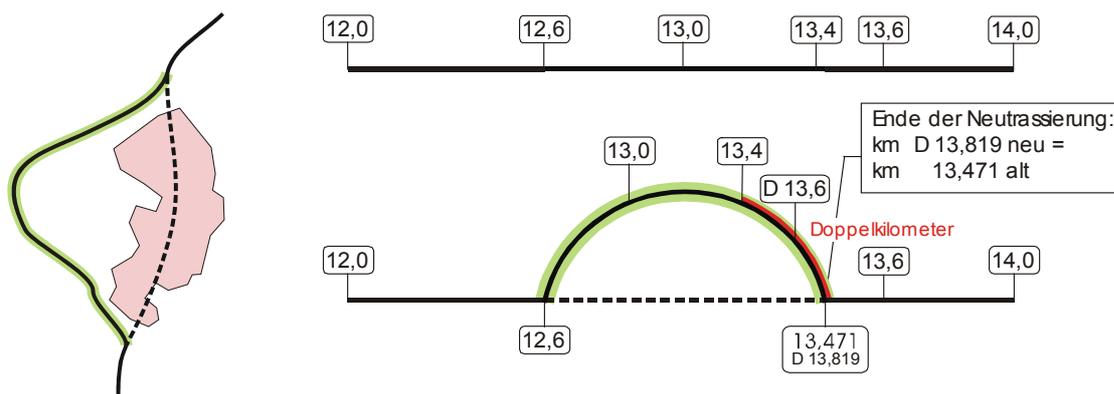


Abb 9: Doppelkilometrierung durch Trassenverlängerung (nach Zagel 1997 S59)

Durch eine Neutrassierung zwischen km 12,6 und km 13,471 kommt es zu einer Trassenverlängerung um 348 Meter (Abb 9) Auf der neuen Trasse werden zunächst bis km 13,4 Kilometertafeln gesetzt (letzte volle 100m vor km 13,471). Danach folgt der Doppelkilometerbereich. Zur Unterscheidung von den gleichlautenden nachfolgenden Kilometertafeln

der bestehenden Trasse werden in Österreich die Kilometertafeln der Doppelkilometerstrecke mit einem, der Kilometerangabe vorangestellten D gekennzeichnet (vgl. RVS 5.022, 1996b). Am Ende des Doppelkilometerbereiches gibt ein Kilometerzeichen dessen letzten Wert (D 13,819) sowie den Einmündungswert der bestehenden Trasse an. Danach setzt wieder die bestehende Kilometrierung (13,6) ein.

Kommt es in einem auf Kilometerzeichen basierenden Stationierungssystem zu Fehl- oder Doppelkilometern, wird aus dem System der absoluten Stationierung ein System der relativen Stationierung. Die Kilometerzeichen werden zu Bezugszeichen, deren Kilometerwert zwar nicht mehr ihrer tatsächlichen Entfernung vom Straßenanfang entspricht, aber das Zeichen nach wie vor eindeutig beschreibt (vgl. Zagel 1997, S60).

- Relative Stationierung (Fixpunkt)

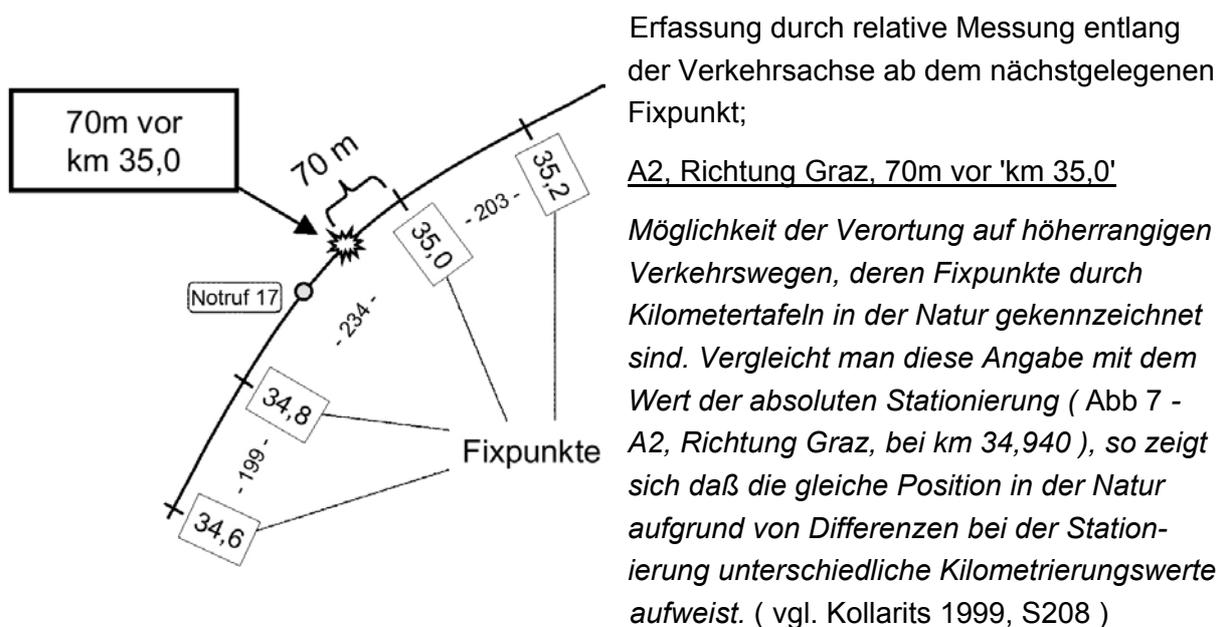
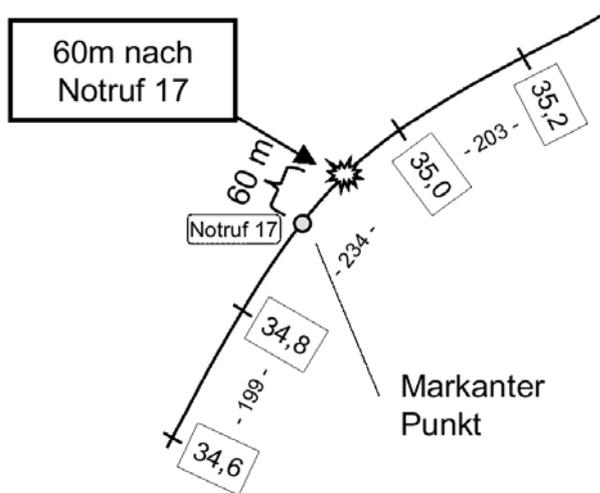


Abb 10: Relative Stationierung (Fixpunkt), (Kollarits, 1999, S208)

- St.Pölten, Bahnhofstraße, stadtauswärts, 20m nach Einmündung Hauptstraße

Im niederrangigen Straßennetz können derartige Fixpunkte die Knotenpunkte der Verkehrsachsen sein. Eine Überführung dieser Verortungen auf ein Kilometrierungssystem erfolgt in der Regel nicht. Die Dokumentation verkehrsrelevanter Informationen im innerstädtischen Bereich ist generell sehr heterogen. (vgl. Kollarits 1999, S208)

- (C) Relative Stationierung (Markanter Punkt)



Erfassung durch Angabe der relativen Entfernung entlang der Verkehrsachse zu einem in der Nähe befindlichen markanten Punkt;

- A2, Richtung Graz, 60m n. Notruf 17

Bezüge auf markante Punkte finden sich vor allem im Notfall- und Einsatzwesen. Notrufe beziehen sich meistens auf derart markante Punkte. Im übergeordneten Verkehrsnetz sind das vor allem Bauwerke aber auch Verkehrseinrichtungen, wie Verkehrs- und Hinweisschilder. (vgl. Kollarits 1999, S209)

Abb 11: Relative Stationierung (Markanter Punkt) (Kollarits 1999, S209)

- Mödling, Neusiedler Straße, vor Hausnummer 45

Im untergeordneten Verkehrsnetz, vor allem im verbauten Gebiet, wird sich die Erfassung anhand markanter Punkte vor allem auf die Orientierungsnummern der Gebäude beziehen. (Kollarits 1999, S209)

4.2.2.2. Lineare Referenzierung im GIS

Unter linearer Referenzierung (oft auch als 'dynamische Segmentierung' bezeichnet), in Geografischen Informationssystemen versteht man eine Methode zur flexiblen, relativ zu Knoten und Kanten erfolgenden Verortung von Ereignissen entlang von entsprechend vorbereiteten Linienzügen eines Netzwerkes auf der Basis eines linearen Vermaßungssystems (vgl. Zagel 1997, S36)

Vorraussetzung für die Anwendbarkeit der linearen Referenzierung sind eindeutig adressierbare, mit einem kontinuierlichen Maßsystem versehene, unverzweigte Linienzüge mit *einem* Anfang und *einem* Ende. Die Referenzierung zwischen Linien und Sachdaten, die nicht mehr unmittelbar an den Netzwerkgraphen gebunden sind, und auch unabhängig von den graphischen Daten ergänzt und geändert werden können, erfolgt über die eindeutige Kennung der Linienzüge (Straßen-Code oder Routen-ID) und entsprechende Positions- bzw. Längenangaben.

Einsatzmöglichkeiten der linearen Referenzierung (nach Zagel 1997, S37):

- Positionsangabe und – bestimmung in Netzwerken mittels Stationierungsangabe
- Handhabung von Daten mit indirektem Lagebezug (relative Positionierung)
- Flexible Zuordnung von Sachdaten entlang von Linienzügen
- Häufige Änderung von Gültigkeitsbereichen von Attributwerten entlang von Linien
- Häufiger Wechsel der Attribute entlang von Linienzügen

- **Routen**

Zur Abbildung linearer und punktförmiger Ereignisse entlang der Kanten eines Netzwerkes mittels linearer Referenzierung wurde das Konzept der Routen entwickelt (vgl. ESRI 2004). Routen sind komplexe Linienobjekte, die sich aus mehreren Kanten eines Netzwerksystems zusammensetzen. Sie werden lagemäßig nicht unmittelbar durch koordinative Informationen beschrieben, sondern setzen sich aus einer geordneten und benannten Liste von Kanten (Sektionen) zusammen. Routen müssen grundsätzlich eine Richtung (Orientierung) haben (vgl. Zagel 1997, S26).

Die Definition von Routen kann entweder durch zusammenfassen vollständiger Kanten eines Netzwerkes in einer Routentabelle (Abb 13) oder auf der Basis eines definierten Bemaßungssystems (Abb 14) erfolgen, welches auch die nur teilweise Einbeziehung von Kanten in eine Route ermöglicht.

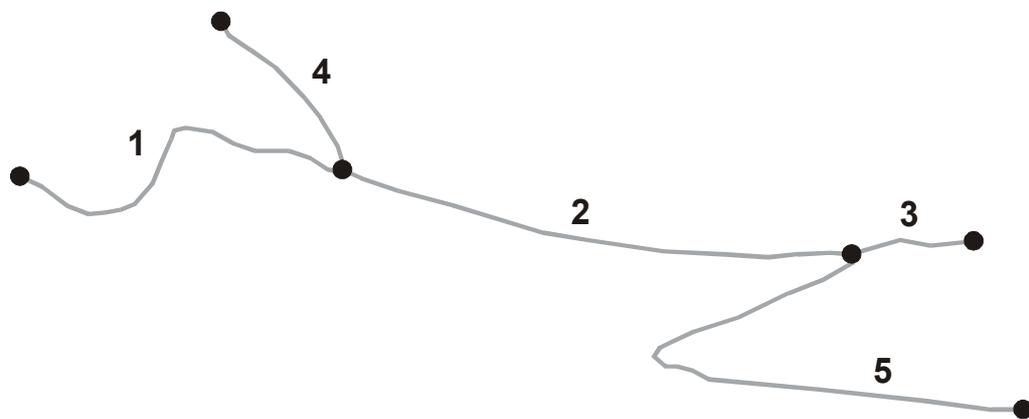


Abb 12: Straßennetzwerk als Grundlage für die Definition eines Routensystems

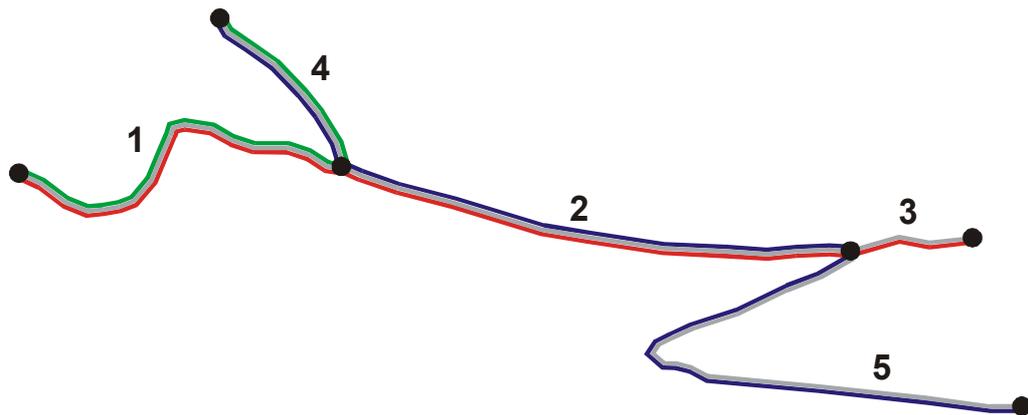
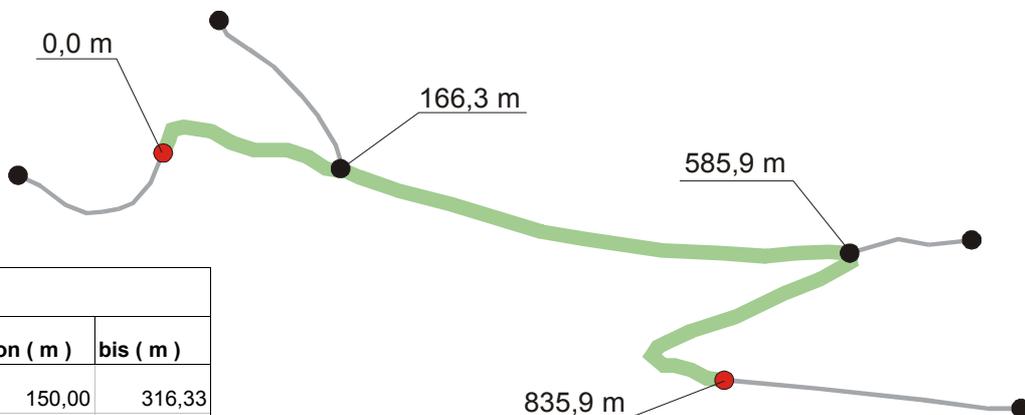


Abb 13: Definition von Routen auf der Basis vollständiger Abschnitte (Kanten)

Die Zusammenfassung vollständiger Kanten zu Routen (Abb 13) kann auch auf der Ebene der Attributtabelle eines Netzwerkgraphen bzw. mit Hilfe von externen, relational mit der Attributtabelle des Graphen verbundenen, Routentabellen ohne Anwendung von

ROUTE	Abschnitte
1	1,4
2	1,2,3

externen Referenzierung erfolgen. Auf diese Weise kann die Definition von Routen auf der Basis von externen Bezugssystemen erfolgen, welche die eindeutige Ansprache erlauben.



ROUTE		
Abschnitt	von (m)	bis (m)
1	150,00	316,33
2	0,00	419,59
5	0,00	250,00

Abb 14: Definition einer Route auf der Basis einer Bemaßung

Auf der Basis einer Bemaßung können auch Routen definiert werden, in die einzelne Kanten eines Netzwerkes nur teilweise einbezogen sind (Abb 14).

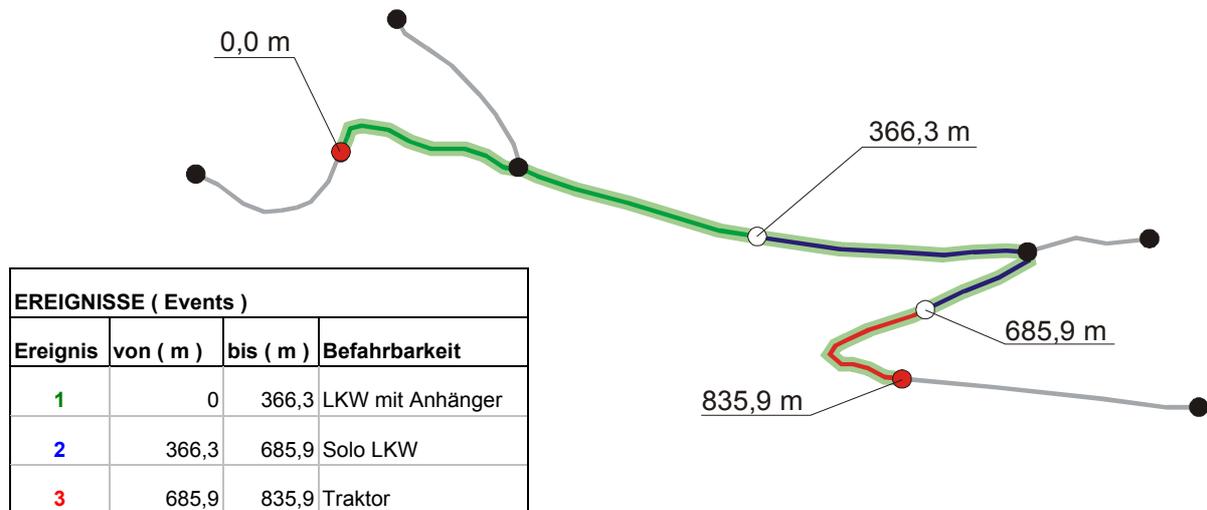


Abb 15: Definition von Ereignissen entlang einer Route

Entlang definierter Routen können Ereignisse (Events) abgebildet werden (Abb 15). Diese Ereignisse sind in ihren Positions- bzw. Längenangaben direkt auf die Route bezogen, der sie zugeordnet sind, und stehen nur mehr indirekt über die auf dem Straßengraphen definierte Route mit diesem in Verbindung.

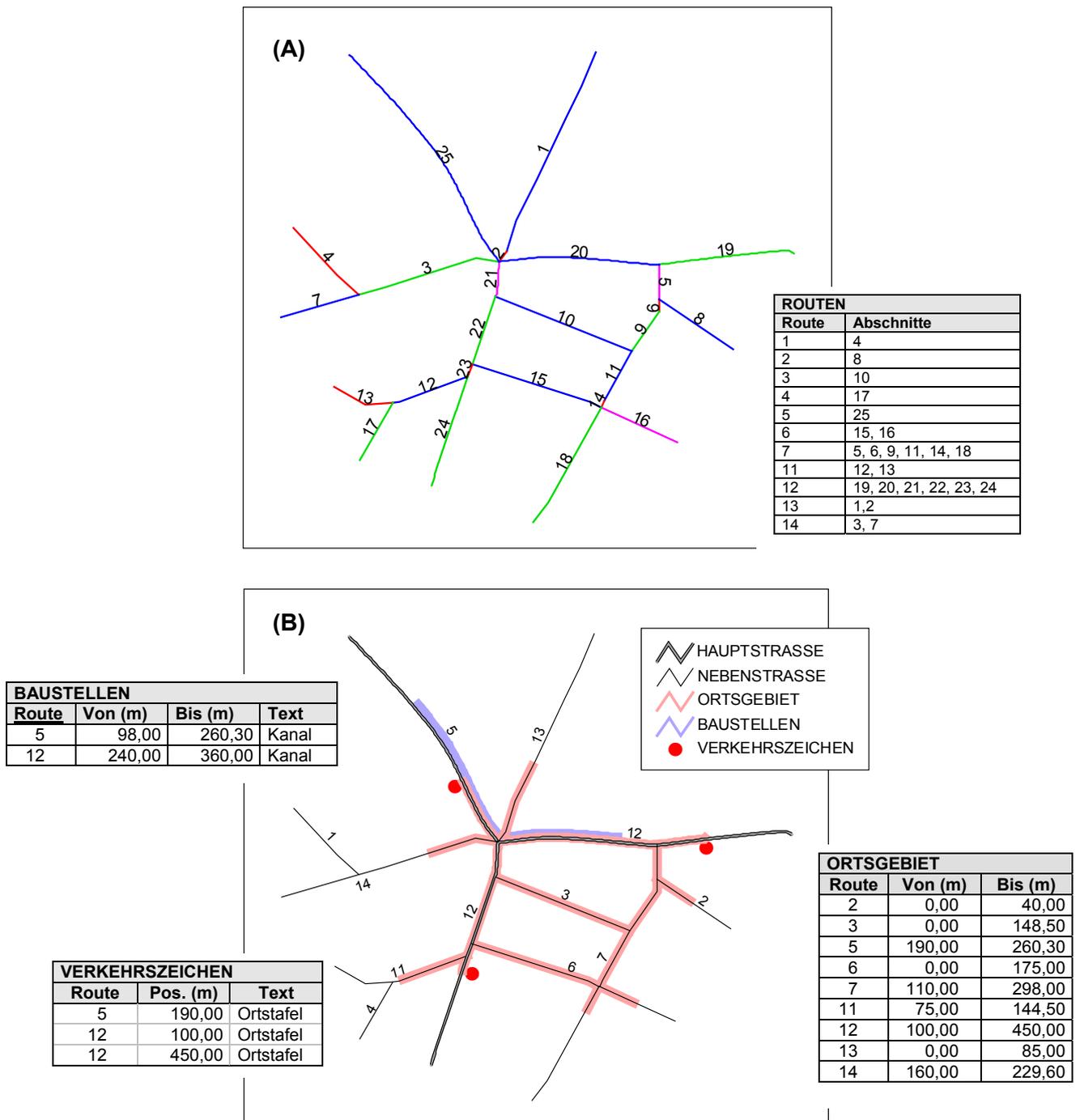


Abb 16: Abschnittsbezogenes Bezugssystem (A) und Lineare Referenzierung (B)

Abb 16 (B) zeigt, wie die Zuweisung unterschiedlicher linearer und punktueller Ereignisse zu einem Straßengraphen mit Hilfe der Linearen Referenzierung erfolgen kann. Grundlage ist ein mit einer Bemaßung versehenes Routensystem, das auf der Basis eines abschnittsbezogenen Bezugssystems definiert wurde(vgl. Abb 16(A) Tabelle ROUTEN).

Die beiden Bezugssysteme – abschnittsbezogenes System und Stationierungssystem – schließen einander also nicht grundsätzlich aus und können – über die Definition von Routen als Zwischenglied – theoretisch parallel zueinander auf einem Straßengraphen implementiert werden. Eine wesentliche Vorbedingung dafür ist allerdings die eindeutige Ansprechbarkeit (eindeutige Codierung, keine Verzweigungen) von Linien(zügen) auch im abschnittsbezogenen Basissystem.

Bei einer parallelen Implementierung beider Systeme ist jedenfalls zu bedenken, dass bei jeder die Änderung von Abschnitten auch die damit in Verbindung stehenden Routen- und Eventdefinition entsprechend nachgezogen werden muß.

Denkbar wäre, beim Aufbau eines Straßengraphen zunächst ein abschnittsbezogenes System zu wählen, welches die Zuweisung bestimmter grundlegender Sachdaten bereits unmittelbar im Zuge der Datenerfassung ermöglicht, und nach Abschluss der Ersterfassung auf ein System mit linearer Referenzierung umzusteigen.

5. Analyse *tiris*-Straßen- und Wegedaten

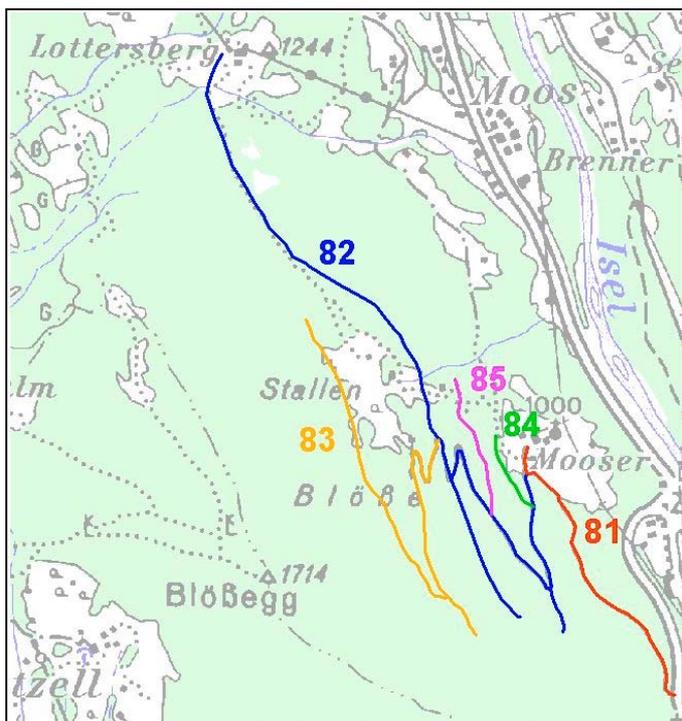
5.1. Geographische Daten

Aufgrund ihrer unterschiedlichen logischen Organisation sind nicht alle Datenbestände gleich gut zur Integration in einen gemeinsamen Tiroler Straßengraphen geeignet. Vor allem beim Forstwegenetz bedarf es einiger Adaptionen am Datenmodell, bevor es mit den restlichen Straßendaten zusammengeführt werden kann.

5.1.1. Forstwege

Grundsätzlich sind die Forstwege in einem abschnittsbezogenen System abgebildet. Alle wesentlichen Sachdaten sind unmittelbar in der Attributtabelle des Wegegraphen gespeichert. Logisch werden auf Gemeindeebene einzelne **Weganlagen** und innerhalb der Weganlagen einzelne **Teilstücke** unterschieden, die jedoch nicht immer eindeutig adressierbar sind.

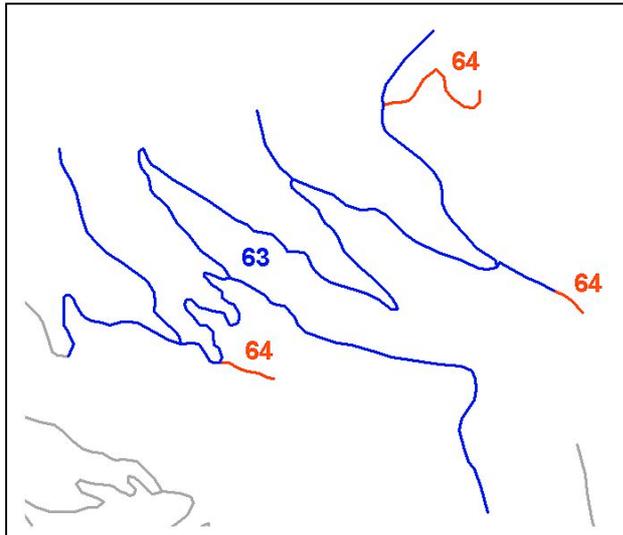
- **Weganlagen:**



Weganlagen definieren sich in der Regel aus dem Zweck ihrer Errichtung, wie z.B. Erschließung eines bestimmten Bereiches (Graben, Alm, Talseite, ...).

WEGANLAGE	BEZEICHNUNG
81	Hoferschließung Moser
82	Hofersch. Lottersberger
83	Waldersch. Stallen
84	Mooser Zubringer
85	Mooser Zubringer II

Abb 17: Erschließung einer Talseite mit 5 Weganlagen



Tab. 1:Weganlagen 63 und 64 –
Rechtsgrundlage, Bezeichnung

WEGANLAGE	RECHT	BEZEICHNUNG
63	Forstgesetz	Waldweg Mattersberg I
64	Forstgesetz	Mattersberger Wald II
64	Forstgesetz	Mattersberger Wald II
64	Forstgesetz	Mattersberger Wald II

Abb 18: Weganlagen 63 und 64 – räumlicher Zusammenhang

Weganlagen sind nicht zwingend zusammenhängende Graphen, sondern können auch aus mehreren, verstreut liegenden, unzusammenhängenden Linien bestehen. Neue, später hinzugekommene Wege, die logisch eigentlich einer bereits bestehenden Weganlage anzugliedern wären, wurden oft als eigene Weganlagen ausgewiesen (Kovacs 2001).

Überwiegend basieren Weganlagen auf einer einheitlichen rechtlichen Grundlage, es existieren aber auch Anlagen, die – incl. unbekannter gesetzlicher Grundlage – bis zu drei unterschiedliche rechtliche Kategorien in sich vereinen

Tab. 2: Unterschiedliche Rechtsgrundlagen pro Weganlage – Übersicht

Anzahl Rechtsgrundlagen	Anzahl Weganlagen	%
1	8976	96,91
2	278	3,00
3	8	0,09
	9262	100,00

Tab. 3 Wegenlagen mit drei unterschiedlichen Rechtsgrundlagen
(Auszug LFD-Wegedatenbank)

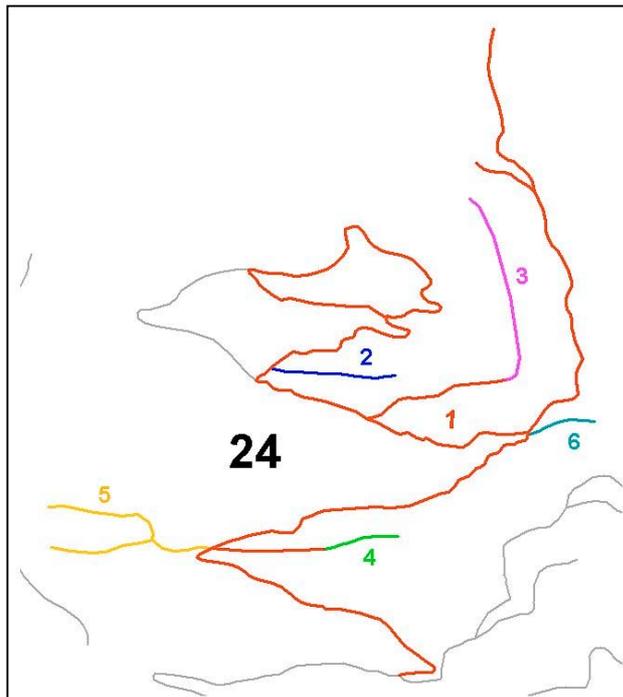
GEMEINDE-No.	WEGANLAGE	RECHTSGRUNDLAGE
406	72	Forstgesetz
406	72	gesetzl. Grundlage unbekannt
406	72	Güter- u. Seilwegegesetz
408	50	Forstgesetz
408	50	gesetzl. Grundlage unbekannt
408	50	Güter- u. Seilwegegesetz
510	11	gesetzl. Grundlage unbekannt
510	11	Güter- u. Seilwegegesetz
510	11	Tiroler Straßengesetz
511	21	gesetzl. Grundlage unbekannt
511	21	Güter- u. Seilwegegesetz
511	21	Tiroler Straßengesetz
702	18	Forstgesetz
702	18	gesetzl. Grundlage unbekannt
702	18	Güter- u. Seilwegegesetz
731	9	Forstgesetz
731	9	gesetzl. Grundlage unbekannt
731	9	Güter- u. Seilwegegesetz
732	1	gesetzl. Grundlage unbekannt
732	1	Güter- u. Seilwegegesetz
732	1	Tiroler Straßengesetz
932	22	Forstgesetz
932	22	gesetzl. Grundlage unbekannt
932	22	Güter- u. Seilwegegesetz

Im Zuge der bei der Einbindung der Forstwege in ein integriertes Tiroler Wegenetz erforderlichen Adaptierungen erscheint es sinnvoll, die Organisation der Wegenlagen dahingehend zu ändern, daß *eine* Wegenlage nur *eine* gesetzliche Grundlage haben kann. Dafür spricht auch der insgesamt gesehen geringe Anteil von nur 3.09 % aller Wegenlagen, bei denen eine derartige Änderung erforderlich wäre. Wegenlagen mit unbekannter gesetzlicher Grundlage können zunächst als eigene Wegenlagen ausgeschieden werden und nach allfälliger Klärung der Rechtsgrundlage, falls sinnvoll, einer unmittelbar anschließenden Anlage zugeordnet werden.

- **Teilstücke:**

Teilstücke sind die kleinsten, innerhalb des Forstwegenetzes logisch ansprechbaren Einheiten. Sie definieren sich auf der Basis gleicher gemeinsamer Eigenschaften und bestehen in vielen Fällen nicht aus einer einzigen Linie, oder einem Linienzug mit *einem* Anfang und *einem* Ende. Ein Teilstück kann Verzweigungen beinhalten und kann auch aus mehreren, räumlich miteinander nicht in Verbindung stehenden, einzelnen Linien bestehen. In der Folge wird diese Teilstückgliederung an einigen Beispielen dargestellt.

Weganlage 24:



Tab. 4: Anzahl von Teilstücken pro Weganlage in der Wegdatenbank

n_Teilstuecke	n_Weganlagen	%
1	8727	84,82
2	1370	13,32
3	135	1,31
4	34	0,33
5	11	0,11
6	8	0,08
7	2	0,02
8	2	0,02
	10289	100,00

Abb 19: Weganlage 24 - Teilstückgliederung

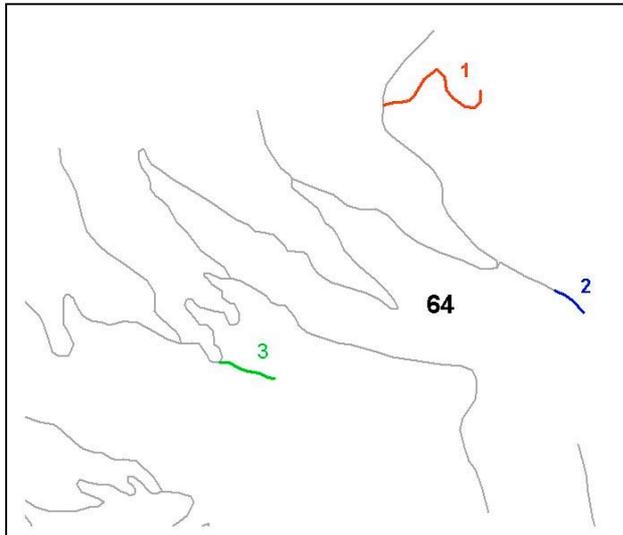
Die Weganlage 24 besteht aus einem dominierenden und mehrmals verzweigten Teilstück 1 (Abb 19). Mit insgesamt 6 Teilstücken ist sie für den Gesamtbestand der Forstwege-Daten nicht repräsentativ, da der Großteil (rund 85%) der 10.289 erfaßten Weganlagen aus nur einem einzigen Teilstück besteht (Tab. 4).

Bei der Konzeption von Datenmodellen ist es aber sinnvoll, vor allem auf die Abbildung jener Daten Rücksicht zu nehmen, die vom meist relativ einfach abzubildenden 'Normalfall' abweichen. Aus diesem Grund wurde die Weganlage 24 u.a. als Testdatensatz für eine möglichst weitgehend automatisierte Überführung der bestehenden Datenstruktur in eine Struktur, die eine eindeutige Adressierung von Linien und Linienzügen ermöglicht, herangezogen. Tab. 5 zeigt die differenzierenden Merkmale, in denen sich die 6 Teilstücke der Weganlage 24 voneinander unterscheiden.

Tab. 5: Weganlage 24 – Teilstückgliederung: differenzierende Merkmale

Weganlage	24	24	24	24	24	24
Teilstück	1	2	3	4	5	6
Zeitraum	1970 - 1979			1970 - 1979	1970 - 1979	1970 - 1979
Jahr		1991	1993			
Wegeigentümer	Waldbesitzergem.	AGM Zedlach	BG Lackenwald	pv. Waldbesitzer	pv. Waldbesitzer	Alois Wibmer
privat	x			x	x	x
Agrargem.	x	x				
Bringungsgen.			x			
Wegerhalter	Waldbesitzergem.	AGM Zedlach	BG Lackenwald	pv. Waldbesitzer	pv. Waldbesitzer	Alois Wibmer
privat	x			x	x	x
Agrargem.	x	x				
Bringungsgen.			x			
Projektnummer	821	2437	2754			
Codenummer	Wege über 1200m Seehöhe	Wege über 1200 m Seehöhe	Wege über 1200m Seehöhe			
max. Steigung	< 12%	< 12%	< 12%	< 12%	12 - 20%	< 12%
Fahrbahnbreite (dm)	30	30	30	22	22	25
Fahrbahndecke	befestigt	unbefestigt	unbefestigt	unbefestigt	unbefestigt	unbefestigt
Befahrbarkeit	Solo - LKW	Solo - LKW	Solo - LKW	Traktor	Traktor	Traktor
aktuell	Solo - LKW	Solo - LKW	Solo - LKW	Traktor	Traktor	Traktor
unbefahrbar wegen Felssturz				x		
Wasserableitung						
keine		x		x	x	x
Auskehren	x					
Erdmulden	x		x			
Materialentnahme	n. ausreichend	n. ausreichend	keine	n. ausreichend	n. ausreichend	n. ausreichend
Furte (Anzahl)	3	3		1	1	1
Mehrfachnutzung						
Almweg	x			x	x	
Güterweg	x			x	x	
Wanderweg	x		x	x	x	x
derzeitige MTB- Nutzungsfrequenz	keine	keine	keine	geringfügig	geringfügig	geringfügig
öffentlicher Verkehr	keiner	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Status_MDB	Vertrag existiert - Radfahren erlaubt					
Status_LFD	1					

Weganlage 64



Die Weganlage 64 (Abb 20) besteht aus drei nicht miteinander in Verbindung stehenden Teilstücken, die sich durch die unterschiedliche Ausprägung einzelner Attribute voneinander unterscheiden (Tab. 6) und zeigt, daß die Weganlagen der Forstwege-Datenbank keine zusammenhängenden Gebilde sein müssen.

Abb 20: Weganlage 64 - Teilstückgliederung

Tab. 6: Weganlage 64 – Teilstückgliederung: differenzierende Merkmale

Weganlage	64	64	64
Teilstück	1	2	3
Projektnummer	2069	2069	
Code	Wege über 1200 m Seehöhe	Wege über 1200 m Seehöhe	
Fahrbahnbreite (dm)	30	25	25
Befahrbarkeit	Solo - LKW	Traktor	Traktor
aktuell	Solo - LKW	Traktor	Traktor
Bombierung	ja	nein	nein
Wasserableitung			
keine		x	
Erdmulden	x		x
Spitzgraben	x		
Status_MDB	Vertrag wünschenswert		
Status_LFD	2		

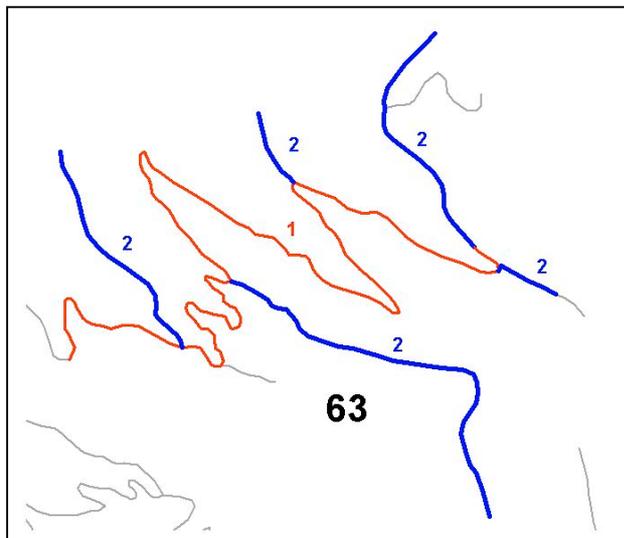
Weganlage 63:

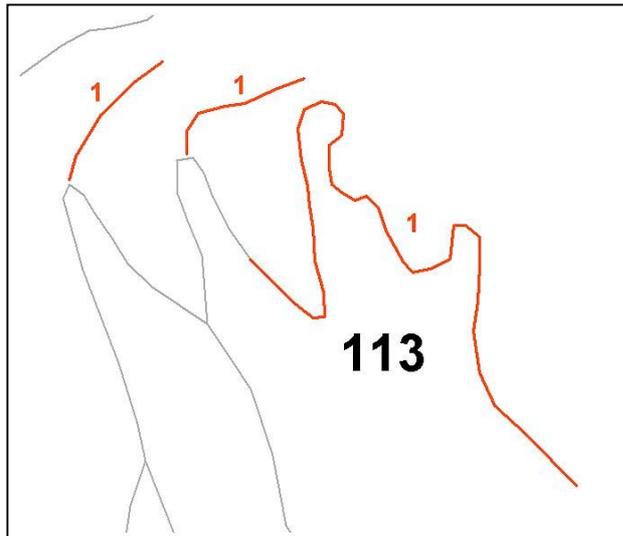
Abb 21: Weganlage 63 – Teilstückgliederung

Die Weganlage 63 () besteht im Straßengraphen aus 2 Teilstücken. In der Wegedatenbank ist nur 1 Teilstück ausgewiesen. Obwohl keine diesbezüglichen Daten verfügbar sind, kann angenommen werden, daß sich die an das Teilstück 1 anschließenden Stichwege in ihrer Qualität (Fahrbahndecke, Fahrbahnbreite, Befahrbarkeit, ...) vom 'Hauptweg' unterscheiden. In Verbindung mit der Weganlage 64 zeigt sich hier deutlich die oft geübte Praxis, später errichtete, höher liegende Wege logisch nicht der darunterliegenden Anlage zuzuordnen, sondern als eigene Weganlage auszuweisen, was zu einer Fragmentierung des Datenbestandes in immer kleinere Untereinheiten führt.

Die gemeinsamen Eigenschaften der beiden Weganlagen (Tab. 7) – gleiche Rechtsgrundlage, gleicher Eigentümer und Erhalter, sowie Aufschließung des gleichen Gebietes (Mattersberger Wald) sprechen in diesem Fall jedenfalls deutlich für die Ausscheidung einer einzigen Weganlage.

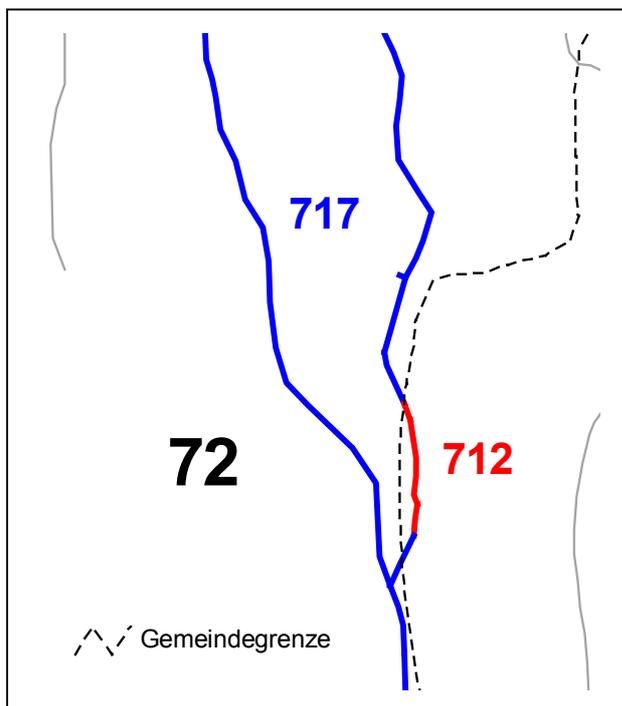
Tab. 7: Weganlagen 63 und 64 – verbindende Eigenschaften

Weganlage	63	64	64	64
Teilstück	1	1	2	3
Bezeichnung	Waldweg Mattersberg I	Mattersberger Wald II	Mattersberger Wald II	Mattersberger Wald II
Rechtsgrundlage	Forstgesetz	Forstgesetz	Forstgesetz	Forstgesetz
Jahr-Code	1970 - 1979			
Jahr		1984	1984	1984
Eigentümer	Josef Mattersberger	Josef Mattersberger	Josef Mattersberger	Josef Mattersberger
Erhalter	Josef Mattersberger	Josef Mattersberger	Josef Mattersberger	Josef Mattersberger

Weganlage 113

Auch der Fall, daß eine Weganlage zwar aus einem Teilstück, aber trotzdem aus mehreren nicht miteinander in Verbindung stehenden Linien besteht, kann auftreten.

Abb 22: Weganlage 113 – Teilstückgliederung

Weganlage 72

Weganlagen sind in der Regel auf Gemeindeebene organisiert. In jeder Gemeinde beginnt die Nummerierung der Weganlagen bei 1 und wird laufend hochgezählt. Verlaufen Wege entlang von Gemeindegrenzen, kann es vorkommen, daß sie mehrmals zwischen Gemeinden hin und her springen. Es können Fälle auftreten, wie der in Abb 23 gezeigte, daß einzelne Teilstücke einer Weganlage, obwohl sie logisch eigentlich eher der Weganlage einer anderen Gemeinde anzugliedern wären, aufgrund der unterschiedlichen Gemeindenummer als eigene Weganlagen ausgewiesen sind.

Abb 23: Über 2 Gemeinden (**717** und **712**) reichende Weganlage

Voraussetzung für die Übernahme der bestehenden Forstwege-Daten in einen gemeinsamen Tiroler Straßen- und Wegegraphen, der eine von den graphischen Daten unabhängige Wartung der Sachdaten ermöglicht, ist die eindeutige räumliche Adressierbarkeit aller Linien bzw. Linienzüge.

Aufgrund des enormen damit verbundenen Arbeitsaufwandes erscheint eine grundlegende Neuorganisation der Forstwege-Daten – obwohl wünschenswert - nicht sinnvoll. Ausgehend von der bestehenden Wegenlagen- und Teilstück-Gliederung kann aber mit Hilfe des Routen-Modells eine Struktur von eindeutig adressierbaren Linien und Linienzügen hergestellt werden.

5.1.1.1. Anpassungserfordernisse Forstwege

Im gegenwärtigen Datenmodell sind die Teilstücke die Träger des kleinsten gemeinsamen Nenners der Sachinformation. Diese Teilstücke können auf der Ebene des Straßengraphen nicht in jedem Fall als eindeutige Linienzüge angesprochen werden. Durch die Einführung einer zusätzlichen Gliederungsebene unterhalb der Ebene der Teilstücke – in weiterer Folge Teilstück-Routen genannt - wird die eindeutige Ansprechbarkeit von Linienzügen sichergestellt, ohne daß die vorhandene Struktur grundsätzlich geändert werden muß.

- **Teilstück-Routen:**

Teilstück-Routen entstehen Durch die Unterteilung von Teilstücken in eindeutig ansprechbare, unverzweigte Linienzüge. Dabei wird vom längsten Linienzug eines Teilstückes ausgegangen (Teilstück-Route 1). Die jeweils innerhalb des Teilstückes von der Teilstück-Route 1 abzweigenden Linienzüge werden laufend weiternummeriert (Abb 24). Diese zusätzliche Untergliederung führt zwar zu einer weiteren logischen Fragmentierung der Daten und zieht auch Redundanzen bei den unmittelbar am Straßengraphen hängenden Sachdaten nach sich, ermöglicht aber auf +/- 'schmerzlose' Weise die Überführung des bestehenden, Routen-untauglichen Datenmodells in ein Routen-taugliches Modell.

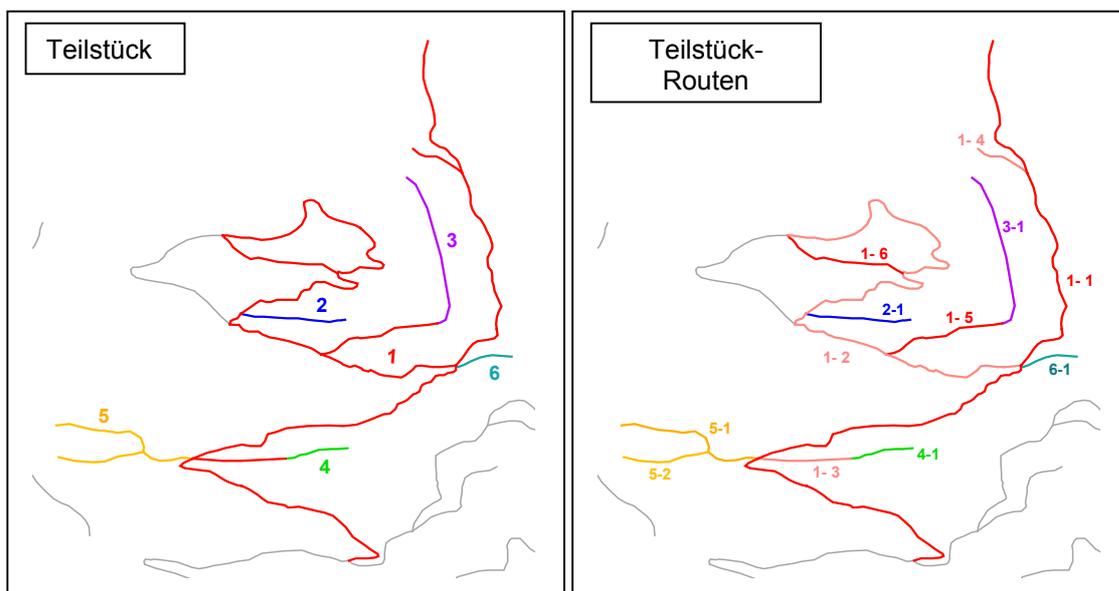


Abb 24: Teilstücke und daraus abgeleitete Teilstück-Routen (Wegenlage 24)

Aufgrund der beschriebenen Strukturen scheidet die vollautomatische Generierung von Teilstück-Routen aus. Da alle im Datensatz enthaltenen logischen Sonderfälle bekannt sein

müssen bevor entsprechende Programme zu ihrer Handhabung entwickelt werden können, ist der damit verbundene Erhebungs- und Programmieraufwand zu hoch. Eine 'halbautomatische', interaktive Lösung, die den Großteil der auftretenden Fälle selbständig löst und nur in Spezialfällen die händische Zuordnung von Teilstück-Routen erforderlich macht, scheint jedoch sinnvoll und wurde in AML, der Makrosprache von ArcInfo-Workstation realisiert (siehe Anhang).

5.1.2. Straßen- und Wegenetz *tiris*-Raumordnung

Das auf der digitalen ÖK50 basierende Straßen- und Wegenetz der *tiris*-Station Raumordnung ist in einem abschnittsbezogenen System abgebildet. In der Attributtabelle des Wegegraphen sind keine Sachdaten, sondern nur Codes gespeichert.

Das Straßennetz gliedert sich generell in hochrangige Straßen (= im Bundesstraßengesetz und im Tiroler Straßengesetz explizit angeführten Straßen) und niederrangige Straßen (= die restlichen auf der ÖK 50 dargestellten befahrbaren Straßen und Wege. Die hochrangigen Straßen sind durch ihren Straßencode gekennzeichnet. Im untergeordneten Straßennetz sind die Straßen nach ihrer ÖK50-Signatur differenziert:

Doppellinie	STR
durchgezogene, einfache Linie	WEG1
strichlierte oder strichpunktierte Linie	WEG2

Über die Straßencodes besteht die Möglichkeit einer Verbindung mit der Straßendatenbank der *tiris*-Station Baudirektion, wobei von dieser nur die Bundes- und Landesstraßen genutzt und betreut werden.

5.1.3. Straßen- und Wegenetz *tiris*-Station Baudirektion

In der *tiris*-Station Baudirektion wird ein Straßengraph im Übersichtsmaßstab 1:200.000 sowie ein plangenauer Straßengraph (Erfassungsmaßstab 1:10.000 – 1:5.000) betreut. Die Attributierung dieser beiden Graphen besteht nur aus den gemäß den jeweiligen Straßengesetzen vergebenen Straßencodes über die eine Verbindung zur Straßendatenbank hergestellt werden kann.

5.2. Sachdaten

5.2.1. Straßendatenbank Tirol

In der Abteilung Vermessung des Amtes der Tiroler Landesregierung wurde in Zusammenarbeit mit der *tiris*-Station Baudirektion auf Basis MS Access eine Datenbankapplikation zur Abbildung des hochrangigen Straßennetzes (Bundesstraßen und Landesstraßen) entwickelt, die Landes-intern am 05.04.2001 zusammen mit der auf dieser Datenbank basierenden MapObjects-Internetapplikation erstmals vorgestellt wurde. Die Straßendatenbank läuft z.Zt. lokal in der *tiris*-Station Baudirektion, soll jedoch in einem nächsten Schritt als Client-Server-Datenbank unter ORACLE implementiert und allen mit Belangen der Straßenverwaltung befassten Dienststellen des Landes zugänglich gemacht werden. Neben Straßen- und Verkehrs- relevanten Daten werden auch Parameter zur Steuerung der kartographischen Ausgabe der Straßendaten im GIS, wie Plankopfbeschriftungen, Symbole, Offset-Maße zur Symbol- und Schriftfreistellung, Darstellung von Detailplänen, etc. geführt.

Die Straßendatenbank kann über einen eindeutigen, nach den Richtlinien der RVS 5.011 definierten Straßencode unmittelbar mit dem Straßengraphen verbunden werden. Wenn die Datenbank unter ORACLE implementiert ist, kann vom GIS ArcInfo aus direkt auf die Daten zugegriffen werden. Zur Zeit werden die jeweils aktuellen Daten über eine dBase-Schnittstelle von MS Access nach ArcInfo exportiert.

Die Verortung der Straßendaten erfolgt nach einem absolut stationierten Bezugssystem. Sämtliche in der Datenbank abzubildenden Ereignisse werden also in der Natur entlang der Straßenachse eingemessen und unabhängig vom Straßengraphen in die Datenbank eingegeben. Mittels dynamischer Segmentierung können sie auf dem kilometrierten Straßengraphen abgebildet werden.

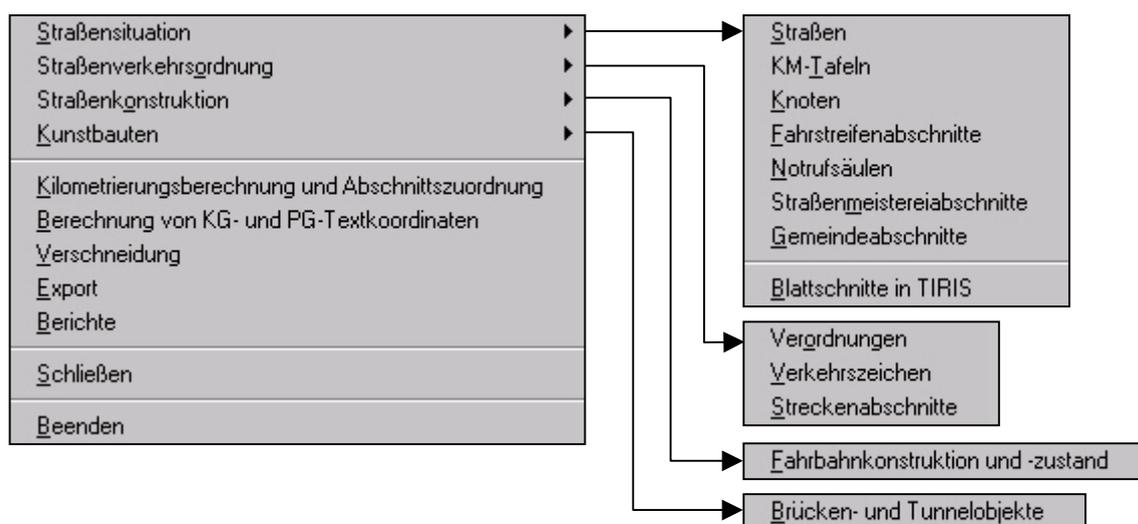


Abb 25: Abbildungsmöglichkeiten in der Straßendatenbank Tirol (Stand Feb. 2001).

Folgende Möglichkeiten der Datenverwaltung sind in der Straßendatenbank Tirol realisiert:

- **Straßensituation**

Straßen

- Eindeutige Bezeichnung der Straßen und ihres Verlaufs
- Stationierung, Aufmaß

KM-Tafeln

- Bezeichnung
- Stationierung, Aufmaß
- Zuständigkeiten

Knoten

- Beschreibung aller in einem Knoten zusammenlaufenden Straßen

Fahrstreifenabschnitte

- Art der Fahrstreifen
- Anzahl der Fahrstreifen
- Aufmaß in Länge und Breite

Notrufsäulen

- Bezeichnung
- Stationierung, Aufmaß

Straßenmeistereabschnitte

- Zuständigkeit
- Stationierung, Aufmaß

Blattschnitte in *tiris*

- Blattschnittdaten zur Steuerung der Plot-Ausgabe unterschiedlicher Kartenprodukte
-

- **Straßenverkehrsordnung**

Verordnungen

- Bezug, Inhalt und Gültigkeitszeitraum von Verordnungen

Verkehrszeichen

- Bezeichnung
- Stationierung, Aufmaß
- Gültigkeit
- Zuständigkeit

Streckenabschnitte

- Bezeichnung (Ortgebiet, Geschwindigkeitsbeschränkung, Fahrverbot, ...)
- Verkehrszeichen Anfang, Ende
- Stationierung, Aufmaß

- **Straßenkonstruktion**

Fahrbahnkonstruktion und – zustand

- Konstruktion (Deckschicht, Tragschichten, Baujahre)
- Zustand (Setzungen, Griffigkeit, Unebenheit, Spurtiefe, ...)
- Stationierung, Aufmaß

- **Kunstbauten**

Brücken- und Tunnelobjekte

- Beschreibung von Brücken und Tunnels, Baujahr
- Zuständigkeit
- Stationierung, Aufmaß

- **Kilometrierungsberechnung und Abschnittszuordnung**

- **Berechnung von KG - und PG-Textkoordinaten**

Textkoordinaten der politischen Gemeinden und Katastralgemeinden

- **Verschneidung**

Erzeugen von

- Fahrstreifenabschnittstabelle mit Straßenabschnitten gegliedert nach zuständiger Straßenmeisterei
- Fahrstreifenabschnittstabelle mit Straßenabschnitten differenziert in Freiland- und Ortsbereiche
- Fahrstreifenabschnittstabelle mit Straßenabschnitten gegliedert nach zuständiger Straßenmeisterei und differenziert in Freiland-, Orts-, Brücken- oder Tunnelbereiche
- Fahrstreifenabschnittstabelle mit Straßenabschnitten für die Fahrstreifenberechnung nach BKS90

Den Straßenmeistereien werden zugeordnet:

- - Konstruktionsabschnitte
- - Km-Tafeln
- - Kunstbauten
- - Notrufsäulen
- - Straßen (Parkplätze)

- **Export**

Selektiver Export einzelner Tabellen als dBase-Dateien zur Verwendung als ArcInfo Attributtabellen

5.2.2. Wegdatenbank tiris-Wald

In der Wegdatenbank der Landesforstdirektion, die ebenfalls in MS Access entwickelt wurde, sind Verwaltungsdaten und technische Wegedaten mit unmittelbarem physischem Bezug auf die Teilstücke von Weganlagen gespeichert. Die Datenbank dient neben der Verwaltung aller der Erschließung des Waldes dienlichen Wege auch der Verwaltung der

Tiroler Mountainbikerouten. Die Wartung der Datenbank kann, wenn sich Informationen mit Längen- oder Ortsbezug ändern, nicht unabhängig vom Straßengraphen durchgeführt werden.

Die Übertragung der Sachdaten auf den Straßengraphen erfolgt wie bei der Straßendatenbank Tirol über dBase als Exportformat.

5.3. Aufbau einer integrierten Straßen- und Wegedatenbank

Im Zuge der Schaffung eines Straßengraphen aller befahrbaren Straßen und Wege Tirols sollte auch die Erstellung einer zentralen Straßen- und Wege -Datenbanklösung ins Auge gefaßt werden, die nach dem Client-Server Prinzip in der Lage ist, alle betroffenen Fachabteilungen mit einer standardisierten, technisch hochstehenden und flexiblen Datenbanklösung zu bedienen. Dazu bedarf es folgender Schritte:

- Umstellung des Wegegraphen der Landesforstdirektion von einem abschnittsbezogenen System auf ein System mit linearer Referenzierung.
- Aufbau der Wegegraphen der Abteilungen Agrartechnik und Almwirtschaft in einem linearen Referenzierungssystem.
- Vereinheitlichung der Nomenklatur und physische Zusammenlegung der Verwaltung aller vom sachlichen Inhalt her identen Wegedaten-Felder der Abteilungen Landesforstdirektion, Agrartechnik und Almwirtschaft, bei gleichzeitiger administrativer Trennung
- Weitestgehende Integration einer zu schaffenden, neu strukturierten Wegedatenbank in die Strukturen der bestehenden Straßendatenbank Tirol.

5.3.1. Bezugssystem

Die Verwaltung straßenbezogener Ereignisse in einer relationalen Datenbank kann unabhängig vom Straßengraphen nur erfolgen, wenn ein Bezugssystem zur eindeutigen Lokalisierung von Straßenabschnitten und Örtlichkeiten existiert. Es ist also auch für das niederrangige Straßen- und Wegenetz ein Bezugssystem zu definieren. Ein absolutes Stationierungssystem, wie es im hochrangigen Straßennetz zum Einsatz kommt scheidet für das niederrangige Straßen- und Wegenetz aus, da keine Kilometertafeln existieren und die Etablierung eines solchen Systems aufgrund unverhältnismäßig hoher Erstellungs- und Wartungsaufwände nicht sinnvoll ist.

Zu prüfen ist die Einführung eines Stationierungssystems mit Relativbezug auf die Knoten des niederrangigen Straßen- und Wegenetzes (vgl. Abb 11). Ereignisse könnten in der Natur von den jeweils durch die Bezeichnung der in ihnen zusammentreffenden Straßen und Wege eindeutig bezeichneten Kreuzungen aus eingemessen und mit Hilfe des Systems der linearen Referenzierung entsprechend lagerichtig auf dem kilometrierten Straßengraphen abgebildet werden (Kalibrierung). Gleichzeitig könnte über einen kilometrierten Straßengraphen auch der umgekehrte Weg der Datengewinnung – Abnahme von Längeninformationen aus dem Straßengraphen (z.B. vor dem Hintergrund eines Orthophotos) und Übertragung in die Datenbank – realisiert werden. Referenzlänge für ein

solches System wäre dann die nicht der 'wahren Länge' in der Natur entsprechende 'GIS-Länge' des Straßengraphen. Um die richtige Einordnung einer in der Natur gemessenen relativen Entfernung von einer Straßenkreuzung in dieses System zu ermöglichen, muß jedenfalls immer auch die wahre Entfernung bis zur nächsten Straßenkreuzung bekannt sein bzw. mitgemessen werden.

Die Ersterfassung der Wegedaten muß, auch wenn sie auf ein stationsbezogenes Datenmodell abzielt, nicht zwingend durch Einmessen aller relevanten Ereignisse in der Natur erfolgen. Denkbar ist auch der Aufbau eines zunächst abschnittsbezogenen Modells auf der Basis des digitalen Orthophotos, bei dem jedoch strikt darauf Wert gelegt wird, daß die Randbedingungen für eine einfache Überführung in ein stationsbezogenes Modell erfüllt sind:

- Eindeutige Adressierbarkeit von Linienzügen
 - Ein Anfang,
 - Ein Ende,
 - keine Verzweigungen

Auf einem solcherart strukturierten abschnittsbezogenen System können eindeutige Routen definiert werden, die wiederum die Basis für die längenorientierte Abbildung von Ereignissen bilden.

5.3.2. Sachdaten

Im Bereich der Konstruktions- Zustands- und Verwaltungsdaten sollte für Informationen, die für alle betroffenen Fachabteilungen relevant sind eine gemeinsame Struktur und Nomenklatur entwickelt werden.

Die Abbildung sämtlicher, auch der über einen gemeinsamen 'Kern' hinausgehenden, jeweils Abteilungs-spezifischen Daten, sollte aber nach Möglichkeit in einer gemeinsamen, zentral administrierten Datenbank erfolgen.

Zentrale Datenbanken, die nach dem Client-Server-Prinzip organisiert sind, haben den Vorteil daß gegenüber vielen verteilten Insellösungen kostengünstiger differenziertere und komplexere Strukturen eingerichtet werden können. Darüber hinaus lassen sich für den Betrieb umfassender, zentraler Lösungen leichter 'echte' Datenbankspezialisten rechtfertigen, die im Vergleich zu Sachbearbeitern, die Fachdatenbanken oft nebenbei betreuen müssen einen reibungsloseren Betrieb, höhere Datensicherheit und höheres technisches Niveau bei meist günstigerem Kosten/Nutzen-Verhältnis ermöglichen.

6. Objektcode

Der Objektcode dient im Rahmen der *tiris*-Standardebene der eindeutigen Identifizierung sachlich unterschiedlicher Punkt- Linien- oder Flächenobjekte und sollte eine Kombination möglichst sprechender Akronyme sein. Durch die Kombination von aus einer fixen Anzahl alphanumerischer Zeichen bestehenden Teilstrings können einfache Objekthierarchien abgebildet werden. Durch Vorgabe einer bestimmten, der Objekthierarchie entsprechenden Reihung der Teilstrings im Objektcode, kann die Anwendung von Sortier- und Stringoperationen unterstützt werden.

z.B. Kombination der Teilstrings so, dass die umfassendere, allgemeinere Objektbeschreibung immer am Anfang steht:

```
Objekt:           Straße - ST
Instanzen: Gemeindestraße - STGEM
           Forststraße - STFOR
           Privatstraße - STPRV
```

Die in der aktuellen *tiris*-Metadatenbank enthaltenen Objektcodes für Straßen sind nur zum Teil nach diesem Prinzip aufgebaut. Das Objekt 'Straße' wird wechselweise mit 'ST' bzw. 'STR' codiert und die Stellung des kleinsten gemeinsamen Nenners 'ST' im Gesamtstring des Objektcodes variiert:

		besser:
GEM <u>ST</u>	Gemeindestraßen	<u>ST</u> GEM
FO <u>ST</u> R	Forststraßen	<u>ST</u> FOR
<u>ST</u> R	Straßen ohne Zuordnung	<u>ST</u> XXX

Bei der Festlegung der Anzahl der Stellen für die jeweiligen Teilstrings ist davon auszugehen, dass wenige übergeordnete Objektklassen auch mit wenigen Stellen im Objektcode zweifelsfrei abgebildet werden können. Zu große Sparsamkeit kann aber im Falle einer erforderlichen Erweiterung der abzubildenden Klassen auch dazu führen, dass für eine sprechende Abbildung weiterer Klassen kein Spielraum mehr bleibt:

Der z.Zt. für das übergeordnete Tiroler Straßennetz bestehende Objektcode ist, was den abzubildenden Datenbestand von den Autobahnen bis zu den Landesstraßen betrifft, zwar konsistent und logisch aufgebaut, lässt sich aber, will man bei der dem Code zugrunde liegenden Logik bleiben, nicht mehr um die untergeordneten Straßen und Wege erweitern.

AST-A	Bundesstraße A
ASTBR	Autobahn Brücke
ASTTU	Autobahntunnel/Galerie
ASTZU	Autobahn-Zubringer
AST-S	Bundesstraße S
BST-B	Bundesstraße B
BSTBR	Bundesstraße Brücke
BSTTU	Bundesstraßentunnel/Galerie
BSTBG	Bundesstraße Baugebiet
LST-L	Landesstraße
LSTBR	Landesstraße Brücke
LSTTU	Landesstraßentunnel/Galerie

z.B.: Alpwirtschaftliche Straße:

AST-AL, ALST, ... ?

Im Zuge einer Neuordnung der Objekttypen wurde deshalb zusammen mit den *tiris*-Stationen Raumordnung, Baudirektion, Forst und Agrartechnik folgender Vorschlag einer Objektcodierung für den Themenbereich Straßen und Wege erarbeitet, die sich primär an der rechtlichen Grundlage für die Errichtung der jeweiligen Straße orientiert.

- **Objekttypen zur Abbildung von Straßen und Wegen**

Spalte 1: gesetzliche Grundlage

B	B undesstraßengesetz
T	T iroler Straßengesetz
F	F orstgesetz
G	G üter- und Seilwege- Landesgesetz
U	u ngeregelt

Spalte 2: Straßentyp

BA	A utobahn
BS	S chnellstraße
TB	B undesstraße
TL	L andesstraße
TG	G emeindestraße
TI	öffentliche I nteressentenstraße
TP	öffentliche P rivatstraße
FF	F orststraße
GG	G üterweg
UN	z.Zt. n icht geregelt – Regelung möglich
UP	P rivatstraße/weg ohne Regelungsbedarf
UU	Rechtsgrundlage u nbekannt

Spalten 3-4: zusätzlich abzubildende linienhafte Ereignisse

BR	B rücke
TU	T unnel/Galerie
ZU	Z ubringer

Unzulässige Kombinationen sollten durch Plausibilitätsprüfung bei der Dateneingabe abgefangen werden.

Die **tiris**-Metadatenbank sollte um langschriftliche Erklärungen der jeweiligen Objekttypen ergänzt werden, die auch von nicht unmittelbar mit der Materie befassten Personen unmissverständlich nachvollzogen werden können:

BA Bundesstraßen A = Autobahnen

Im Bundesstraßengesetz 1971, BGBl. Nr. 286, § 2 Abs. 1, lit. a, definierte Bundesstraßen ohne höhengleiche Überschneidung mit anderen Verkehrswegen, die sich für den Schnellverkehr im Sinne der Straßenpolizeilichen Vorschriften eignen und bei welchen besondere Anschlußstellen für die Zu- und Abfahrt vorhanden sind, einschließlich der Zu- und Abfahrtsstraßen. Alle BA sind mit ihrer Bezeichnung und mit ihrem Beginn und Ende im Anhang des Bundesstraßengesetzes angeführt.

BS Bundesstraßen S = Schnellstraßen

Im Bundesstraßengesetz 1971, BGBl. Nr. 286, § 2 Abs.1, lit. b, definierte Bundesstraßen, die sich nach ihrer Anlage für den Schnellverkehr im Sinne der Straßenpolizeilichen Vorschriften eignen, ohne daß die übrigen Voraussetzungen für Autobahnen nach BGBl. Nr. 286, § 2 Abs. 1, lit. a gegeben sind; sofern besondere Anschlußstellen für die Zu- und Abfahrt vorhanden sind, gelten die Zu- und Abfahrtsstraßen als Bestandteile der Bundesstraßen S. Alle BA sind mit ihrer Bezeichnung und mit ihrem Beginn und Ende im Anhang des Bundesstraßengesetzes angeführt.

TB Landesstraßen B

Im Tiroler Straßengesetz LGBl.Nr. 13/1989, § 8 Abs.2 definierte und durch Aufnahme in das Landesstraßenverzeichnis zur Landesstraße B erklärte Straßen, die

- die für den überörtlichen Verkehr größerer Teile des Landes oder einzelner Täler mit Gemeinden oder größeren Ortschaften von Bedeutung sind oder
- durch die einzelne Gemeinden oder einzelne größere Ortschaften an eine Bundes- oder Landesstraße angeschlossen werden. Alle TB sind mit ihrer Bezeichnung und mit ihrem Beginn und Ende in Anlage 2 zum Tiroler Straßengesetz 'Landesstraßenverzeichnis B' angeführt. An Landesstraßen B gelten auch die Zu- und Abfahrtsrampen zu kreuzenden Straßen als Bestandteile der Landesstraßen B.

TL Landesstraßen L

Im Tiroler Straßengesetz LGBl.Nr. 13/1989, § 8 Abs.2 definierte und durch Aufnahme in das Landesstraßenverzeichnis zur Landesstraße L erklärte Straßen, die

- die für den überörtlichen Verkehr größerer Teile des Landes oder einzelner Täler mit Gemeinden oder größeren Ortschaften von Bedeutung sind oder
- durch die einzelne Gemeinden oder einzelne größere Ortschaften an eine Bundes- oder Landesstraße angeschlossen werden. Alle TL sind mit ihrer Bezeichnung und mit ihrem Beginn und Ende in Anlage 1 zum Tiroler Straßengesetz 'Landesstraßenverzeichnis L' angeführt.

TG Gemeindestraßen

Im Tiroler Straßengesetz LGBl.Nr. 13/1989, § 13 definierte und durch Verordnung der Gemeinde zur Gemeindestraße erklärte Straßen, die überwiegend

- für den örtlichen Verkehr der Gemeinde oder größerer Teile der Gemeinde,
- für die Herstellung der Verbindung zwischen benachbarten Gemeinden oder zwischen größeren Teilen der Gemeinde oder
- für eine Erschließung, die in einem örtlichen Raumordnungsinteresse der Gemeinde gelegen ist, von Bedeutung sind.

TI öffentliche Interessentenstraßen

Im Tiroler Straßengesetz LGBl.Nr. 13/1989, § 16 definierte und

- bei einer durch Vertrag gebildeten Straßeninteressentschaft durch Beschluß der Straßeninteressentschaft, oder
- bei einer durch Bescheid gebildeten Straßeninteressentschaft durch Bescheid der Behörde zur öffentlichen Interessentenstraße erklärte Straßen, die neben dem örtlichen Verkehr im Sinne des § 13 Abs. 2 Tiroler Straßengesetz überwiegend

der Deckung des Verkehrsbedürfnisses eines bestimmten Kreises von Benutzern dienen oder die Verbindung zwischen öffentlichen Verkehrseinrichtungen, wie Bahnhöfen, Seilbahnstationen, Schiffahrtsstationen, Flughäfen und dergleichen, und einer öffentlichen Straße herstellen und zur Deckung dieses Verkehrsbedürfnisses geeignet sind.

TP öffentliche Privatstraßen

Im Tiroler Straßengesetz LGBl.Nr. 13/1989, § 34 definierte und nicht zu einer anderen Gruppe öffentlicher Straßen gehörende Straßen, die

- a) von dem über die Straße Verfügungsberechtigten durch Erklärung gegenüber der Behörde dem Gemeingebrauch gewidmet werden oder
- b) unabhängig vom Willen des über die Straße Verfügungsberechtigten seit mindestens 30 Jahren der Deckung eines dringenden öffentlichen Verkehrsbedürfnisses dienen.

Aufgelassene Bundes-, Landes- oder Gemeindestraßen, die nicht zu einer öffentlichen Straße einer anderen Straßengruppe erklärt werden und weiterhin dem öffentlichen Verkehr offenstehen, gelten als öffentliche Privatstraßen des Bundes, des Landes bzw. der Gemeinde.

FF Forststraßen

Im Forstgesetz 1975, BGBl. Nr. 440/1975 Abs.2 geregelte und für den Verkehr von Kraftfahrzeugen und Fuhrwerken bestimmte nichtöffentliche Straßen samt den in ihrem Zuge befindlichen dazugehörigen Bauwerken, die der Bringung und dem wirtschaftlichen Verkehr innerhalb der Wälder sowie deren Verbindung zum öffentlichen Verkehrsnetz dienen.

GG Güterwege

Nichtöffentliche Wege (Güterwege) sind Bringungsanlagen gemäß §4 des Tiroler Güter- und Seilwege- Landesgesetzes, LGBl.Nr. 40/1970.

UN z.Zt. nicht geregelte Wege

Zum gegebenen Zeitpunkt gesetzlich nicht geregelte Wege, deren gesetzliche Regelung aber möglich ist.

UP unregelmäßige(r) Privatstraße -weg

Straßen und Wege auf privatem Besitz ohne gesetzlichen Regelungsbedarf.

UU Rechtsgrundlage unbekannt

Straßen und Wege mit unbekannter Rechtsgrundlage.

7. Basisattribute

Im Einvernehmen mit den **tiris**-Stationen Agrarwirtschaft, Güterwegebau, Raumordnung, Landesforstdirektion und Vermessung/Geologie wurde ein gemeinsamer Satz von Basisattributen festgelegt, der das Straßen- und Wegenetz für den Großteil der absehbaren Erfordernisse an den Datenbestand ausreichend beschreibt.

Die von den Fachabteilungen gelieferten Attributlisten (ATLR-Agrartechnik, 2000; ATLR-Almwirtschaft, 2000; ATLR-Landesforstdirektion, 2005;), sind in ihrem Umfang recht unterschiedlich . Bei der Festlegung des gemeinsamen Attributsatzes sollte vor allem auf die Wartbarkeit der Information großer Wert gelegt werden. Informationen, die einer starken zeitlichen Dynamik unterliegen, nur lückenhaft vorliegen, oder aus unsicheren Quellen stammen (unterschiedliche Erhebungsmethoden, Mutmaßungen, ...), sind als Basisattribute ungeeignet. Wenn Aktualität, Vollständigkeit und inhaltliche Konsistenz von Informationen nicht in ausreichendem Maß gewährleistet ist, sollte im Zweifelsfall darauf verzichtet werden, sie als Basisattribute zu führen. Falsche, oder nicht mehr aktuelle Daten sind gefährlicher als gar keine.

Tab. 8: Übereinstimmungen zwischen den Attributlisten der einzelnen Fachabteilungen

	Forstwege (~ 50)	Almwege (~ 20)	Güterwege (~ 120)
1	<i>Rechtsgrundlage</i>	<i>Rechtsgrundlage</i>	<i>Rechtsgrundlage</i>
2	<i>Eigentümer</i> <i>Erhalter</i>	<i>Ansprechpartner</i>	<i>Grundbücherliche Eigentümer</i> <i>Rechtsträger</i>
3	<i>Weglänge</i>	<i>Weg-Länge</i>	<i>Weg-Länge (m)</i>
4	<i>Steigung (max.)</i>	<i>Maximale Längsneigung</i>	<i>Steigung max.</i>
5	<i>Breite</i>	<i>Minimale Wegbreite</i>	<i>min Weg-Breite (m)</i>
6	<i>Befahrbarkeit</i>	<i>Befahrbarkeit (LKW /Anh /25t 16/t, Traktor)</i>	<i>Belastung max. (to)</i>
7	<i>Winterbefahrbarkeit</i>	<i>Schneeräumung mit Zuständigkeit</i>	<i>Abschnitt Schneeräumung</i>
8	<i>Brücken</i>	<i>Brücken - Tragfähigkeit, Breite</i>	<i>Brücken >> KUNSTBAUWERKE</i>
9	<i>Weg_Bezeichnung</i>		<i>Weg-Name</i>
10	<i>Gemeinde</i>		<i>Weg-Gem.Nr.</i>
11	<i>Kg_Code</i>		<i>Weg KG-Nummer</i>
12		<i>Tragfähigkeit der Weganlage [t]</i>	<i>Tragfähigkeitsmessung</i>
13	<i>Derzeitige Befahrbarkeit</i>		<i>Katastrophenschäden</i>
14	<i>Furten</i>		<i>Furten mit/ohne Rohr</i>
15	<i>Mehrfachnutzung</i>	<i>externe Nutzungen:(MTB Weg, Rodelweg, Schiweg)</i>	
16		<i>Bescheidzahl</i> <i>Bescheiddatum</i>	<i>Fremdkennzahlen</i> <i>Aktenzahlen</i>
17		<i>kleinster Kehrenradius [m]</i>	<i>Kehrenradius min.</i>
18		<i>Durchlässe (Höhe, Breite) [m]</i>	<i>Anzahl Rohrdurchlässe</i>
19		<i>Sperrern (z.B. Schranken, Gatter)</i>	<i>Viehsperrern</i>

Liste der vorgeschlagenen Basisattribute:

Felddefinition: *Feldlänge, (Dezimalstellen) Datentyp*

Datentyp: C Character (Text)
 N Number (Zahl)

ID (Wege-Code) [WegID]

Felddefinition: **10 C**

Eindeutige Codierung eines Weges / einer Weganlage. Da das zu entwickelnde Datenmodell auf alle Straßen und Wege Tirols Anwendung finden soll und für Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen bereits eine umfassende Datenbank existiert, die mit den gesetzlich festgelegten alphanumerischen Straßenbezeichnungen (A12, S16, B171, ...) arbeitet, ist dieses Feld als Textfeld anzulegen. Der numerische Wege-Code für das untergeordnete Straßennetz wird als Textstring gespeichert.

tiris-Objekt [OBJEKT]

Felddefinition: **5 C**

Die Objektkennung dient im Rahmen der **tiris**-Basisdaten der eindeutigen Identifizierung sachlich unterschiedlicher Punkt- Linien- oder Flächenobjekte.

Codierung siehe 6. ' Objektcode'. Die ersten 2 Stellen des tiris-Objekts sind automatisch aus dem Feld 'Rechtsgrundlage' zu übernehmen.

Bezeichnung [Weg]

Felddefinition: **60 C**

Bescheidmäßige bzw. landläufige Bezeichnung eines Weges / einer Weganlage. Diese Bezeichnung ist nicht eindeutig und kann sogar innerhalb einer Gemeinde mehrfach vorkommen.

Rechtsgrundlage [Recht]

Felddefinition: **2 C**

Codierung der rechtlichen Grundlage der Errichtung bzw. des Betriebes eines Weges / einer Weganlage.

Mit 01.04.2002 sind die gesetzlichen Regelungen über die Auflassung und Übertragung von Bundesstraßen in Kraft getreten. Etwa 9.800 km bisheriger Bundesstraßen B wurden in ganz Österreich ab diesem Zeitpunkt Landesstraßen. Mit 15.05.2002 (LGBL für Tirol 68/2002) wurden die Bundesstraßen als 'Landesstraßen B' in das Tiroler Straßengesetz übernommen. Für den Bund entfiel damit die Richtlinienkompetenz für diese Straßen. Das Bundesstraßennetz umfasst ab 01.04.2002 nur mehr die im Bundesstraßengesetz verzeichneten Autobahnen und Schnellstraßen.

Codierung siehe 6. ' Objektcode'.

Die folgenden Felder **Straßenerhalter** und **Eigentümer** sind mit einer Adressdatenbank zu verbinden, die neben dem Namen auch die Kontaktdaten der jeweiligen Straßenerhalter/Eigentümer beinhaltet (siehe Tab. 9):

Tab. 9: Beispiel: Adresstabelle forstliche Wegedatenbank

Name	Typ	Größe
Pers_Id	Zahl (Long)	4
Firma_1	Text	50
Firma_2	Text	50
Abteilung	Text	30
Vorname	Text	20
Nachname	Text	30
Akadem_Grad	Text	30
Berufstitel	Text	30
Geschl	Zahl (Long)	4
Anrede	Zahl (Long)	4
Anrede Brief	Zahl (Long)	4
Anrede pers	Zahl (Long)	4
Funktion	Text	50
Pers_Nr	Text	7
Kommentar	Memo	-
An_Art	Zahl (Long)	4
Straße	Text	50

Postf_Str2	Text	50
Land	Zahl (Long)	4
PLZ	Text	5
Ort	Text	40
Tele_Allg	Text	25
Tele_Mobil	Text	25
Tele_Fax	Text	25
Internet	Text	50
E-Mail	Text	50
Konto_Nr	Text	12
BLZ	Text	5
Bank	Text	40
Zusatz_1	Text	40
Zusatz_2	Text	60
Zusatz_3	Text	30
Zusatz_4	Text	30
Pers_Id_Alt	Zahl (Long)	4

Straßenerhalter [Erhalt]

Langschriftliche Bezeichnung des Straßenerhalters

Bundesstraßen A und S	Bund
Landesstraßen B (ehem. Bundesstraßen B)	Land
Landesstraßen L	Land Gemeinde
Gemeindestraßen	Gemeinde
öffentliche Interessentenstraßen	Straßeninteressentschaft Gemeinde
öffentliche Privatstraßen	Verfügungsberechtigter Gemeinde Land
GSLG-Wege	Eigentümer Bringungsgemeinschaft
Forststraßen	Eigentümer Bringungsgemeinschaft

Eigentümer [Eigent]

Langschriftliche Bezeichnung des Straßeneigentümers

Bundesstraßen A und S	Bund
Landesstraßen B (ehem. Bundesstraßen B)	Land
Landesstraßen L	Land
Gemeindestraßen	Gemeinde
öffentliche Interessentenstraßen	Straßeninteressentschaft
öffentliche Privatstraßen	Verfügungsberechtigter Gemeinde Land
GSLG-Wege	Eigentümer Bringungsgemeinschaft
Forststraßen	Eigentümer Bringungsgemeinschaft

Im Zuge eines Wegverlaufes gibt es verschiedene 'Kardinalpunkte', die über die Befahrbarkeit eines Weges mit bestimmten Fahrzeugtypen entscheiden. Neben Pauschalinformationen wie der Breite der engsten Stelle, der Neigung des steilsten Wegstückes, der Belastbarkeit der schwächste Brücke oder der niedrigsten Durchfahrtshöhe, ist vor allem interessant, wo im Wegverlauf diese jeweiligen Kardinalpunkte liegen bzw. wie lang sie sind, da erst diese Informationen hinreichend darüber Auskunft geben, wie weit ein Weg mit welchem Fahrzeugtyp befahren werden kann.

Einzelne Attribute können sowohl in ihren Ausprägungen über die gesamte Weglänge abgebildet werden, als auch in ihren Extremwerten (Maxima, Minima) als Einzelwerte dem gesamten Weg zugeordnet werden.

Die Attributierung erfolgt längenbezogen wenn es sich um Strecken handelt, die Abbildung von Punkten kann längenbezogen, aber auch als Punkt-Feature erfolgen, wenn durch eine topologische Beziehung gewährleistet ist, daß die Punkte exakt auf dem Straßengraphen liegen. Extremwerte sind durch entsprechende Auswertung der jeweiligen Ereignistabellen zu befüllen.

Längsneigung [Neig, NeigMax]

Gesamtweg: Maximale Längsneigung in %

Die längenbezogene Darstellung der Neigungsverhältnisse über die gesamte Weglänge ist in den meisten Fällen zu aufwändig. Wichtig ist vor allem die Verortung von Extremstellen, die zum Hindernis für bestimmte Fahrzeugtypen werden könnten.

Breite [Breit, BreitMin, Ausweiche]

Gesamtweg: Breite an der schmalsten Stelle

Engstellen können je nach Längserstreckung als Strecken oder Punkte referenziert werden. Bei schmalen Wegen, auf denen jeweils nur der Verkehr in eine Richtung möglich ist, ist die Abbildung von Fahrbahnerweiterungen / Ausweichen vorzusehen.

Kehrenradius [Rad, RadMin]

Gesamtweg: Radius der engsten Kehre

Der Kehrenradius ist als optionales Attribut zu sehen.

Durchfahrtshöhe [Hoeh, HoehMin]

Gesamtweg: Jedem Straßensegment zwischen zwei Kreuzungen oder einer Kreuzung und einem Endpunkt ist die jeweils geringste Durchfahrtshöhe zuzuordnen.

Pflichtattribut für alle Straßen und Wege in deren Verlauf sich Tunnels, Galerien, Unterführungen, Brücken, etc. befinden.

Befahrbarkeit [Befahr, BefahrMin]

Gesamtweg: geringst mögliche Befahrbarkeit

Längenbezogene Abbildung über den gesamten Straßenverlauf.

Kategorien: PKW
LKW+Anhänger
Solo-LKW
Traktor
nicht befahrbar

Belastbarkeit [Belast, BelastMin]

Gesamtweg: geringst mögliche Belastbarkeit in [t]

Die Belastbarkeit eines Weges ist i.d.R. im Errichtungsbescheid festgelegt.

Brücken - Tragfähigkeit [BrTrag, BrTragMax]

Gesamtweg: max. Tragfähigkeit der schwächsten Brücke

Punktförmige Ereignisse, wenn möglich, Verbindung zu ausführlicher Brücken-Datenbank

Brücken_n [BrueckN]

Gesamtweg: Anzahl der Brücken - nur bei Gesamtweg

*** Furten [Furt, FurtN]**

Gesamtweg: Anzahl der Furten

Punktförmige Ereignisse

8. Zuständigkeiten

Die grafischen Daten (Liniennetz) sollen von den **tiris**-Stationen Agrartechnik, Bau-
direktion, Wald und Raumordnung nach dem jeweiligen Zuständigkeitsbereich
gemeinsam als standardisierte Datenebene verwaltet werden (RIEDL, 2000). Die
Verwaltung der zugehörigen Sachdaten soll, vom graphischen Datenbestand physisch
unabhängig, in eigenen, von den jeweiligen Fachabteilungen zu betreuenden
Datenbanken erfolgen

Das erfordert die Festlegung folgender Zuständigkeiten:

- Zuständigkeit für den Straßengraphen
- Zuständigkeit für die jeweiligen Sachdaten

Als primäres Merkmal zur Aufteilung der Zuständigkeiten für die Verwaltung des
Straßengraphen auf die einzelnen **tiris**-Stationen böte sich die Rechtsgrundlage der
Errichtung der jeweiligen Straßen und Wege an. Eindeutig läßt sich diese Zuordnung
allerdings nur bei den nach dem Bundesstraßengesetz errichteten Autobahnen,
Schnellstraßen und Bundesstraßen, sowie den nach dem Tiroler Straßengesetz
errichteten Landesstraßen vornehmen, die in die Zuständigkeit der **tiris**-Station
'Baudirektion' fallen. Es existiert noch kein umfassender digitaler Datenbestand, der
einen Überblick über die Rechtsgrundlage sämtlicher Straßen und Wege Tirols erlaubt.
Die überblicksmäßige Darstellung des bestehenden Forststraßennetzes zeigt jedoch
für das untergeordnete Straßen- und Wegenetz auf eine gebietsweise deutlich
unterschiedliche Handhabung der bestehenden Gesetzesmaterie. Das Läßt eine
Trennung der Zuständigkeiten auf der Basis der Rechtsgrundlage nicht sinnvoll
erscheinen.

Insgesamt kommen auf das Tiroler Straßen- und Wegenetz vier verschiedene Bundes-
und Landesgesetze zur Anwendung. Die Autobahnen und Schnellstraßen des
hochrangigen Straßennetzes sind im Bundesstraßengesetz geregelt, Landesstraßen B
und L regelt das Tiroler Straßengesetz. Im niederrangigen Straßennetz regelt das
Tiroler Straßengesetz, Gemeindestraßen, öffentliche Interessentenstraßen und
öffentliche Privatstraßen. Für Forststraßen ist das Forstgesetz zuständig und
Güterwege regelt das Tiroler Güter- und Seilwege- Landesgesetz.

Ein Überblick über die Rechtsgrundlagen des Forstwegenetzes zeigt, daß im Bereich
des niederrangigen Wegenetzes die jeweiligen Gesetze nicht immer bestimmungsge-
mäß zum Einsatz kommen. Zeigen einige Landesteile einen auf den ersten Blick
logisch durchaus nachvollziehbaren Mix der gesetzlichen Grundlagen – Straßen nach
Tiroler Straßengesetz (Gemeindestraßen, öffentliche Interessentenstraßen) eher im
Talbereich, darüber im Waldbereich Wege nach Forstgesetz und oberhalb der
Waldgrenze im Almenbereich GSLG-Wege (Abb 26) - so bieten andere Landesteile ein
völlig anderes Bild. Dort ist zur Errichtung von Wegen die der Erschließung des Waldes
dienen oft nur ein einziges Gesetz – und bei weitem nicht immer das Forstgesetz - zur
Anwendung gekommen (Abb 27 – 28).

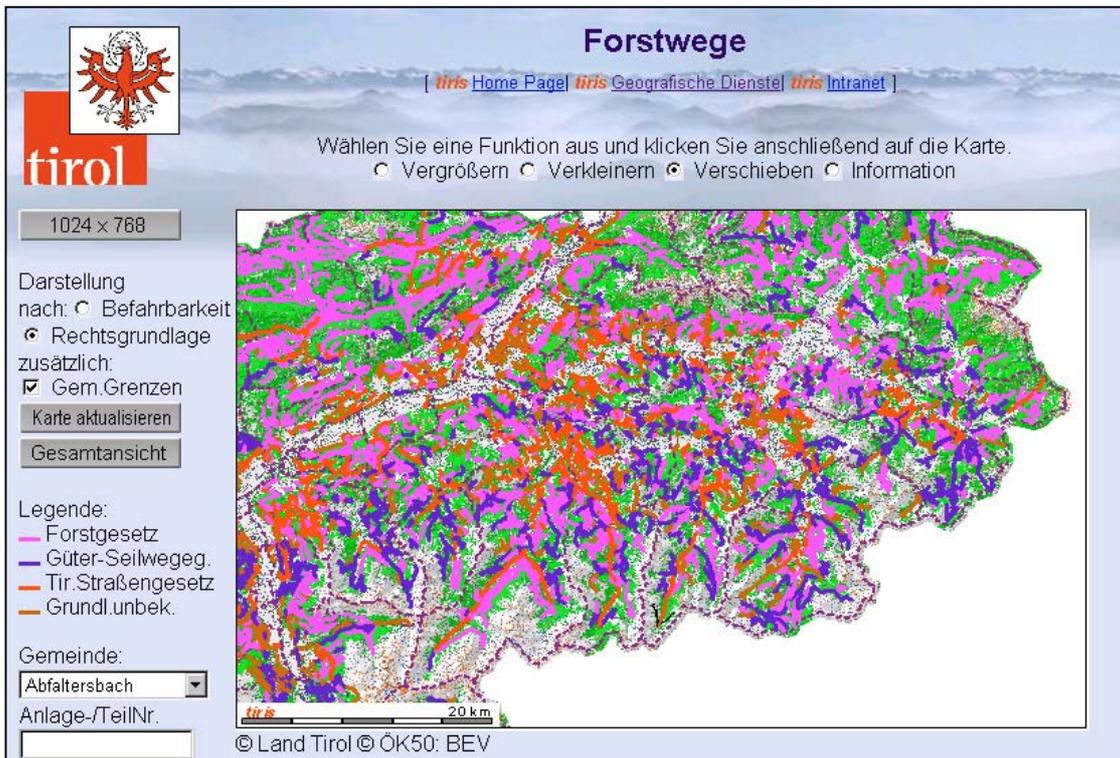


Abb 26: Forstwegenetz nach gesetzlicher Grundlage; Quelle: *tiris*-Geografische Dienste; Passwort-geschützter Bereich, Forstwege-Applikation

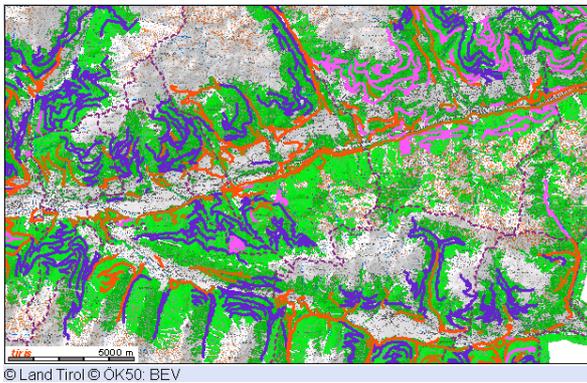


Abb 27 (Inhalt, Quelle: wie Abb 26)

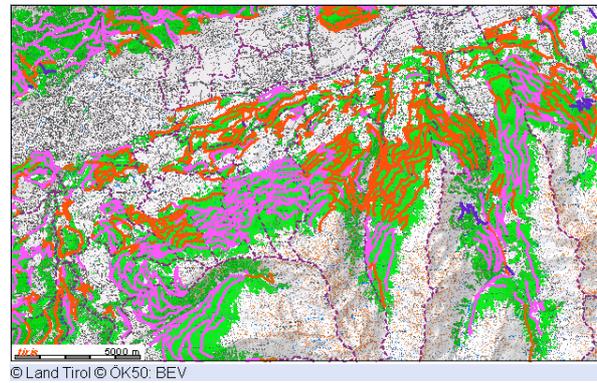


Abb 28 (Inhalt, Quelle: wie Abb 26)

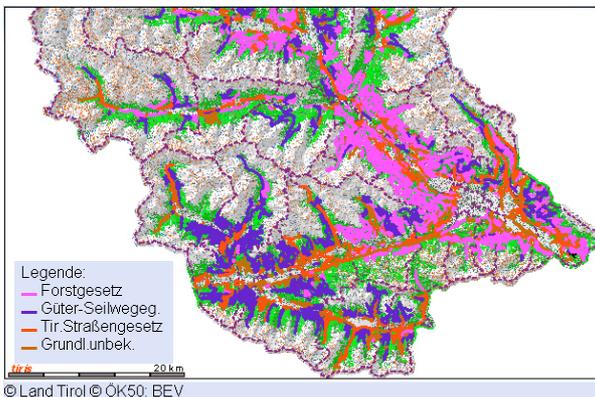


Abb 29: (Inhalt, Quelle: wie Abb 26)

Abfragen nach Mehrfachnutzungen (MFN) einzelner Wege in der *tiris*-Wald Wegedatenbank bringen folgendes Ergebnis (Tab. 10):

Tab. 10: Mehrfachnutzungen von Wegen

Mehrfachnutzung (MFN) von Wegenlagen	Anzahl
Forstweg <u>und</u> MFN Almweg	2073
Forstweg <u>und</u> MFN Hoferschließung	1120
Forstweg <u>und</u> MFN Güterweg	2671
Forstweg <u>und</u> (MFN (Almweg <u>oder</u> Hoferschließung <u>oder</u> Güterweg))	4193
Forstweg <u>und</u> (MFN (Almweg <u>und</u> Hoferschließung <u>und</u> Güterweg))	250
Almweg <u>oder</u> (MFN (Forstweg <u>und</u> Almweg))	2562

Die forstliche Wegedatenbank beinhaltet also eine große Anzahl 'multifunktionaler' Wege. Die Aufteilung der weiteren sachlichen Zuständigkeiten wird deshalb, abgesehen von den aufgrund ihrer Anlagennummer von 301 bis 499 eindeutig identifizierbaren Almwegen, zwischen den betroffenen Fachabteilungen für jeden betroffenen Weg im einzelnen vereinbart werden müssen.

9. Primärschlüssel

Die Verbindung zwischen Graphik und Fachdaten(banken) erfordert einen eindeutigen Primärschlüssel.

Bei **tiris** wurde zu diesem Zweck ein Bezugssystem geschaffen, das sich aus einem alphabetischen Objektcode, einer Raumnummer und je nach Genauigkeitsebene einer bzw. zwei laufenden Nummern zusammensetzt:

Objekt:	eindeutiges alphabetisches Akronym zur Beschreibung der Art des abgebildeten Objekts
Raumnr	Numerischer Code für den Raumbezug (Katastralgemeinde, Gemeinde, Bezirk, ...)
Lnummer	Laufende Nummer
Lnummer1	Laufende Nummer 1 (nur in Planebene)

Seitens **tiris** ist es wünschenswert, diese Grundstruktur auch bei der Konzeption eines Primärschlüssels für den Gesamt-Straßengraphen weitgehend zu berücksichtigen, einige Gründe sprechen jedoch dafür, für die unmittelbar nicht kompatiblen Datenbestände 'Straßendaten' und 'Wegedaten' mit individuellen, unterschiedlich strukturierten Primärschlüsseln zu führen:

- Unterschiedliche räumliche Organisation der Daten

Die übergeordneten Straßen orientieren sich räumlich an den im Bundesstraßengesetz und im Tiroler Straßenbaugesetz in ihrer Bezeichnung und Erstreckung eindeutig festgelegten Straßenzügen

Die untergeordneten Straßen sind räumlich auf Gemeindeebene organisiert

- Unterschiedliche logische Organisation der Daten

Stationsbezogenes, lineares Ordnungssystem bei den übergeordneten Straßen

Die Positionierung von punkt- und bandförmigen Ereignissen entlang einer über ihre Codierung eindeutig anzusprechenden Straße erfolgt über Längenangaben, die in der Straßendatenbank gespeichert sind.

Abschnittsbezogenes Ordnungssystem bei den untergeordneten Straßen:

Abschnitte (Kanten) zwischen Kreuzungen (Knoten) oder Scheinkreuzungen (Pseudoknoten), an denen sich bestimmte Straßeneigenschaften ändern, bilden die kleinsten räumlich ansprechbaren Einheiten. Über einen eindeutigen Schlüssel besteht eine unmittelbare Verbindung zwischen diesen Abschnitten und der Wegedatenbank.

- Klare Trennung der Zuständigkeiten

Alle höherrangigen Straßen werden von der **tiris**-Station Baudirektion verwaltet, die Zuständigkeiten für die niederrangigen Straßen und Wege verteilen sich auf die restlichen **tiris**-Stationen.

9.1. Bundes- und Landesstraßen

Der Primärschlüssel, der die drei Straßengraphen des hochrangigen Straßennetzes mit der Straßendatenbank verbindet orientiert sich an den im Bundesstraßengesetz 1971 festgelegten Straßencodes und an der RVS 5.011 (1999) in der die Grundlagen eines Bezugssystemes für Straßen niedergelegt sind. Beim Straßenschlüssel handelt es sich um einen alphanumerischen Code:

A12a-25R10



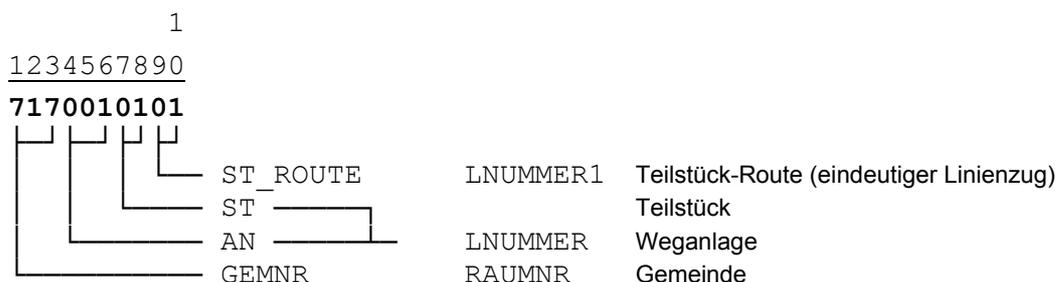
Straßenkategorien nach RVS 5.011:

- A Autobahnen
- B Bundesstraßen
- S Schnellstraßen
- P Privatstraßen des Bundes

9.2. Forstwege

9.2.1. bestehende Forstwege

Bedingt durch das beim Aufbau der forstlichen Wegedatenbank gewählte Konzept von Anlagen und Teilstücken, bei der räumlich nicht eindeutig adressierbare 'Teilstücke' <ST> den kleinsten gemeinsamen Nenner der in der Datenbank geführten Attribute repräsentieren, wird ein zusätzliches Merkmal 'Teilstück-Route' <ST_ROUTE> eingeführt welches die eindeutige Adressierung zusammenhängender, gleichartiger Linienzüge ermöglicht. Reserviert man für die Weganlage 3 Stellen und für Teilstücke und Teilstück-Routen je 2 Stellen, so entsteht unter Einbeziehung des 3- stelligen Gemeindecodes eine 10- stellige Nummer <STWNR>, die eine eindeutige Verbindung zwischen Fachdatenbank und Grafik gewährleistet. Dieser Schlüssel ermöglicht in weiterer Folge auch den Umstieg von einem abschnittsbezogenen zu einem stationsbezogenen Bezugssystem.



Berechnungsvorschriften:

RAUMNR = GEMNR

LNUMMER = (AN*100)+ST

LNUMMER1 = ST_ROUTE

STWNR = (RAUMNR*10.000.000) + (LNUMMER*100) + LNUMMER1

oder

STWNR = (GEMNR*10.000.000) + (AN*10000) + (ST*100) + ST_ROUTE

Die in Hinblick auf die eindeutige Adressierung zusammenhängender Linienzüge erweiterte Forstlichen Wegedaten lassen sich also im bestehenden **tiris**- Schema abbilden (Tab. 11).

Tab. 11: Attributtabelle forstliches Wegenetz (Auszug)

STW-KEY	tiris			tiris-Wald			
	Raumnr	Lnummer	Lnummer1	Gemnr	An	St	St_route
7170010101	717	101	1	717	1	1	1
7170010101	717	101	1	717	1	1	1
7170010101	717	101	1	717	1	1	1
7170010101	717	101	1	717	1	1	1
7170010101	717	101	1	717	1	1	1
7170020101	717	201	1	717	2	1	1
7170020101	717	201	1	717	2	1	1
7170020102	717	201	2	717	2	1	2
7170030101	717	301	1	717	3	1	1
7170030101	717	301	1	717	3	1	1
7170030101	717	301	1	717	3	1	1
7170030201	717	302	1	717	3	2	1
7170040101	717	401	1	717	4	1	1
7170040201	717	402	1	717	4	2	1
7170050101	717	501	1	717	5	1	1
7170050201	717	502	1	717	5	2	1
7170060101	717	601	1	717	6	1	1
7170060201	717	602	1	717	6	2	1
7170060301	717	603	1	717	6	3	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060401	717	604	1	717	6	4	1
7170060402	717	604	2	717	6	4	2
7170060403	717	604	3	717	6	4	3
7170060404	717	604	4	717	6	4	4
7170060405	717	604	5	717	6	4	5
1112223344	111	22233	44	111	222	33	44
1112223344	111	222	3344	111	222	33	44

9.2.2. Neu erfasste Forstwege

Für neu erfasste Forstwege wird ein Nummerierungssystem vorgeschlagen, das sich ebenfalls am Konzept der Weganlagen orientiert. Im Unterschied zu den bei den bestehenden Daten vorgegebenen Anordnung von Teilstücken und Teilstück-Routen, können neu erfasste Routen beliebig strukturiert werden. Eine Differenzierung in Hauptwege und Nebenwege innerhalb einer Weganlage ermöglicht die Erstellung sinnvoller, Primärschlüssel.

Begriffsdefinitionen:

WEG

Eine unverzweigte Straße oder ein unverzweigter Weg mit

- 1 Anfang,
- 1 Ende,
- 1 Rechtsgrundlage,
- 1 Namen

Wege können auch unterbrochen sein.

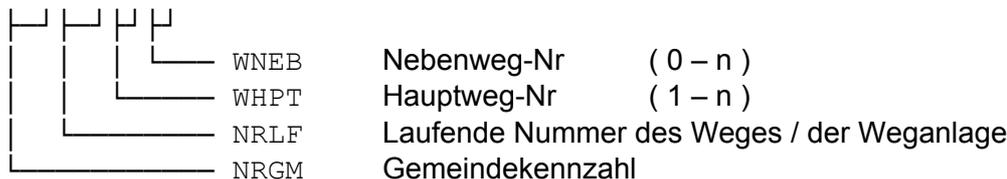
WEGANLAGE

Eine Weganlage besteht aus mehreren Straßen oder Wegen und wird unterteilt in 1-n Hauptwege, die jeweils wieder 1-n Nebenwege haben können

1

1234567890

1231230101



1 – 3: Gemeindekennzahl (NRGM):

Erfassungseinheit für das Straßen- und Wegenetz ist die Gemeinde. Die deshalb in den Wegecode aufgenommene Gemeindekennzahl dient jedoch nicht der flächenscharfen Abgrenzung der Wege nach Gemeindegrenzen, sondern stellt lediglich sicher, daß im Zuge einer parallel in mehreren Gemeinden laufenden Datenerfassung keine identen Wegecodes entstehen.

In Grenzbereichen zwischen Gemeinden wird es, vor allem wenn die Erfassung durch unterschiedliche Bearbeiter erfolgt, immer wieder vorkommen, daß Linienzüge doppelt digitalisiert werden. Diese doppelt vorhandenen, und mit jeweils unterschiedlicher Gemeindekennzahl und laufender Nummer bezeichneten Wege sind mittels Overlay der gepufferten Linien graphisch zu identifizieren. Nach graphischer Bereinigung liegt es im Ermessen des Bearbeiters, welche der beiden ursprünglichen Kombinationen aus Gemeindekennzahl und laufender Nummer weitergeführt wird. Jedenfalls ist unbedingt darauf zu achten, daß für den bereinigten Linienzug nicht die Kennzahl der einen Gemeinde und die laufende Nummer aus der anderen Gemeinde verwendet wird. Empfohlen wird, die Daten jener Gemeinde zu verwenden, in der sich der Weg zum Großteil befindet.

4 – 6: Laufende Nummer (NRLF)

Laufende Nummerierung von Wegen / Weganlagen innerhalb einer Gemeinde. Diese Nummer umfaßt in der Regel alle Linienzüge, die unter dem gebräuchlichen bzw. bescheidmäßig festgelegten Namen eines Weges / einer Weganlage zu subsummieren sind. Gelegentlich tragen unterschiedliche Wege/Weganlagen den gleichen Namen. Diese sind durch verschiedene Nummern zu differenzieren.

7 Hauptweg – Nr. (WHPT)

Jeder 'WEG' ist ein Hauptweg, innerhalb von 'WEGANLAGEN' erfolgt eine Differenzierung in Haupt- und Nebenwege.

Wenn durch Bescheide, bzw. lokale/regionale 'Wegexperten' nicht anders angegeben, gilt die längstmögliche zusammenhängende Linie innerhalb einer Weganlage als Hauptweg, von dem alle Seitenwege wegführen.

HAUPTWEGE haben folgende Eigenschaften:

- einheitliche Rechtsgrundlage
- möglichst lange Erstreckung innerhalb einer Weganlage
- ein Anfang, ein Ende, keine Verzweigungen
- Mindestens 1 Anschluss an einen WEG oder den Hauptweg einer anderen WEGANLAGE
- Unterbrechungen sind möglich

Eine WEGANLAGE kann auch aus mehreren Hauptwegen bestehen:

- bei unterschiedlicher Rechtsgrundlage
- wenn Hauptwege gleicher Rechtsgrundlage nicht unmittelbar verbunden sind. In diesem Fall ist zu entscheiden, ob es sich um einen unterbrochenen Hauptweg oder um zwei voneinander unabhängige Hauptwege handelt.

8. Nebenweg – Nr. (WNEB)

Nebenwege sind von Hauptwegen abzweigende Seitenwege, Stichwege, Zufahrten, ... oder Schleifen von Hauptwegen, die von Hauptwegen abzweigen und wieder in diese einmünden.

NEBENWEGE haben folgende Eigenschaften

- kommen nur in WEGANLAGEN vor
- einheitliche Rechtsgrundlage
- möglichst lange Erstreckung innerhalb der Nebenwege einer WEGANLAGE
- ein Anfang, ein Ende, keine Verzweigungen
- Mindestens 1 Anschluss an einen Hauptweg oder einen Nebenweg einer WEGANLAGE
- Unterbrechungen sind möglich

Die Nummerierung von Nebenwegen erfolgt laufend vom Beginn des Hauptweges an. Bei mehrfach verzweigten Nebenwegen ist darauf zu achten, daß jeweils möglichst lange Einheiten zu Nebenwegen zusammengefasst werden.

9.3. Gemeindestraßen

Gemeindestraßen liegen graphisch nur insoweit vor, als sie in der Österreichischen Topographischen Karte 1:50.000 (ÖK 50) enthalten sind und bei der Ersterfassung des Tiroler Straßen- und Wegenetzes auf ÖK50-Basis digitalisiert wurden. Attributdaten zu den jeweiligen Gemeindestraßen gibt es in unterschiedlicher Qualität und Form (analog, digital) bei den Gemeinden und sie stehen in *tiris* z.Zt. nicht zur Verfügung. Hinsichtlich der Straßenbezeichnung ist davon auszugehen, dass von der langschriftlichen Bezeichnung mit dem jeweiligen Straßennamen, über eine laufende Nummerierung bis hin zu komplexer aufgebauten Straßencodes die unterschiedlichsten Varianten existieren und die Konzeption eines *tiris*-Straßencodes, der die Integration aller bestehenden Codierungsarten ermöglicht, nicht zielführend ist.

9.3.1. Statistik-Austria (ST.AT) Straßennummern:

Die RVS 5.011 (1999) sieht für Gemeindestraßen eine Bezeichnung vor, welche die Verwendung gemeindeinterner Straßennummern bzw. der fünfstelligen Straßennummer des Österreichischen Statistischen Zentralamts (ST.AT) ermöglicht. ST.AT stellt die Nummern und Namen aller österreichischen Gemeindestraßen zum kostenlosen gemeindeweisen Download zur Verfügung (ST.AT, 2005a; Tab. 12). Eine Gesamtlieferung aller Gemeindestraßen Tirols ist kostenpflichtig.

Unter "Straße" sind in den ST.AT-Daten alle adressbildenden Texte zu verstehen. Darunter fallen nicht nur Gassen, Plätze, Wege u. dgl., sondern auch Bezeichnungen ohne diese Spezifikation wie "am Hof", "am Moos", "Graben", "Kohlmarkt", "Kleingartensiedlung Blumental" u.ä. Auch Ortschaftsnamen (wie Innerrotte, Unterdorf, Oberweißburg usw.) gelten als Straßen, wenn sie in der betreffenden Gemeinde zur Adressierung verwendet werden.

Zusätzlich zur offiziellen Schreibweise der Straße, wie von der Gemeinde verfügt, wird im Download-File noch eine Kurzversion angeboten, die mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) vereinbart wurde. Sie unterscheidet sich von der Langform im wesentlichen durch Abkürzungen für Straße, Gasse, Platz, sowie für häufige Namensteile (wie Haltestelle, Passage, Siedlung, Bahnhof, Gruppe, Sankt, akad. Titel u.ä.) (ST.AT, 2005b).

Tab. 12: Datensatz der ST.AT Straßennummern – Auszug (ST.AT, 2005a)

Gemeinde		Straße		Straße
No.	Name	No.	Name	Name kurz (nach BEV)
70101	Innsbruck	039239	Amraser Straße	Amraser Str.
70101	Innsbruck	039240	Amraser-See-Straße	Amraser-See-Str.
70101	Innsbruck	039241	Amthorstraße	Amthorstr.
70101	Innsbruck	039242	An-der-Furt	An der Furt
70101	Innsbruck	039243	An-der-Lan-Straße	An der Lan Str.
70101	Innsbruck	039244	Andechsstraße	Andechsstr.
70101	Innsbruck	060174	Andreas-Dipauli-Straße	Andreas-Dipauli-Str.
70101	Innsbruck	039245	Andreas-Hofer-Straße	Andreas-Hofer-Str.
70101	Innsbruck	039246	Angergasse	Angerg.
70101	Innsbruck	039247	Angerzellgasse	Angerzellg.
70101	Innsbruck	101680	Böhm-Bawerk Platz	Böhm-Bawerk-Pl.

Die Straßennummer ist eine laufende Nummerierung über ganz Österreich außerhalb von Wien. Insgesamt steht ein Nummernraum von 1 bis 899999 zur Verfügung. Ab 900001 beginnt Wien. Die Wiener Straßenkennziffern wurden übernommen und durch eine 9 an erster Stelle gekennzeichnet, um eine Neunummerierung zu vermeiden (ST.AT, 2001). Der überwiegende Teil der Tiroler Straßennummern nutzt nicht alle 6 Stellen, diese Nummern sind in den ST.AT - Daten mit führenden Nullen ausgestattet. Zur Codierung aller Straßen sind jedoch 6 Stellen erforderlich. Der Innsbrucker Böhm-Bawerk Platz trägt z.B. die Nummer 101680. Der Anteil der 6-stelligen Nummern wird in Zukunft zunehmen, da immer mehr Gemeinden von den alten Nummernkreisen auf eine Adressierung mittels Straßennamen (-nummern) umsteigen. Früher gab es für jede Ortschaft sogenannte Konstriptionsnummern – jede Ortschaft hatte einen oder mehrere Nummernkreise (z.B.: Unterdorf 1 – 112, Oberdorf 1 – 257).

Tab. 13: Gemeinde mit einem Nummernkreis

Gemeinde		Straße		Straße
No.	Name	No.	Name	Name kurz (nach BEV)
70901	Achenkirch	090078	Achenkirch	Achenkirch

Tab. 14: Gemeinde mit mehreren Nummernkreisen

Gemeinde		Straße		Straße
No.	Name	No.	Name	Name kurz (nach BEV)
70528	Angerberg	089864	Achleit	Achleit
70528	Angerberg	089866	Angerberg	Angerberg
70528	Angerberg	089865	Embach	Embach
70528	Angerberg	097113	Mitte	Mitte

Diese Nummernkreise werden zunehmend durch Straßennamen und Orientierungsnummern (Speckbacherstraße 1 – 45) ersetzt, die eine bessere Auffindbarkeit und Orientierung gewährleisten. Teilweise gibt es in Gemeinden auch eine Mischung beider Systeme.

In der Datenbank von ST.AT steht die Straßenkennziffer in unmittelbarer Beziehung zur Objekt Nummer des Österreichischen Gebäuderegisters (rund 2Mio Gebäudeadressen), auf der alle adressbezogenen Erhebungen, wie zum Beispiel die Volkszählung, aufbauen. Die Straßenkennziffer findet auch in der digitalen Katastralmappe des BEV, den lokalen Melderegistern der Gemeinden und im zentralen österreichischen Melderegister, welches ab Mai 2001 beim BM für Inneres eingerichtet wird, Verwendung. Das ST.AT gleicht die Adressen mit der DKM des BEV ab (ST.AT 2001).

Da über die Straßennummer eine Verbindung zwischen **tiris**-Straßengraph und **tiris**-Adressverortung hergestellt werden kann, sollte die Straßennummer auf jeden Fall ein Standardattribut eines integrierten Tiroler Straßen- und Wegegraphen sein.

Zwischen bei **tiris** vorhandenen ST.AT – Adressdaten aus der Volkszählung 1991 und Straßendaten im oben beschriebenen Format aus dem Internet konnte keine Verbindung über die Straßennummer hergestellt werden, da die Adressdaten keine Straßennummer enthielten. Über die abgekürzte Straßenbezeichnung nach BEV konnten Adress- und Straßendaten miteinander in Beziehung gesetzt werden. Bei

zukünftigen Bestellungen von ST.AT – Adressdaten ist jedenfalls unbedingt darauf zu achten, dass auch die Straßenummer mitgeliefert wird. Straßennamen sollten in der Regel zwar auf Gemeindebasis eindeutig sein, eignen sich aber sicher nicht als Schlüsselfeld auf Landesebene.

9.3.2. Straßentypen nach RVS 5.011

Neben der Möglichkeit einer ST.AT -konformen Nummerierung schlägt die RVS 5.011 (1999) auch einen alphabetischen Schlüssel zur Kategorisierung aller Straßen vor, die nicht Bundes- oder Landesstraßen sind:

Tab. 15: Kategorien aller Straßen, die nicht Bundes- oder Landesstraßen sind, nach RVS 5.011 (1999)

H	Gemeindestraße 1. Ordnung, Hauptstraße
G	Gemeindestraße 2. Ordnung, Sammelstraße oder Gemeindestraße ohne hierarchische Gliederung
Z	Gemeindestraße 3. Ordnung, Erschließungsstraße
V	Privatstraße, Genossenschaftsstraße, Gesellschaftsstrecke
W	Sonstiger Weg, wie öffentlicher Interessentenweg, Güterweg, Forstweg, usw.
O	Straßenummer (Gemeindestraße) nach dem Straßenverzeichnis des ST.AT

Eine Gliederung der Gemeindestraßen nach ihrer Bedeutung in Straßen 1. 2. und 3. Ordnung entsprechend diesem Vorschlag brächte neben differenzierteren kartographischen Möglichkeiten auch zusätzliche Informationen für Planungszwecke. Leider sind in der RVS 5.011 keine Zuordnungskriterien für diese Straßenkategorien angeführt. Die Abgrenzung zwischen Hauptstraße, Sammelstraße und Erschließungsstraße müsste auf jeden Fall durch präzise und leicht nachvollziehbare Definitionen sichergestellt werden, um unscharfe Zuordnungen zu vermeiden, die letztlich die Kategorisierung wieder ad absurdum führen würden.

Die Kategorien V (Privatstraße, Genossenschaftsstraße, Gesellschaftsstrecke) und W (Sonstiger Weg, wie öffentlicher Interessentenweg, Güterweg, Forstweg, usw.) werden durch den unter 6. 'Objektcode' dargestellten Objektcode detaillierter abgebildet und sollten daher nicht zur Anwendung kommen.

9.3.3. Nummerierungsvarianten für Gemeindestraßen

Für die Nummerierung der Gemeindestraßen ergeben sich folgende Varianten:

Tab. 16: Nummerierungsvarianten Gemeindestraßen

	GEMEINDE vergibt eigene Straßennummern	ST.AT- Nummern bezeichnen echte Straßen
1	JA	JA
2	JA	Nein
3	nein	JA
4	nein	Nein

Variante 1: Zugriff sowohl auf mit der Straßennummer der Gemeinde in Verbindung stehende Daten und Gebäudedaten von ST.AT möglich.

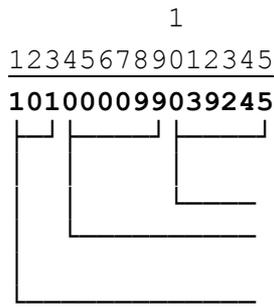
Variante 2: Zugriff auf straßenbezogene Daten der Gemeinde möglich, Adressbildung nicht straßenbezogen. Um eine Adressbildung zu ermöglichen wird über alle Straßen eines Nummernkreises die gleichlautende jeweilige ST.AT- 'Straßennummer' vergeben. Wird von einer Adressierung nach Nummernkreisen auf eine Adressierung mit Straßennamen und Orientierungsnummern umgestellt, sind die eindeutigen ST.AT-Nummern nachzutragen.

Variante 3: Keine Straßendaten auf Gemeindeebene, Zugriff auf Gebäudedaten von ST.AT möglich. So weit die Gemeindestraßen adressbildend sind, also von der ST.AT- Nummerierung erfasst sind, können sie auf Gemeindeebene übernommen werden, darüber hinaus wäre eine laufende Nummerierung der restlichen Straßen erforderlich. Alternativ dazu kann auf Gemeindeebene parallel zur ST.AT-Nummerierung auch eine eigene laufende Nummerierung aufgezogen werden.

Variante 4: ST.AT-Adressierung nach Nummernkreisen, keine Straßendaten auf Gemeindeebene. Laufende Nummerierung der Gemeindestraßen erforderlich, über alle Straßen eines Nummernkreises wird die gleichlautende jeweilige ST.AT- 'Straßennummer' vergeben.

Obwohl bezüglich der für eine Nummerierung auf Gemeindeebene erforderlichen Stellen davon ausgegangen werden kann, dass aufgrund der zu erwartenden Anzahl an Gemeindestraßen dafür nicht mehr als 4 Stellen erforderlich sind (für Innsbruck listet die ST.AT-Datenbank mit Stand 05.04.2001 5:00 Uhr 614 Straßen), sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass sich Gemeinden bei der Nummerierung ihrer Straßen an den ST.AT-Nummern orientieren. Für diesen Fall sind auch auf Gemeindeebene 6 Stellen für die Straßennummer zu reservieren.

Eindeutige Nummer für Gemeindestraßen unter Berücksichtigung möglicher Datenbankverbindungen zu Gemeinde- und ST.AT-Daten



ST.AT	ST.AT Straßencode (1-n auf Bundesebene)
TG-NR	Straßennummer der Gemeinde (1 –n auf Gemeindeebene)
RAUMNR	Gemeindennummer

9.4. Güterwege

Neben einer detaillierten Auflistung der für eine umfassende Güterwege-Datenbank erforderlichen Tabellen und Merkmale wurde von der Abteilung Agrartechnik folgender Vorschlag zur eindeutigen Codierung der Güterwege gemacht (ATLR-Agrartechnik, 2000):

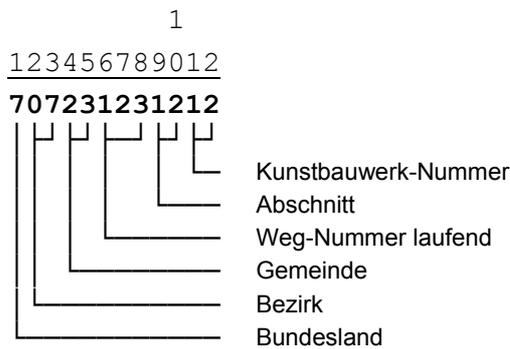
Tab. 17: Codierungsvorschlag Güterwege (ATLR-Agrartechnik, 2000)

- Bundesgemeindeschlüssel
- Kategorien
 - GS Gemeindestraße
 - GW Güterweg
 - IS Interessentenstraße
 - PW Privatweg
 - RW Radweg
 - SO Sonstiger Weg
 - SB Seilbahn ?
- laufende Wegnummer je Gemeinde
- Abschnittsnummer
- Kürzel für
 - Kunstbauwerke (KBW) bzw.
 - Katastrophenschaden (KAT)
 - mit laufender Numerierung

Beispiele:

GW-70723-023	Güterweg-Nummer.23
IS-70723-011/02	Interessentenstraße 11, Abschnitt 2
GS-70723-005-KBW01	Gemeindestraße 5, Kunstbauwerk 1

Eindeutige Nummer für Güterwege:



Katastrophenschäden können, entweder wie im Salzburger Informationssystem für das ländliche Straßen- und Wegenetz als Punkte in einer eigenen Datenschicht abgelegt werden (), oder ohne zusätzlichen Digitaliseraufwand in einer eigenen Tabelle in der Sachdatenbank verwaltet werden, die über obige Nummer zum jeweiligen Weg / Abschnitt / Kunstbauwerk in Beziehung gesetzt werden kann.

Die in den Datenbankanforderungen der Abteilung Agrartechnik angeführte Abbildung von Radwegen kann auf Datenbankebene über Routentabellen gelöst werden, die alle jeweils zu einer Radroute gehörigen Straßenabschnitte enthält. Auf die Weise können auch mehrere parallele Routen einfach abgebildet werden.

Tab. 18: Übersetzungstabelle Objektcodes Agrartechnik >> tiris-Objektcodes

Agrar	tiris	Bezeichnung
GS	TG	<u>G</u> emeindestraße
IS	TI	öffentliche <u>I</u> nteressentenstraße
PW	TP	öffentliche <u>P</u> rivatstraße
	FF	<u>F</u> orststraße
GW	GG	<u>G</u> üterweg
SO	UN	z.Zt. <u>n</u> icht geregelt – Regelung möglich
SO	UP	<u>P</u> rivatstraße/weg ohne Regelungsbedarf
SO	UU	Rechtsgrundlage <u>u</u> nbekannt

Was die behördliche Zuständigkeit betrifft, so können im Bereich der Güterwege folgende Sonderfälle auftreten:

- Für Wege, die sich über mehrere Gemeinden erstrecken, ist die Bezirkshauptmannschaft zuständig
- Für Wege, die sich über mehrere Bezirke erstrecken, ist das Land zuständig.

Die Abbildung von Zuständigkeiten ist nicht in der eindeutigen Güterweg-Nummer vorgesehen, sondern sollte in einer eigenen Datenspalte der Attributdaten erfolgen.

9.5. Almwege

Alm-(Asten)-Wege sind ganz allgemein Wege, die Almen (Asten) erschließen. Almen sind mit einer siebenstelligen Betriebsnummer eindeutig identifiziert. Asten die nicht als Almen geführt werden, können mit einer fiktiven Betriebsnummer gekennzeichnet werden (ATLR-Almwirtschaft, 2000).

Zum Teil wurden diese Wege bereits im Zuge der Digitalisierung des forstlichen Wegenetzes in der Kartenebene mit erfasst und tragen bereits eine Weganlagen- bzw. Teilstücknummer nach der unter 'Forststraßen' beschriebenen Systematik. Von insgesamt 12.141 in der forstlichen Wegedatenbank erfassten Anlagen-Teilstücken sind 372 Almwege.

Tab. 19: Almwege – erforderliche Sachdaten (ATLR-Almwirtschaft, 2000)

Attributierung:

Rechtliche Grundlagen: (einzeln oder auch in Kombination)

- GSLG-Wege (Güter- und Seilwege-Landesgesetz)
- Forstwege (Forstgesetz)
- Öffentliche Straßen- und Wege (Tiroler Straßengesetz)
- Privatwege mit Bescheid (z.B. nach dem Tiroler Naturschutzgesetz)
- Privatwege ohne Bescheid (Länge unter 500 lfm, unter 1700 Höhenmeter)
- unbekannt

Bescheid:

- Bescheidzahl
- Bescheiddatum

Ansprechpartner:

- Name des Rechtsträgers (Bringungsgemeinschaft etc.)
- Obmann, Ansprechpartner, Zustellungsbevollmächtigter
- Geburtsdatum
- Straße, Hnr
- PLZ
- Ort
- Gemeindekennziffer
- Telefon

Technisch, administrativ:

- Befahrbarkeit (LKW mit Anhänger, LKW 25 to, LKW 16 to, Traktor)
- Tragfähigkeit der Weganlage [to]
- Maximale Längsneigung [%]
- Minimale Wegbreite [m]
- kleinster Kehrenradius [m]
- Tragfähigkeit Brücken [to]
- Brücken - Fahrbahnbreite [m]
- Durchlässe (Höhe, Breite) [m]
- Tunnels (Höhe, Breite) [m]
- Sperrungen (z.B. Schranken, Gatter)
- Mautstrecke
- Schneeräumung mit Zuständigkeit

Mehrfachnutzungen:

- MTB Weg
- Rodelweg
- Schiweg

Da im Bereich der Almwege z.Zt. keine umfangreichen digitalen Sachdaten existieren, die eine Übernahme des durch die Weganlagen- und Teilstückgliederung der forstlichen Wegedaten vorgegebenen Primärschlüssels erfordern, erscheint es sinnvoller, die logische Struktur der Almwege an die der Güterwege anzupassen. Auch die starke Ähnlichkeit der erforderlichen Sachdaten legt diesen Schritt nahe.

Die Extraktion der Almwege-Daten aus den Daten des forstlichen Wegenetzes kann auf der Basis der Anlagennummer erfolgen. Almwege wurden mit Nummern zwischen 301 und 499 bezeichnet. Sofern vorhanden, können auf dieser Basis auch Sachdaten der forstlichen Wegedatenbank übernommen werden, die sich auf Almwege beziehen

Tab. 20: Almweg-Anlagen in der forstlichen Wegedatenbank

BezNr	Bezirk	GemNr	Gemeinde	nWeganlagen
7	Lienz	704	Anras	2
7	Lienz	705	Assling	1
7	Lienz	708	Gaimberg	1
7	Lienz	709	Hopfgarten/Deferegggen	10
7	Lienz	710	Innervillgraten	8
7	Lienz	713	Kartitsch	1
7	Lienz	717	Matrei/Osttirol	3
7	Lienz	719	Nußdorf-Debant	1
7	Lienz	723	Prägraten	1
7	Lienz	724	St.Jakob/Deferegggen	6
7	Lienz	726	St.Veit/Deferegggen	5
7	Lienz	732	Tristach	1

Wie Tab. 20 zeigt, wurden die Almwege lediglich im Bezirk Lienz bei der Ersterfassung der Forstwege explizit miterfasst. Sofern die Almwege aber nicht unmittelbar der Erschließung des Waldes dienen, wurden sie auch dort seit der Ersterfassung nicht mehr auf dem letzten Stand gehalten.

10. Straßen- und Wegedatenbanken

Straßen- und Verkehrsplanung braucht heute ein Instrumentarium, mit welchem die Daten der Raumnutzung, aber auch der anderen Bereiche des Verkehrs, wie zum Beispiel Wegeplanung, Verkehrssicherheit, Verkehrsökologie, rasch und einfach zugänglich gemacht werden, und mit dessen Hilfe die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Disziplinen vom Fachmann leicht erkannt und berücksichtigt werden kann (Gobiet, 1995, S82).

Straßen- und Wegedatenbanken sind aus dieser Sicht ein wesentlicher Teil integrierter Verkehrsinformationssysteme in denen relationale Datenbanken zur effizienten Verwaltung von Sachdaten mit Geographischen Informationssystemen, welche die räumliche Verortung, Darstellung und Analyse dieser Sachdaten ermöglichen, gekoppelt werden.

10.1. konzeptionelle Grundlagen

10.1.1. Bezugssystem

Zur Verwaltung von Sachdaten, die logisch mit dem Straßengraphen in Verbindung stehen, aber physisch unabhängig von diesem verwaltet werden sollen, haben sich lineare, auf Entfernungs- bzw. Längenangaben basierende Bezugssysteme bewährt, die folgenden Anforderungen genügen sollten (vgl. Kollarits, 1999, S5):

- Eindeutige Bezeichnung jedes Bezugselements
Straßennummern im hochrangigen, Straßencodes im niederrangigen Straßennetz, wobei Zusatzcodes für Abzweigungen, Rampen, Knoten, etc. zur Wahrung der Eindeutigkeit erforderlich sind (vgl. RVS 5.021)
- Fixpunkte in regelmäßigen Abständen an jeder Verkehrsachse
Kilometertafeln im hochrangigen Verkehrsnetz, Kreuzungspunkte von Verkehrsachsen im niederrangigen Verkehrsnetz. Richtlinien regeln die eindeutige Bezeichnung der Kilometertafeln bei Fehl- und Doppelkilometrierung (vgl. RVS 5.021). Im niederrangigen Verkehrsnetz ergibt sich die Bezeichnung der als Fixpunkte dienenden Kreuzungspunkte aus der Bezeichnung der in der Kreuzung zusammenlaufenden Verkehrsachsen.
- Eindeutiger zeitlicher Bezug sowohl der Verkehrsachsen als auch der Fixpunkte
' Eine wesentliche Anforderung zur Dauerhaften und sicheren Aktualisierung der Datengrundlagen ist ein zeitlicher Bezug. Nur wenn jede Verkehrsachse und jeder Fixpunkt mit dem Datum des Beginnes sowie – wenn erforderlich – dem Datum des Endes ihrer Wirksamkeit versehen wird (Geburts- und Sterbedatum), lassen sich Veränderungen im Bezugssystem zeitlich dynamisch verwalten und jederzeit nachvollziehbar dokumentieren. Diese Berücksichtigung des Zeitfaktors ist vor allem für zeitreihenbezogene Analysen oder aber auch die Einbindung älterer, bereits über längere Zeiträume hinweg bestehender Datensätze von großer Bedeutung ' (Kollarits 1999, S6).

10.1.2. Datenmodell

Betriebsnetze dienen der Abbildung / Modellierung / Simulation von Verkehrsgeschehen. Dafür ist vor allem die topologische Information – das Netzwerk aus Knoten und Kanten – relevant. Die Lageinformation ist in Betriebsnetzen ohne Bedeutung, deshalb wird sie oft auch stark generalisiert dargestellt (z.B. Karten von U-Bahn-Netzen). Ausschlaggebend ist die Gewichtung der einzelnen Knoten und Kanten z.B. hinsichtlich ihrer Konnektivität und ihres Widerstandes. Betriebsnetze bilden die Grundlage für Verkehrsmodelle, Belastungsstudien oder die Lösung von Netzwerkproblemen wie z.B. Routenplanungen oder Fahrzeitberechnungen,... etc. (vgl. Zagel 1997, Kollarits 1999)

Wichtige Informationen die in Betriebsnetze eingehen sind z.B:

- gesperrte Wege oder Streckenabschnitte
- Einbahnregelungen
- Ampelwartezeiten und Vorrangregeln
- Tageszeitliche Veränderungen an Kreuzungen und Straßen (Stoßzeiten)
- Restriktionen für bestimmte Verkehrsteilnehmer (z.B. Schwertransporte)
- Temporäre Veränderungen der Abbiegebedingungen (Umleitungen)
- Richtungsabhängige Verkehrsbelastungen (z.B. bei Ausfallstraßen)

Verwaltungsnetze dienen der Abbildung und Verwaltung des Straßenraumes z.B. mit Hilfe von Stationierungsrouten.

Im Rahmen eines Datenmodells sollten beide Modelle, jeweils für sich getrennt existieren können und nur die für ihre Aufgabenstellung notwendigen Informationen beinhalten. Ausgehend von der gemeinsamen Basisgeometrie des Netzwerks der Straßenachsen sollte aber eine vollständige und eindeutige logische Verknüpfung von Betriebs- und Verwaltungsnetzen auf folgende Art möglich sein (Kollarits 1999, S6):

- Adressierung im linearen Bezugssystem (aufbauend auf Stationierungsrouten)
- Bezug von Stationierungsrouten und allen darauf aufsetzenden Ereignissen auf die Basisgeometrie
- Ableitung der Topologien von Betriebsnetzen aus der identen Basisgeometrie
- Methoden zum Transfer von Ereignisdaten aus Verwaltungsnetzen auf Betriebsnetze bzw. von Modellierungsergebnissen aus Betriebsnetzen auf Stationierungsrouten in Verwaltungsnetzen

Daraus ergeben sich auch eindeutige Anforderungen an die Basisgeometrie (Kollarits 1999, S6):

- Die Basisgeometrie muss vollständig sein, also tatsächlich alle befahrbaren Straßen umfassen, damit für alle Anforderungen Betriebsnetze abgeleitet werden können
- Die Daten müssen möglichst (tages)aktuell sein

- Die Qualität der Daten muss sichergestellt sein (Verlässlichkeit der Angaben, geometrische Genauigkeit)

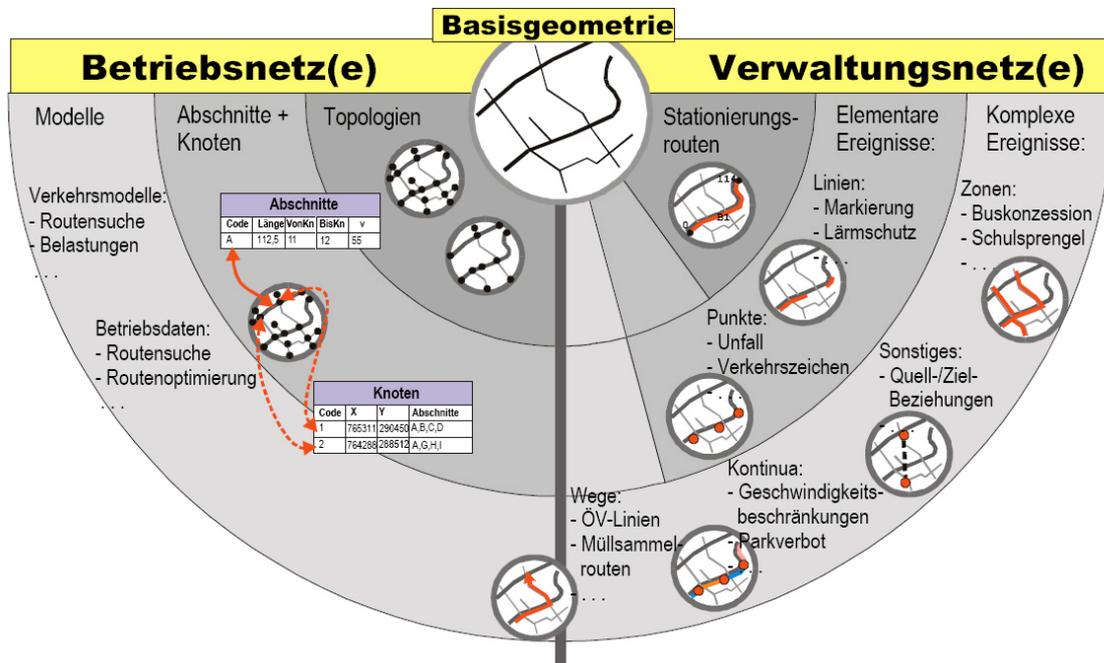


Abb 30: Elemente eines Datenmodells für Verwaltungsnetze und Betriebsnetze
(Kollarits 1999 S7)

10.1.3. Datenerfassung und -Wartung

Neben dem verständlichen Wunsch nach einer möglichst vollständigen Abbildung des Straßenraumes stehen beim Aufbau einer Straßendatenbank vor allem zwei Fragen im Vordergrund:

- Welche Daten werden wirklich gebraucht ?
- Welche Daten können nach der Ersterhebung auch zuverlässig gewartet und aktuell gehalten werden ?

Die flächendeckende Ersterhebung von Datenbeständen kann oftmals vergleichsweise einfach und effizient durch einmalige, konzentrierte Aktionen von speziell dafür abgestellten Teams oder zentralen Stellen, die mit dem Datenbankaufbau betraut sind, erfolgen. Dies gilt vor allem für Bau- Struktur- und Organisationsmerkmale, mit denen ein Straßennetz (Verwaltungsnetz) grundsätzlich beschrieben werden kann. Mit großem Aufwand erstellte Datenbanken werden aber schnell wertlos und eignen sich nicht mehr als Planungs- und Entscheidungsinstrumente, wenn ihre Inhalte nicht mehr aktuell sind. Es sollten also nur Daten erfasst werden, deren Wartung auch in weiterer Folge sichergestellt werden kann. Ist neben der grundsätzlichen Abbildung des Straßennetzes auch die Abbildung verkehrsbezogener Informationen erwünscht (Betriebsnetz), so ist vielfach höchste Datenaktualität gefordert, die nur durch ein gut

funktionierendes Meldesystem gesichert werden kann, das die Dateneingabe und – Wartung möglichst nahe an den Entstehungsort der Daten verlagert.

10.1.4. Standards

Bei der Konzeption eines Straßen- und Wegeinformationssystems ist auf bestehende nationale und Internationale Vorgaben und Richtlinien Bedacht zu nehmen, welche die Integrierbarkeit der Daten in übergeordnete Systeme ermöglichen.

Kollarits (1999) sieht die Definition von verbindlichen Datenstandards, Austauschformaten und Normen zwar als bedeutenden Schritt in Richtung einer gewünschten Integration der unterschiedlichen Anwendungsbereiche von Verkehrs- und Straßeninformation, weist aber gleichzeitig darauf hin, dass auch bei den Standards eine gewisse Divergenz der einzelnen Anwendungsbereiche zu erkennen ist. So können z.Zt. Standards, die beispielsweise für die Fahrzeugnavigation und die Verkehrsstelematik (Betriebsnetze) entwickelt werden trotz größtenteils identer Dateninhalte kaum im Bereich des Infrastrukturmanagements (Verwaltungsnetze) eingesetzt werden.

Standards und Richtlinien für den Verkehrsbereich:

- **ISO/DIS 14825 - Geographic Data Files (GDF)**

(ISO 14825, 2004)

Der ISO 14825 - Standard beschreibt ein konzeptionelles und logisches Datenmodell und ein Austauschformat für Geografische Daten im Bereich 'Intelligente Transportsysteme' (ITS). Beschrieben werden mögliche Inhalte (Features, Attribute, Beziehungen), Vorgaben zur Repräsentation dieser Inhalte, sowie eine Metadatenstruktur. Der Standard ermöglicht auch die Abbildung von Informationen zur Beschreibung des Straßenumfeldes, wie administrative Einheiten, Adressbereiche, Landbedeckung und Points of Interest (POI) u.ä..

Der GDF-Standard ist ein speziell für den Verkehrs- und Transportbereich geschaffenes Datenaustauschformat. Es wird von der EU für Verkehrsprojekte empfohlen und von der Gruppe um Teleatlas verwendet und weiter entwickelt. Auch das Datenmodell des in Planung befindliche Informationssystem für die österreichischen Verkehrsnetze – 'BUVIS' orientiert sich am GDF-Standard (AXMANN et al, 2000, S26). GDF dient als Datenstandard, definiert Methoden der Datenerfassung und beschreibt Grundelemente, Attribute und deren Relationen in drei unterschiedlichen Detaillierungsebenen:

ISO/DIS 14825(E)

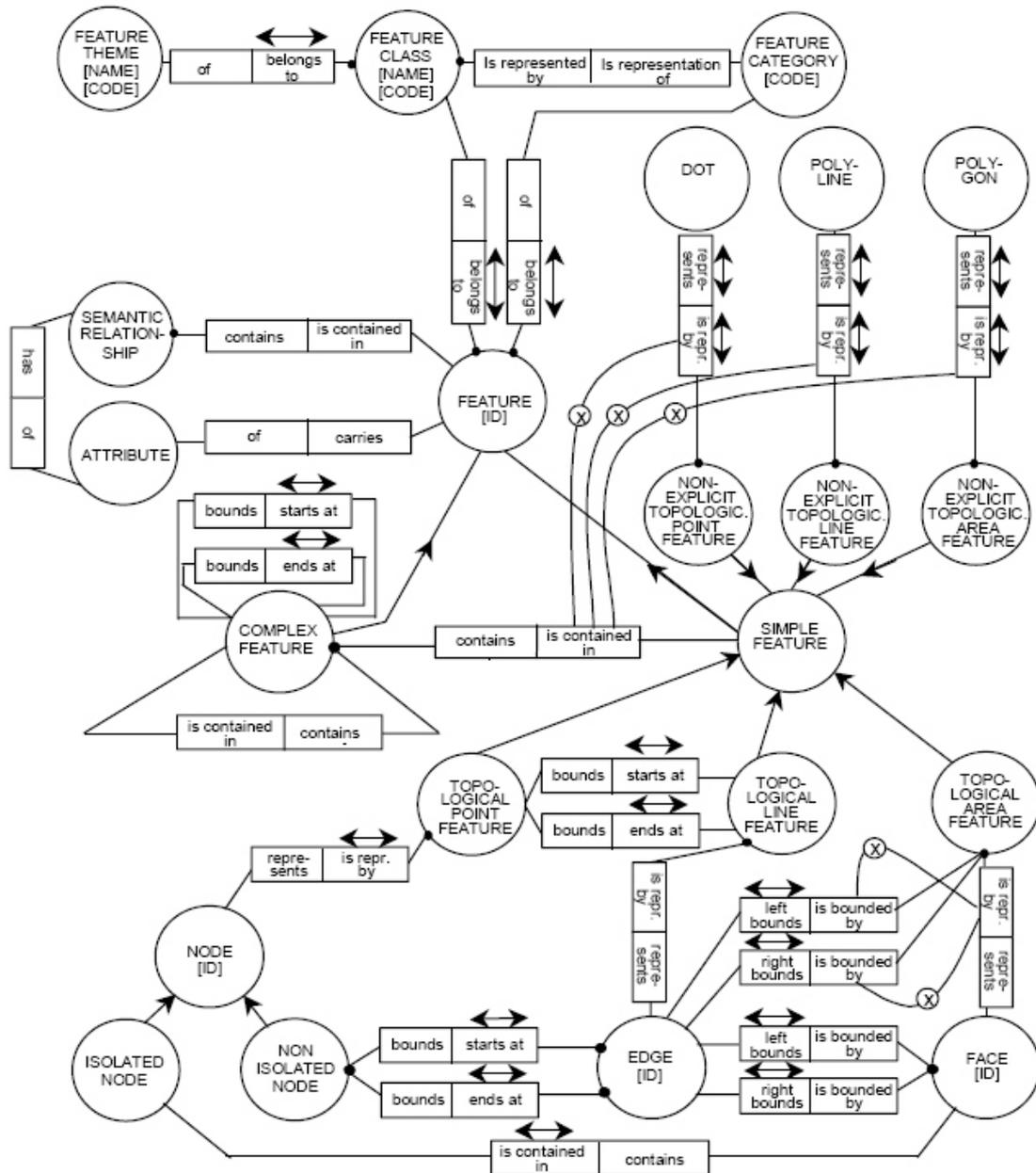


Abb 31: Überblick GDF-Datenmodell (ISO/DIS 14825, 2004)

Level 0 - Elementare Objekte:

Knoten (0 – dimensional) >> DOT

Kanten (1- dimensional) >> POLYLINE

Flächen (2- dimensional) >> POLYGON

Level 1 - Simple Features.

Level 1 ist der am meisten verwendete GDF-Level. Er beschreibt einfache Features wie Straßen, Flüsse, Grenzen, Verkehrszeichen etc. Auf dieser Ebene können den Features auch Attribute und bestimmte Beziehungen zu anderen Features (Abbiegeverbote, Vorrangregeln, etc.) zugeordnet werden. Simple Features werden aus Level-0 – Objekten zusammengesetzt.

Level 2 - Complex Features.

Auf diesem Level werden Simple Feature auf einer höheren Ebene aggregiert. Wie z.B. die einzelnen Segmente eines Kreisverkehrs durch einen Punkt, oder zwei Richtungsfahrbahnen einer Autobahn durch eine einzige Linie. Eine unmittelbare Aggregation von Level-0 – Bausteinen zu Complex Features ist nicht möglich.

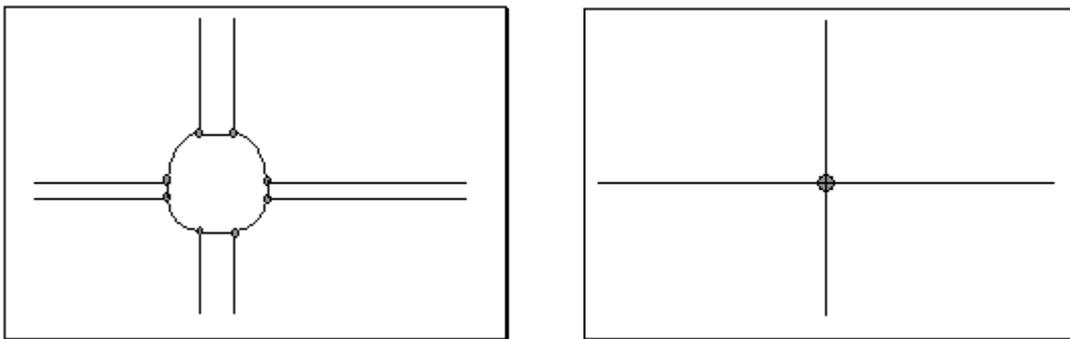


Abb 32: Kreisverkehr GDF-Level 1 GDF Level 2 (Quelle: GDF-Standard)

Österreich:

- **RVS 5.011: (1999):** Verkehrsinformationssysteme – Grundlagen. Bezugssysteme für Straßen. –. (Vorschlag des Arbeitsausschusses GIS-Verkehr, Stand 01.06.1999).
- **RVS 5.021 (1996a):** Stationierung von Straßen: Grundlagen der Stationierung. – Wien (Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen. Arbeitsgruppe „Verwaltung und allgemeine Grundsätze“).
- **RVS 5.022 (1996b):** Stationierung von Straßen: Kilometerzeichen. – Wien (Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen. Arbeitsgruppe „Verwaltung und allgemeine Grundsätze“).

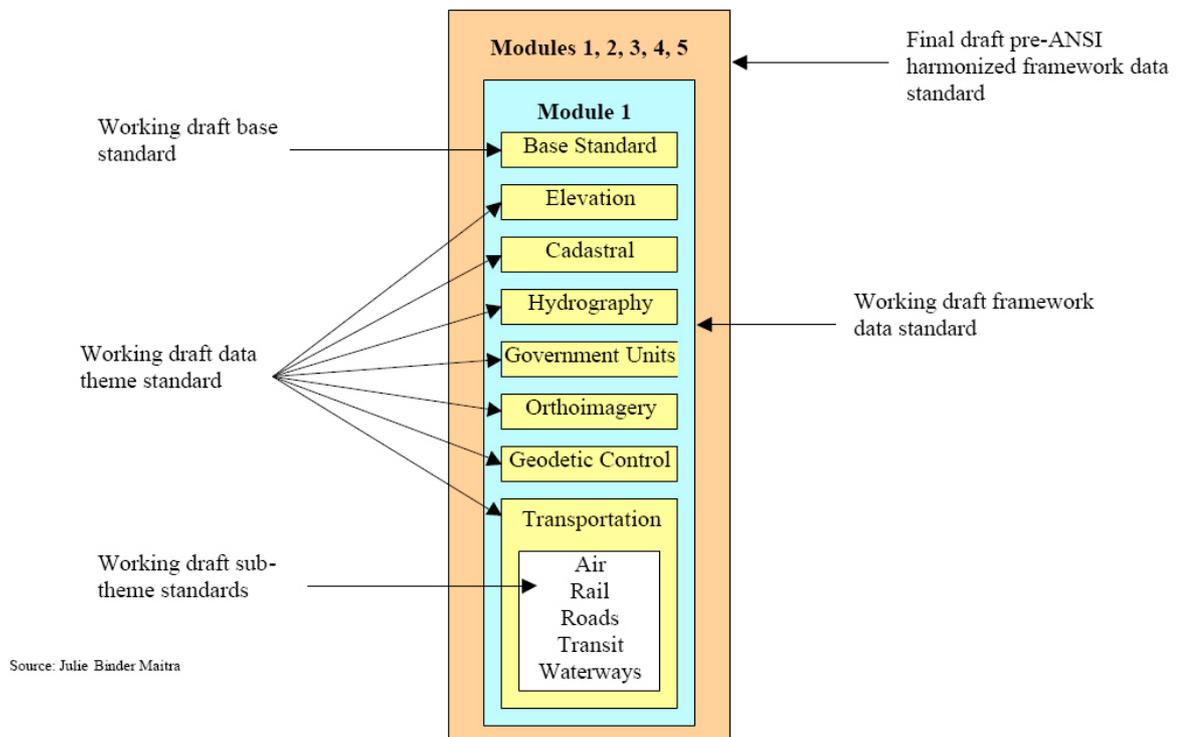
Die RVS-Standards besitzen für die jeweils nachgeordneten Öffentlichen Dienststellen verbindlichen Charakter. Im Rahmen der Einrichtung des Bundesverkehrsinformationssystems (BUVIS) soll der GDF-Standard auf der Grundlage des nach RVS 5.011 definierten Bezugssystems als Datenmodell implementiert werden. Im Unterschied zum Bezugssystem nach RVS 5.011, in dem Fehl- und Doppelkilometer möglich sind, benutzt GDF eine durchgehende (summierte) Kilometrierung. Für den Datenaustausch mit den Bundesländern wird deshalb vorgeschlagen, im BUVIS beide Arten der Kilometrierung vorzuhalten (AXMANN et al, S. 35).

USA:

- **Geographic Information Framework**
Data Content Standard for Transportation Networks:

Geo Spatial One Stop, die Datendrehscheibe im Rahmen der nationalen Geodateninfrastruktur (NSDI – National Spatial Data Infrastructure) der USA koordinierte in den Jahren 2002 bis 2003 die Entwicklung von Vorschlägen für Normen zur Förderung und Vereinfachung des Geodaten-Austausches im Internet. Diese 'Draft Content Standards' für 7 Themenbereiche von zentraler Wichtigkeit für die nationale Geodateninfrastruktur (Geospatial One-Stop, 2005a) beinhalten auch einen Block von Normen für den Transportbereich (Geospatial One-Stop, 2003). Relevant für die Abbildung von Straßen und Wegen sind der 'Base Transportation Standard' und der Standard ' Roads'

A Nested View of Geospatial One-Stop Harmonization



DRAFT March 13, 2003

(Geospatial One-Stop, 2005b,c).

Abb 33: Vorschläge zur Normung von Datenstrukturen im Rahmen der nationalen Geodateninfrastruktur der USA (NSDI); (Geospatial One-Stop, 2003)

Die Normungsvorschläge durchlaufen zur Zeit einen Begutachtungsprozess und sind in ihrer Endfassung für Anfang 2005 angekündigt (MAITRA 2004).

Der **Base Transportation Standard** (Geospatial One-Stop, 2005b) regelt

- lineare Bezugssysteme,
- die Konstruktion von Primärschlüsseln zur eindeutigen Identifikation von Datensätzen,
- den Umgang mit der unterschiedlichen Abbildung identer realweltlicher Objekte in verschiedenen Datenbasen (unterschiedliche Lagegenauigkeiten, verschiedene lineare Bezugssysteme),
- Struktur und Inhalt von Metadaten, und
- die Anwendung bereits in ISO-Normen definierter UML-Klassen zur Abbildung räumlicher Daten auf Transportsysteme.

Der **Roads-Standard** definiert, aufbauend auf den Base Transportation Standard (Geospatial One-Stop, 2005c) ein dreiteiliges Modell zur Abbildung von Straßennetzwerken:

- Ein Segmentierungs-Modell definiert Segmente, Aggregationen von Segmenten und damit verbundene Geometrien, sowie Topologien.
- Ein Event-Modell beschreibt die Lauflängen-bezogene Abbildung von Attributen entlang von Straßensegmenten.
- Ein Modell zur Linearen Referenzierung, beschreibt die Messmethode zur Zuweisung von Attributen zu Straßensegmenten über die Definition von Endpunkten und Längserstreckungen. Im Detail wird dieses Modell im Base-Standard beschrieben, der sich wiederum auf den z.Zt. im Genehmigungsstadium befindlichen ISO Standard 19133 ' Geographic Information – Location Based Services Tracking and Navigation' bezieht (siehe ISO/TC211, 2005).

10.2. inhaltliche Grundlagen

Gobiet (1995, S83) liefert eine exemplarische Aufzählung der für ein Straßeninformationssystem auf Landesebene erforderlichen Daten, wobei es vom Betreiber abhängt, welche Anforderungen er im Einzelfall an sein System stellt:

- Verzeichnis der Straßenabschnitte, Einheitliches Bezugssystem
- Straßennamen, Station und Länge des Straßenabschnittes, Hinweis auf allfällige Fehl- bzw. Doppelkilometer
- Technische Daten der Straße
 - Beschreibung der Lage (Bogen, Gerade usw.)
 - Beschreibung des Längsschnittes (Steigungsverhältnisse)
 - Beschreibung des Querschnittes (Breite, Decke, Tragfähigkeit usw.)
- Beschreibung aller Hilfsbauwerke bzw. –anlagen (Brücken, Mauern, Entwässerungsbauwerke, Parkplätze, Kreuzungen, Grundstückseinfahrten, ...)
 - Brückenkatster als eigene Datenbank

- Daten der Rechtsakte bzw. Verfahren einer Straße
– eigene Projektsdatenbank
- Verkehrsleiteinrichtungen / Verkehrszeichen
Art, Stationierung und Daten der dazugehörigen Verordnungen
- Ergebnisse der Kostenrechnung der Straßenverwaltung und –erhaltung
(Betriebsabrechnung)
- Verkehrsstatistische Daten
– meist eigene Datenbank (Ergebnisse von Verkehrserhebungen, automatisch oder gutachterlich ermittelte Werte)
- Unfalldaten, Art und Stationierung

11. Konzeptionelles Datenmodell

Die Erstellung von Informationssystemen erfordert eine hinreichende Abstraktion realweltlicher Phänomene. Einer der ersten Schritte in diese Richtung ist, nach einer gründlichen Analyse, der Entwurf eines konzeptuellen Datenmodells. Ein konzeptuelles Datenmodell soll die abzubildenden Strukturen möglichst einfach, verständlich und übersichtlich veranschaulichen (vgl. ADAMS et al, 2001, S11), und ist ein Werkzeug zum besseren Verständnis von Daten und Abläufen. Das vorliegende konzeptionelle Datenmodell ist als Vorschlag und Diskussionsgrundlage zu verstehen und erhebt keinen Anspruch auf Endgültigkeit oder Vollständigkeit. Entwickelt wurde es in Anlehnung an das ArcGIS Transportation Data Model (UNETRANS) (CURTIN, 2003), das für eine weiterführende logische Datenmodellierung eine Reihe von ArcGIS-spezifischen Klassen-Templates zur Verfügung stellt.

Straße Weg allgemein

Die Klasse 'Straße_Weg_allgemein' ist eine abstrakte Klasse und enthält alle Basisattribute einer Straße. Objekte können aus allgemeinen Klassen nur erstellt werden, wenn sie gleichzeitig auch Mitglied einer konkreten Unterklasse (Bundesstraße, Landesstraße, etc. ...) sind. Abstrakte Klassen sind durch kursive Schrift gekennzeichnet. Die einzelnen Straßenklassen von der Bundesstraße A bis zum Almweg können über die von 'Straße_Weg_allgemein' vererbten Basisattribute hinaus noch ein Set von individuellen Attributen haben.

Attribute mit Erklärungsbedarf:

- [Graph_Länge] aktuelle Länge eines Abschnittes
- [Graph_Länge-1] Länge eines Abschnittes vor der letzten Änderung
- [Graph_Länge_ed] Binärer Flag
- [Graph_Datum] Datum der letzten Änderung eines Abschnittes
- [Graph_Datum-1] Datum der vorletzten Änderung eines Abschnittes
- [Graph_Zuständigkeit] Zuständige *tiris*-Station
- [Graph_Bearbeiter] *tiris*-Bearbeiter

Die Attribute [Graph_Länge] und [Graph_Länge-1] sollen das Aufspüren von Abschnitten ermöglichen, deren Längen bei einem Editiervorgang verändert wurden und deren Routen- und Eventtabellen deshalb entsprechend nachgeführt werden müssen. Folgender, in einer Applikation zu unterstützender Ablauf ist angedacht:

- (1) Initiale Routenbildung
[Graph_Länge] = [Graph_Länge-1]
- (2) Ein Abschnitt wird editiert, seine Länge ändert sich
[Graph_Länge] <> [Graph_Länge-1]
- (3) Der betreffende Datensatz wird zur Nachverfolgung markiert
UPDATE [Table]
SET [Graph_Länge_ed] = 1
WHERE [Graph_Länge] <> [Graph_Länge-1]
- (4) Die Routen und Eventtabellen werden nachgezogen,
ihre Aktualisierung wird überprüft und bestätigt.
- (5) Die Markierung wird wieder zurückgestellt und [Graph_Länge-1] wird die aktuelle neue Länge zugewiesen.

[Graph_Datum], [Graph_Datum-1], [Graph_Zuständigkeit] und [Graph_Bearbeiter] sollen bei ev. Erforderlichen Nachfragen die Kommunikation erleichtern. Der oben beschriebene Ablauf gilt sinngemäß auch für das Attribut [Graph_Datum-1].

Wartung

Bei der Erstellung eines neuen Straßenobjektes wird über das Attribut < Graph_Zuständigkeit > die für die Wartung zuständige tiris-Station festgelegt. Für jede Straße ist 'von Geburt an' eine tiris-Station zuständig.

Route

Mit einer oder mehreren Straßen können keine bis beliebig viele Routen assoziiert sein. Eine Route kann mit einer oder mehreren Straßen assoziiert sein. Die Assoziation zwischen Straßen und Routen erfolgt über die Längenangaben < von_Maß > und < bis_Maß >.

Ereignisse

Entlang einer Route können keine bis beliebig viele linienförmige (Ereignis_Linie) oder punktförmige Ereignisse (Ereignis_Punkt) abgebildet werden. Zur Abbildung eines Ereignisses ist mindestens eine Route erforderlich. Linienförmige Ereignisse können sich auch über mehrere Routen erstrecken.

Punkt

Die Klasse Punkt ist eine abstrakte Klasse, die Basisattribute für mit dem Straßengraphen über topologische Regeln assoziierte Punkte bereitstellt.

Bei Punkten im Straßenraum wird zwischen Punkten unterschieden, die im Rahmen der Topologie des Straßennetzwerkes eine Rolle spielen (Knoten) und Punkten, die Objekte auf oder an Straßen repräsentieren (Punkt_Objekt).

Knoten

Abstrakte Überklasse für Knoten im Straßennetzwerk. Knoten sind Punkte an denen zwei (>> Pseudoknoten) oder mehrere Straßen (>> echte Knoten) zusammenkommen, oder an denen Straßen ohne Anschluss beginnen oder enden (>> hängende Knoten).

Knoten einfach

Einfache Knoten beschreiben Situationen, in denen sich Straßen kreuzen. Das kann auf gleicher Ebene erfolgen (Kreuzung) oder es kann sich um Über- oder Unterführungen handeln, die mit dem Begriff " Brunnel " einem Mischwort aus Brücke und Tunnel beschrieben werden.

Knoten komplex

Unter komplexen Knoten versteht man Kreuzungssituationen wie Autobahnanschlüsse, Verteilerkreuze oder Kreisverkehre, bei denen Straßen über mehr oder weniger komplizierte Schleifen ineinander übergehen. Die Darstellung dieser Kreuzungssituationen ist erst in großen Maßstäben sinnvoll. In kleineren Maßstäben werden komplexe Knoten als einfache Kreuzungen abgebildet (siehe ISO/DIS 14825 2004, S10). Das Feature-Modell von ArcGIS9.x stellt unter der Bezeichnung 'Complex Junction Features' eine Klasse zur Abbildung solcher Kreuzungssituationen zur Verfügung (ZEILER 1999, S137).

Domains

Domains sind Wertelisten, welche die möglichen Ausprägungen diskreter Attribute enthalten und so zur Sicherung der Datenqualität beitragen. Als Beispiel sind die Domains der Klasse *Straße_Weg_allgemein* dargestellt. Von der Möglichkeit, Domains einzuführen sollte bei allen dafür geeigneten Attributen Gebrauch gemacht werden.

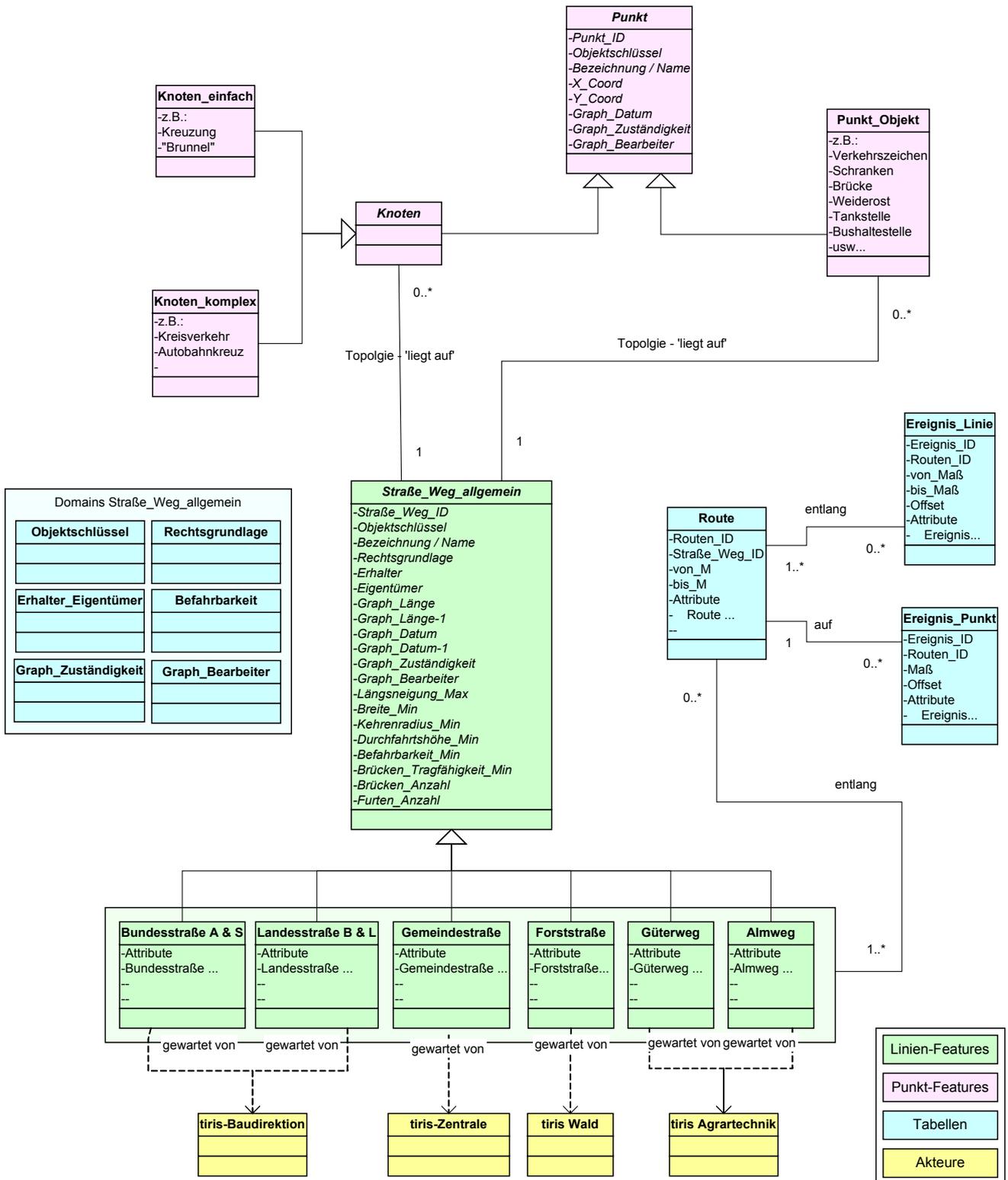


Abb 34: Konzeptionelles Datenmodell zur Abbildung der Straßen und Wege Tirols

12. Datenerfassung

Höchste Priorität hat die Erstellung des vollständigen graphischen Netzwerkes. Danach kann die Aufteilung der Zuständigkeiten, die Strukturierung und Attributierung innerhalb der einzelnen Zuständigkeiten, sowie die Anbindung von Sachdaten mittels linearer Referenzierung je nach Dringlichkeit und Maßgabe der *tiris*-Stationen erfolgen:

1. Rohdatenerfassung

- Lücken schließen durch Neudigitalisierung bzw. Beschaffung vorhandener Gemeindestraßen
- Anhebung der Lagegenauigkeit vorhandener Daten

2. Strukturierung

- Aufteilung der Zuständigkeiten
- Abgrenzung von Wegen/Weganlagen innerhalb der Zuständigkeiten
- Innere Strukturierung der Weganlagen (Primärschlüssel)
- Vervollständigung der Basis-Attributierung

3. Physische Ausrichtung

4. Lineare Referenzierung

- Routen
- Ereignisse
- Anbindung Fachdatenbanken

5. Normalbetrieb

- Verteilte *tiris*-Stationen
- Verteilte Wartung der Basisattribute durch die zuständigen Fachabteilungen
- Wartung der spezifischen Fachdatenbanken durch die Fachabteilungen

12.1. Integration vorhandener Daten

Bei der Zusammenführung der vorhandenen Straßendaten ist in erster Linie darauf zu achten, dass im Zusammenhang mit den Daten bereits getätigte Investitionen möglichst vollständig in den gemeinsamen Datenbestand übernommen werden können. Investitionen sind insbesondere:

- Aufbau und Wartung von Sachdatenbanken
- Ersterfassung und Wartung der graphischen Information

Sollte aus verschiedenen Gründen die vollständige Zusammenführung sämtlicher vorhandener Daten nicht möglich sein, so ist auf die Erhaltung der jeweils wertvolleren Informationen vorrangig Wert zu legen.

12.1.1. Bundes- und Landesstraßen

Das Netz der Bundes- und Landesstraßen liegt in allen 3 Genauigkeitsebenen (Übersichts- Karten- und Ebene) vor und steht über den nach den Richtlinien der RVS 5.011 gestalteten Straßencode mit einer umfangreichen relationalen Straßendatenbank in Verbindung. Die Bundes- und Landesstraßen bilden somit das Grundgerüst eines vollständigen Tiroler Straßennetzes, an welches alle niederrangigen Straßen anzuschließen sind.

12.1.2. *tiris*-Straßen- und Wegenetz

Das Straßen- und Wegenetz der *tiris*-Standardebene liegt in Kartengenauigkeit (Grundlage ÖK50) vor und umfasst alle in der ÖK50 dargestellten Straßen und Wege. Es ist im Bereich der Bundes- und Landesstraßen mit dem diesbezüglichen Datenbestand der *tiris*-Station Baudirektion ident und umfasst darüber hinaus wesentliche Teile des Gemeindestraßennetzes sowie Güter- Forst- und Almwege.

Da für das gesamte Straßennetz Orthophoto-Genauigkeit angestrebt wird, ist dieser Datensatz nicht zur Integration geeignet..

12.1.3. Forstwege

Die Wegedaten der *tiris*-Station Wald, welche 'alle der Erschließung des Waldes dienlichen Straßen und Wege' umfassen liegen in 'gemischter' Genauigkeit (ÖK50 Ersterfassung, ÖK50 digital, Orthophoto 1:10.000, GPS-Erfassung, Handskizzen) vor, wobei die Daten selbst leider keinen konsequent geführten Hinweis auf ihre jeweilige Herkunft beinhalten (Kovacs 2000). Beim Großteil der Daten ist jedenfalls davon auszugehen, dass sie die Genauigkeit der ÖK50 Ersterfassung besitzen, die durch teilautomatisierte Erfassung einer gescannten Straßen-Hochzeichnung zustande kam.

Der hohe Wert der Forstwege-Daten liegt vor allem in der mit dem forstlichen Wegedaten in Verbindung stehenden umfassenden Wegedatenbank, die detaillierte technische und organisatorische Sachdaten zu den einzelnen Forstwegen enthält. Eine Anhebung der Genauigkeit dieses Datenbestandes auf Orthophoto-Niveau und eine Integration in das digitale Tiroler Straßen und Wegenetz ist deshalb anzustreben.

12.1.4. Datenzusammenführung

Ursprünglich war davon auszugehen, dass beim Aufbau eines integrierten Tiroler Straßen- und Wegenetzes nicht ein einziger Datenbestand entsteht, sondern dass es sich auf der graphischen Ebene, dem Konzept der drei *tiris*-Genauigkeitsbenen folgend, um drei verschiedene, getrennt aufzubauende und getrennt zu wartende Datensätze handeln wird. Mit der flächendeckenden Verfügbarkeit immer höher aufgelöster Orthophotos hat sich der Bedarf nach einem 'kartengenauen', ÖK-50 – konformen niederrangigen Straßen- und Wegenetz jedoch weitgehend aufgelöst.

Lediglich das öffentlich befahrbare Straßennetz wird zur Produktion von Übersichtskarten auch noch in den Maßstäben 1:50.000 und 1:200.000 weitergeführt. Auf der Ebene der Sachdaten wird eine Lösung angestrebt, in der ein einziger Datensatz in der Sachdatenbank die Attributdaten für alle drei Straßengraphen (Übersichtskarten- und Planebene) bereitstellt. Tab. 21 zeigt einen Gliederungsvorschlag für die graphischen Straßendaten entsprechend den drei *tiris*-Genauigkeitsebenen:

Tab. 21: Straßendaten in den drei *tiris*-Genauigkeitsebenen

zu integrierende Datenbestände	Genauigkeitsebene		
	Plan	Karte	Übersicht
Bundes- und Landesstraßen	X	X	X
Alle öffentlich befahrbaren Straßen und Wege	X	X	
Alle befahrbaren Straßen und Wege Tirols	X		

Übersichtsebene

Das Straßennetz der Übersichtsebene (Maßstabsbereich 1:200.000 und kleiner; vgl. 2.2.1) wird für das gesamte Bundesland umfassende Übersichtsdarstellungen vor dem Hintergrund der ÖK 1:200.000 herangezogen und kann sich deshalb auf die Abbildung der **Bundes- und Landesstraßen** beschränken. In diesem Bereich besteht **kein aktueller Handlungsbedarf**, zur Datenbearbeitung da dieses Netz incl. Anbindung an die Tiroler Straßendatenbank vollständig vorliegt.

Kartenebene

In der Kartenebene (1:20.000 bis 1:75.000) geht es vor allem um die

- **Integration** des Straßennetzes der *tiris*-Baudirektion, der *tiris*-Station Raumordnung und von Teilen des Straßennetzes der *tiris*-Station Wald, sowie um die
- **Lageanpassung** von Teilen des Straßennetzes der *tiris*-Station Wald

In diesem Maßstabsbereich sollten zum Zweck der Darstellung vor dem Hintergrund der ÖK 1:50.000 **alle öffentlich befahrbaren Straßen** erfasst werden. Dieser Datenbestand ist vor allem für die Erstellung lokaler und regionaler Straßenkarten, Routenpläne und Übersichten, aber auch zur Integration in vielfältige thematische Karten vorgesehen. Insbesondere sind hier neben den Bundes- und Landesstraßen die Gemeindestraßen betroffen, aber auch jene Güterwege, die der Erschließung von Siedlungen (Hoferschließung) dienen, sowie alle sonstigen öffentlich befahrbaren Straßen und Wege (z.B. öffentliche Privatstraßen), die z.B. zu Ausgangspunkten

touristischer Aktivitäten führen (Parkplätze in Wandergebieten, Zufahrten zu Aufstiegshilfen, ...etc.).

Ein nicht zu vernachlässigender Teil an öffentlich befahrbaren Straßen und Wegen ist in den Wegedaten von **tiris**-Wald enthalten und sollte bei der Datenintegration aufgrund der umfangreichen vorhandenen Sachdaten vorrangig behandelt werden (vgl. Tab. 22).

Tab. 22: Forstwege-Teilstücke mit öffentlichem Verkehr

oeff. Verkehr	Ja/Nein	Anzahl Teilstücke
0	Nein	454
1	Ja	1737
2	Unbekannt	8561

Bei der Datenintegration ergibt sich leider zwischen den Daten der **tiris**-Zentrale (Straßen & Wege) und den **tiris**-Wald-Daten (Forstwege) das Problem, dass die Straßen & Wege zwar lagerichtig auf die Grundlage der digitalen ÖK50 passen, aber außer einfachen Kategorisierungen entsprechend ihrer Signatur in der ÖK50 keine erweiterten Sachdaten aufweisen. Im Gegensatz dazu stimmt die Lage der Forstwege in vielen Bereichen nicht mit der digitalen ÖK50 überein, verfügt aber über eine Schnittstelle zu einer umfangreichen Sachdatenbank. Als wertvollerer Datensatz sind im Sinne der damit verbundenen Investitionen jedenfalls die lagemäßig ungenaueren, aber dafür mit umfangreicher Sachinformation versehenen Forstwege zu werten.

Planebene

Als zuverlässige Grundlage für Detailplanungen ist auf der Basis von Orthophotos im Maßstab 1:5.000 ein **flächendeckendes Netz aller befahrbaren Straßen und Wege Tirols** zu etablieren, das sich aus folgenden Straßenkategorien zusammensetzt:

- Bundes- und Landesstraßen
- Gemeindestraßen
- Güterwege
- Forstwege
- Almwege

Mit dieser Datenschicht ist zweifellos der größte Erhebungsaufwand verbunden, da außer auf die **Bundes- und Landesstraßen**, die incl. zugehöriger Sachdaten bei der **tiris**-Station Baudirektion bereits vollständig vorhanden sind, auf keine bestehenden Daten mit der erforderlichen Lagegenauigkeit zurückgegriffen werden kann.

Zur Erfassung der **Gemeindestraßen** wären folgende Möglichkeiten zu prüfen:

- Völlige Neudigitalisierung auf Orthophotobasis
- Nachbearbeitung des kartengenauen, um das hochrangige Straßennetz und die Forst- und Almwege verminderten **tiris**-Straßen- und Wegegraphen auf der Grundlage des Orthophotos 1:5.000.

- Weitgehend automatisierte Ableitung eines Straßen- und Wegegraphen aus der digitalen Katastralmappe. Auf diese Möglichkeit wird noch näher eingegangen. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Methode eine hohe Aktualität und Lagegenauigkeit der digitalen Katastralmappe voraussetzt, die nicht in allen Bereichen in ausreichendem Maß gegeben ist.

Einen Großteil der Datenmengen des niederrangigen Straßen- und Wegenetzes machen die **Forstwege** aus. Zur Bewahrung der mit den Forstwegen verbundenen Attributinformationen ist es sinnvoll, von den kartengenauen Forstwegedaten auszugehen und diese auf Plangenaugigkeit (Orthophoto 1:5.000) zu verbessern.

Da **Güterwege** und **Almwege** nur insoweit bereits erfasst sind, als sie u.a. auch der Erschließung des Waldes dienen, bzw. die Osttiroler Almwege bei der Ersterfassung des Forstwegenetzes miterfasst, seither aber nicht mehr aktualisiert wurden, ist davon auszugehen, dass diese beiden Wegkategorien weitgehend neu zu digitalisieren sind. Bereits in den Forstwegedaten enthaltene Güter- und Almwege sollten jedenfalls aus diesen übernommen, und auf Plangenaugigkeit angehoben werden.

Straßen- und Wegenummern

Bei der Diskussion der Codierung der einzelnen Wegkategorien wurde davon ausgegangen, dass die bisherige Praxis der Integration der Gemeindenummer in den Straßencode beibehalten werden soll. Dies ist jedoch nicht zwingend notwendig. Die Einführung von über ganz Tirol laufend vergebenen Nummern wäre ebenso denkbar. Die Gemeindenummer wäre dann im Bedarfsfall als zusätzliches, vom eindeutigen Code unabhängiges Attribut mitzuführen. Jedenfalls sollte die Vergabe der Gemeindenummer nicht exakt an Gemeindegrenzen gebunden werden. Ein Weg sollte zur Gänze jener Gemeinde zugeteilt werden, in der er hauptsächlich verläuft. Zu vermeiden sind ständig wechselnde Wege-Codes bei Wegen die entlang von Gemeindegrenzen verlaufen und mehrmals zwischen den Gemeinden hin- und her springen (vgl. Abb 23).

12.2. Erfassung fehlender Daten

Neben dem bereits vollständig in Übersichts- Plan und Kartenebene vorliegenden hochrangigen Straßennetz (Bundes- und Landesstraßen) ist die Erfassung des niederrangigen Straßennetzes in höchstmöglicher Genauigkeit anzustreben. Bei der Planung der Digitalisierung fehlender plangenaue Daten ist auf die Verfügbarkeit von Orthophotos höchster Genauigkeit im Maßstab 1:5.000 Bedacht zu nehmen, da die plangenaue Datenschicht ausschließlich auf dieser Grundlage zu erstellen ist.

12.2.1. Vorgangsweise

- Hebung der vorhandenen Forstwegedaten auf Orthophoto-Genauigkeit, wobei zunächst jegliche sachliche Zuständigkeit ignoriert werden sollte und alle betroffenen **tiris**-Stationen gemeinsam an diesem Projekt arbeiten sollten.
- Festlegung der Zuständigkeiten erst nach Fertigstellung des plangenaue Graphen (kann Gemeindeweise geschehen)

- aus der Zuständigkeit der Forstwege-Datenbank auszugliedernde Daten sollten für die Alm- bzw. Güterwege- Datenbank logisch neu strukturiert werden (keine Teilstücke nach *tiris*-Wald – Muster mehr !)
- Bei der Erstellung von Daten, die in mehr als einer Genauigkeitsebene gehalten werden sollen ist darauf zu achten, dass die einander in den jeweiligen Ebenen entsprechenden Linien den gleichen Primärschlüssel aufweisen !
- Die Editier-Zuständigkeit ist für jede Linie in einem eigenen Attribut zu vermerken.

12.3. Festlegung der Laufrichtung

Die Ausrichtung des Straßen – und Wegenetzes erfolgt ausgehend vom übergeordneten Straßennetz. Beginn aller Straßen und Wege ist – sofern nicht anders vorgegeben (Bescheid, 'Wegexperte') - der Punkt ihrer Ausmündung aus dem jeweils vorgelagerten Straßennetz.

Dabei gilt folgende Hierarchie:

1. Autobahnen
2. Bundesstraßen
3. Landesstraßen
4. Gemeindestraßen
5. Forststraßen, GSLG-Wege, Privatwege

Anfang und Ende von Bundes- und Landesstraßen und damit ihre Laufrichtung sind gesetzlich eindeutig festgelegt (LGBL für Tirol 68/2002, LGBL für Tirol 13/1989). Damit ist auch die Laufrichtung aller daraus ausmündenden Straßen und Wege eindeutig festlegbar. Bei Wegen, die eine Verbindung zwischen unterschiedlichen Bundes- oder Landesstraßen herstellen, und deren Laufrichtung aufgrund der Laufrichtungen der höherrangigen Straßen nicht eindeutig ableitbar ist, liegt die Festlegung der Laufrichtung im Ermessen des Bearbeiters.

Empfohlene Laufrichtung:

- Vom bedeutenderen/größeren zum weniger bedeutenden/kleineren Ort
- von der niedrigeren zur höheren Seehöhe

Handelt es sich bei den entsprechenden untergeordneten Straßen / Wegen um Schleifen, die wieder zum übergeordneten Netz zurückkehren, so ist, wenn nicht durch Bescheid / 'Wegexperte' anders geregelt, der dem Anfangspunkt der übergeordneten Straße näherliegende Ausmündungspunkt als Wegbeginn festzulegen. Das in Abb 35 gezeigte Schema zur Festlegung des Wegbeginns sollte dem Großteil der auftretenden Fälle gerecht werden.

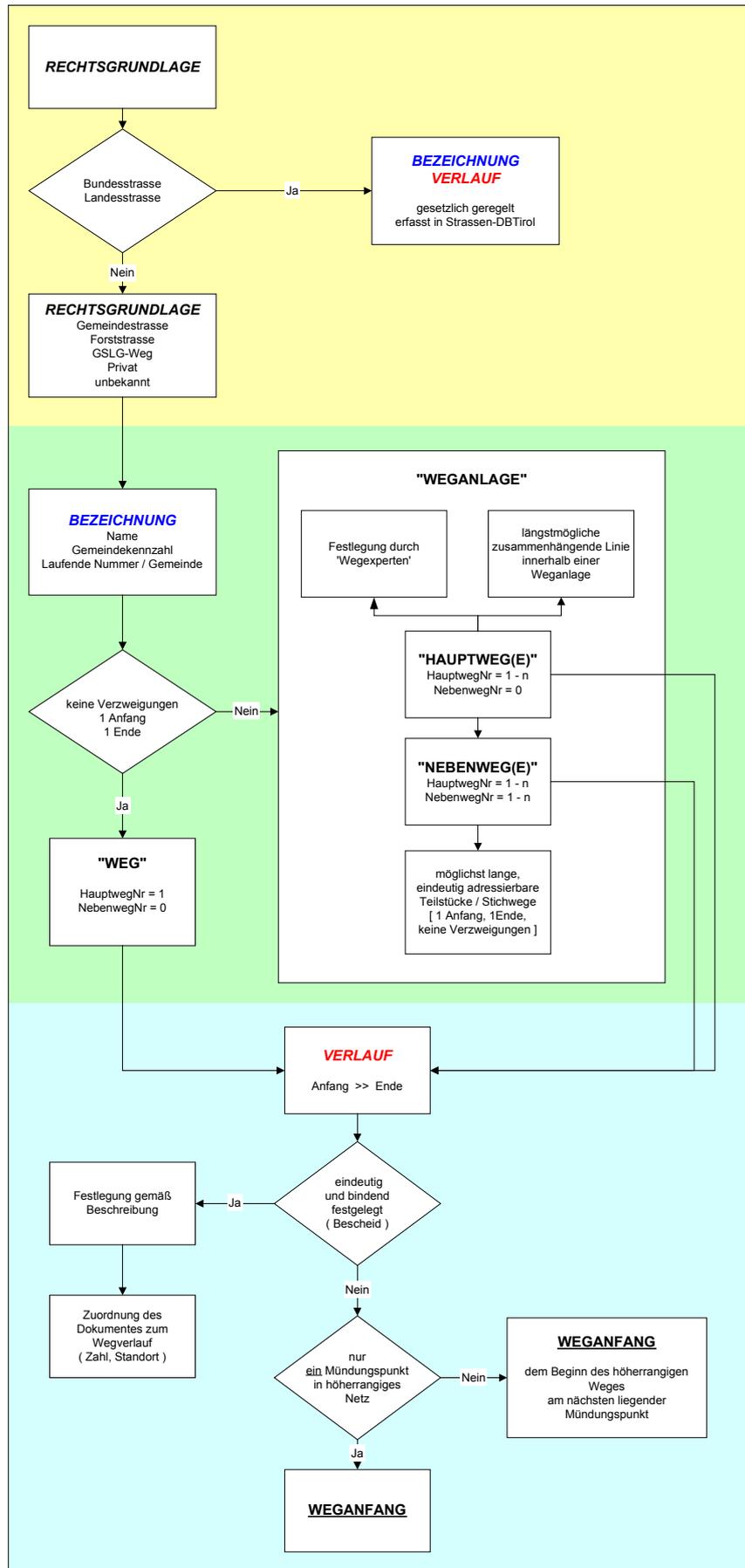


Abb 35: Ablauf der Strukturierung des Straßen- und Wegenetzes

12.4. Datenqualität

Zur Ermittlung von Qualitätskriterien wurden von einer tiris-Station auf Othophoto-Basis Testdaten einer Gemeinde erstellt.

Die Daten waren das Ergebnis sorgfältiger Recherche und Bearbeitung, wurden aber nach ihrer Erstellung keiner tiefergreifenden, systematischen Fehlerprüfung mehr unterzogen. Neben den grundsätzlichen strukturellen und attributiven Eigenheiten des Wegenetzes sollten sie deshalb auch einen gewissen Einblick in bei der Erfassung des Wegenetzes zu erwartende Datenfehler ermöglichen und damit Anhaltspunkte für die Erstellung von Qualitätskriterien und Prüfverfahren liefern.

Fehlende Attributierungen

Die mit beschreibenden Attributen wie Wegname / Nummer, Rechtsgrundlage und Erfassungsgenauigkeit versehenen Testdaten aus der Gemeinde Wildschönau enthielten vorwiegend im unmittelbaren Siedlungsgebiet unbezeichnete Straßen/Wege bzw. Teilstücke, bei denen es sich, neben einigen Fällen in denen auf die Attributierung vergessen wurde, zum Großteil um wahrscheinlich zu vernachlässigende Stichwege (Hauszufahrten, Nebenstraßen, etc.) handelt. In einigen Fällen sind diese Teilstücke aber entscheidend für die Konnektivität des Straßen/Wegenetzes und damit für die Erstellung eines korrekten Routensystems. Die Behebung dieser Fehler ist Grundvoraussetzung für ein funktionierendes lineares Referenzsystem im GIS.

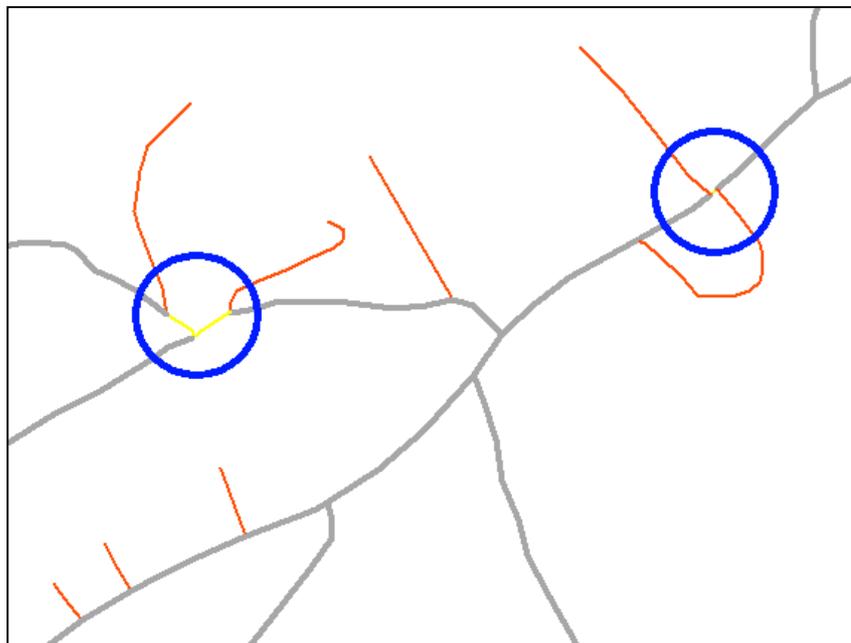


Abb 36: Fehlende Konnektivität durch nicht vorhandene Attributierungen

Sowohl ArcInfo als auch ArcView ermöglichen die automatische Erstellung von Routen auf der Basis eines Datenfeldes, das die Routenkennung enthält. Bei Unterbrechungen durch fehlende Attributierungen, kann die automatische Routengenerierung unerwünschte zufällige Ergebnisse produzieren.

Das folgende Beispiel zeigt eine Route (No. 53000610), die durch eine fehlende Routenkennung auf einer Länge von ca. 14m unterbrochen ist.

ArcInfo

In ArcInfo (Befehl: ARCRROUTE) wurden unter der gleichen Routen-ID 2 Routen angelegt, die - wie die Tabelle der einzelnen Sektionen, aus denen sich die Route zusammensetzt zeigt - in ihrer Bemäßung jeweils bei Null beginnen. Eine Eindeutige Zuordnung längenbezogener Ereignisse zu dieser automatisch generierten Route ist somit nicht möglich. ArcInfo unterstützt grundsätzlich auch unterbrochene Routen. Diese sind aber im Einzelfall händisch zu generieren und können nicht automatisch erstellt werden.

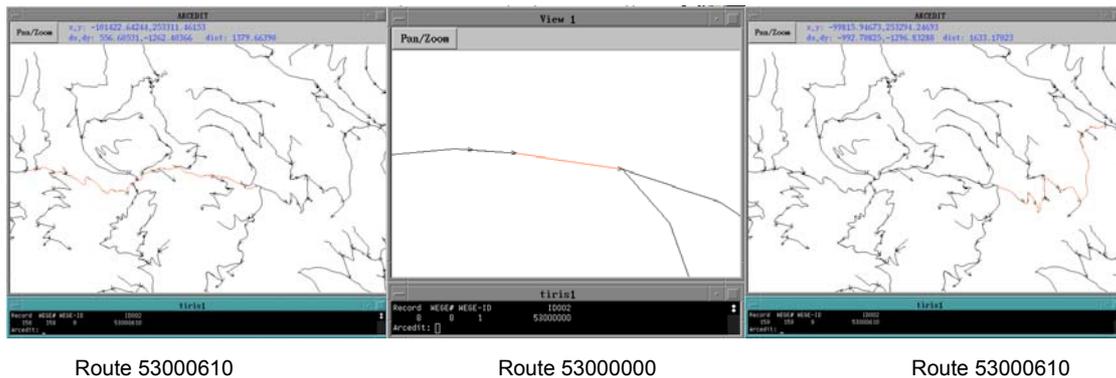


Abb 37: Automatische Erstellung von 2 gleichnamigen Routen in ArcInfo, bei diskontinuierlicher Nummerierung

Tab. 23: Routen- und Sektionentabelle in ArcInfo (Auszug)

Arcedit: ef **route.wege**

Record	WEGE#	WEGE-ID	ID002
151	151	2	53000110
152	152	3	53000210
153	153	4	53000310
154	154	5	53000311
155	155	6	53000410
156	156	7	53000411
157	157	8	53000510
158	158	9	53000610
159	159	9	53000610
160	160	10	53000710
161	161	11	53000810
162	162	12	53000811
163	163	13	53000812
164	164	14	53000813
165	165	15	53000910
166	166	16	53001010

Continue? n

Arcedit: ef **section.wege**

Arcedit: sel routelink# = 158 or
routelink# = 159
24 element(s) now selected

ROUTELINK#	ARCLINK#	F-MEAS	T-MEAS
158	581	0.000	121.907
158	583	121.907	354.875
158	871	354.875	496.701
158	870	496.701	1438.449
158	606	1438.449	1581.594
158	599	1581.594	1633.359
158	596	1633.359	1742.218
158	584	1742.218	1881.113
158	579	1881.113	2148.974
158	593	2148.974	2624.240
158	600	2624.240	2979.529
158	1110	2979.529	3031.486
158	1111	3031.486	3178.597
158	1109	3178.597	3184.263
159	618	0.000	392.820
159	1113	392.820	744.932
159	621	744.932	1080.173
159	611	1080.173	1323.321
159	604	1323.321	1550.747
159	614	1550.747	1921.605
159	616	1921.605	2783.560
159	554	2783.560	2848.802
159	553	2848.802	2918.126
159	550	2918.126	3088.384
SUM			6272.647

ArcView

In ArcView wurde die Route in ihrer Gesamtlänge korrekt generiert, aber die logische Reihenfolge der beiden Teilstücke vertauscht. Das logisch erste Teilstück trägt die Bemaßung 3185 m bis 6272 m, das logisch zweite Teilstück verläuft von 0 bis 3184 Meter. Die Bemaßung der Route beginnt also am Ende und endet am Anfang der Unterbrechung.

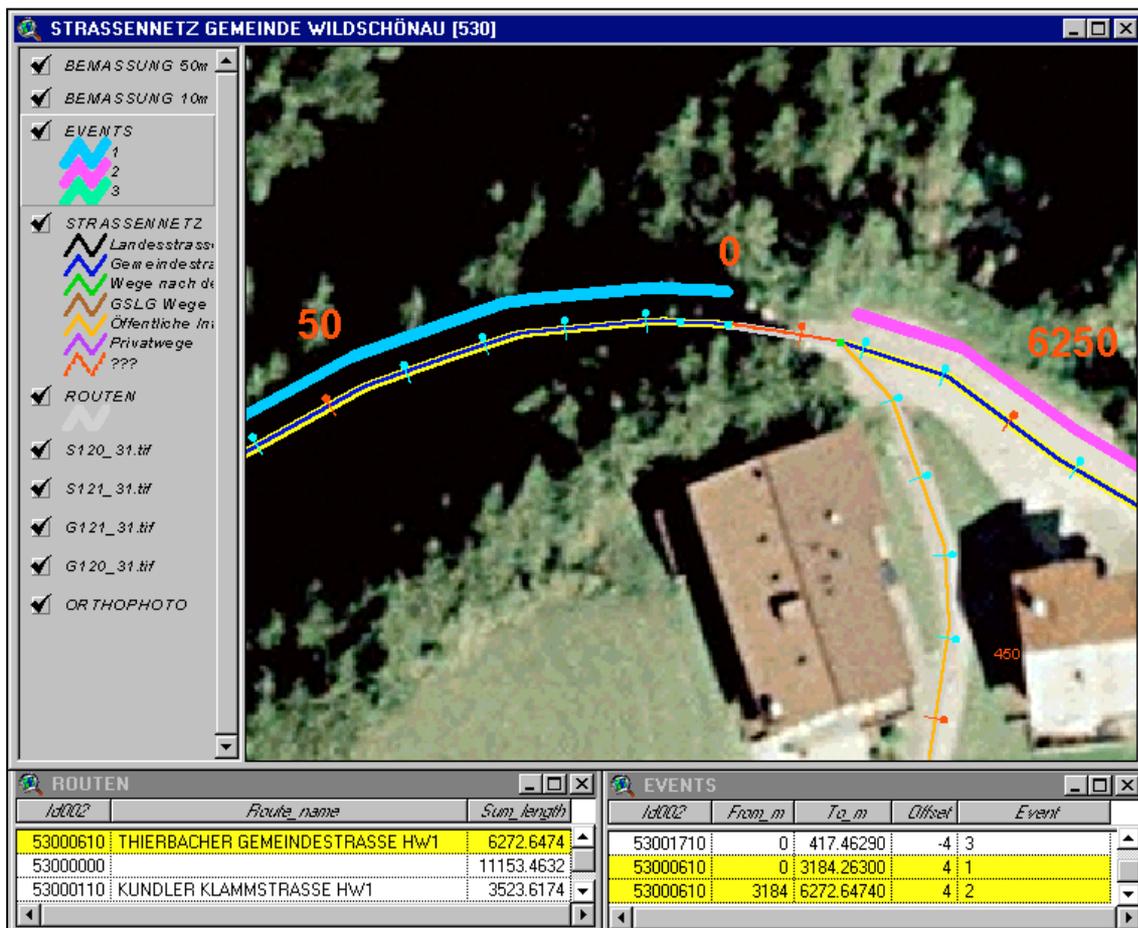


Abb 38: Inkonsistenzen bei der Routenbildung in ArcView, bedingt durch Lücken in der Attributierung

Fehlersuche:

- Automatisches generieren eines Routensystems In ArcInfo
- Verteilungsstatistik (FREQUENCY) über Routen-IDs rechnen
- Kontrolle aller Routen, deren IDs in der Verteilungsstatistik öfter als einmal vorkommen.
- Bereinigung der Attributierungsfehler
- Markierung korrekter Unterbrechungen
- Erneutes automatisches generieren eines Routensystems
- Manuelle Korrektur korrekter Unterbrechungen.

Knotenfehler

Hängende Linien:

An Linienenden treten gelegentlich nicht attributierte Teilstücke unterschiedlicher Länge auf.

Pseudoknoten:

Wenn es sich nicht um tatsächliche Übergänge von einem Weg zum anderen handelt, sind Pseudoknoten zu bereinigen.

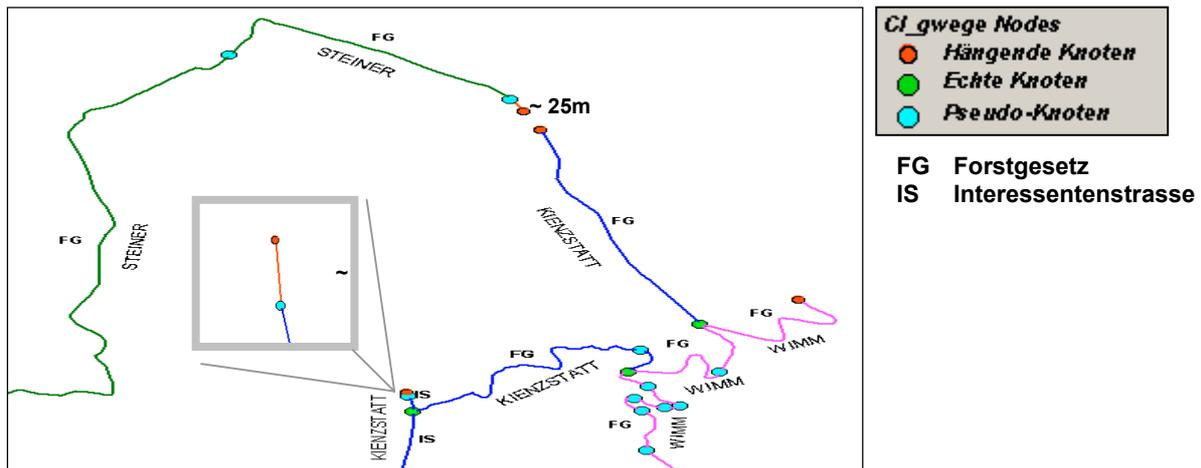


Abb 39: Knotenfehler im Testdatensatz 'Wildschönau'

'Schwebende' Wege

Die Testdaten enthalten zum Teil 'schwebende' Wege, die keinen Anschluss an das übrige Straßennetz der jeweiligen Gemeinde haben. Dabei kann es sich neben Digitalisierungsfehlern auch um Wege / Weganlagen handeln, die ihren Anschluss in einer Nachbargemeinde haben. Beim Zusammenführen einzelner Gemeindewegenetze ist auf diese Wege jedenfalls besonderes Augenmerk zu legen (siehe Abb 40).

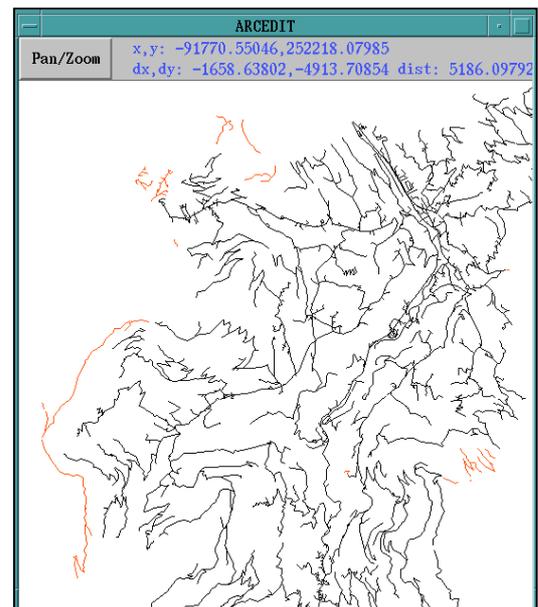


Abb 40: 'schwebende' Wege

12.4. Ableitung von Straßenachsen aus Kataster- bzw. Lage/Höhenplänen

Die automatische Ableitung von Straßenachsen aus vorhandenen Straßenpolygonen ermöglicht – nicht ohne einen gewissen Nachbearbeitungsaufwand - die Herstellung eines flächendeckend vollständigen und lagerichtigen Straßennetzes. Beispielhaft wurde in Anlehnung an Ladak & Martinez (1996) eine Vorgangsweise gewählt, die über die Anwendung von Thiessen-Polygonen zu exakten Mittellinien von Straßenpolygonen führt (Abb 41).

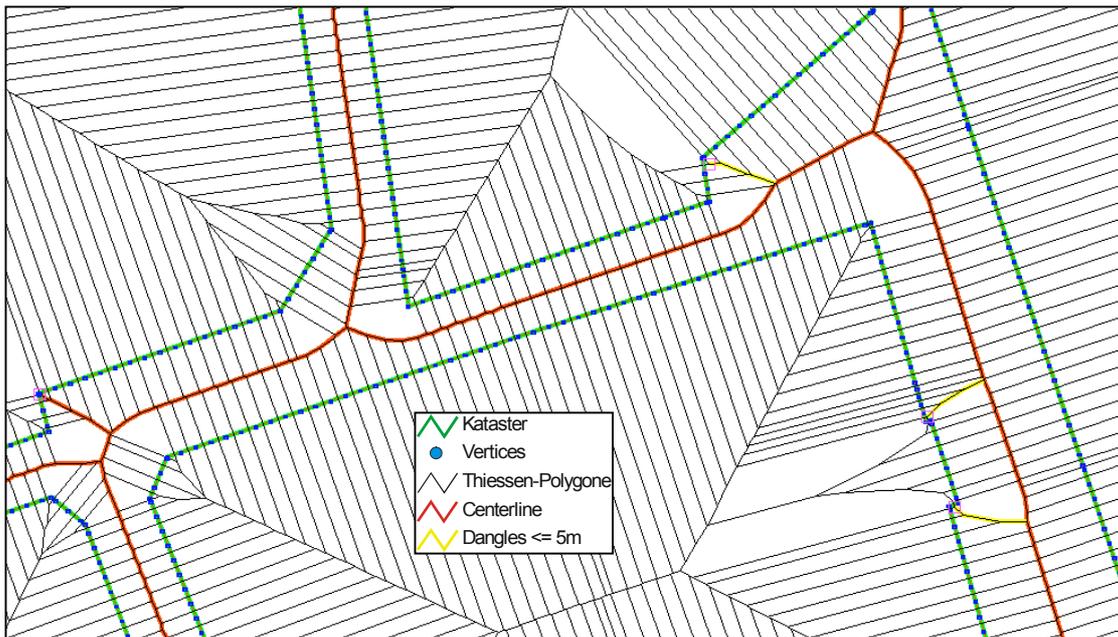


Abb 41: Aus Verkehrsflächen mit Hilfe von Thiessen-Polygonen abgeleitete Straßenachse

Vorgangsweise in ArcInfo:

1. Extrahieren der Verkehrsflächen aus dem Basisdatenbestand (z.B. Kataster:
2. Verdichten der Vertices (z.B. 30cm Abstand)
(ARCEDIT) DENSIFY <interval>
(ARC) DENSIFYARC <in_cover> {out_cover} <interval> <VERTEX|ARC>
3. Item SPOT zu <in_cover> hinzufügen
4. Vertices in Punktcover extrahieren
(ARC) ARCPOINT <in_cover> <out_cover>
5. Thiessenpolygone erstellen
(ARC) THIESSEN <in_cover> <out_cover> 0.001
6. mit WITHIN-Option des AP-Reselect-Commands Centerlines extrahieren
(ARC) PLOT RESELECT <cover> <feature_class> OVERLAP <overlap_cover>
>overlap_feature> {selection_distance} {PASSTHRU|WITHIN}

Da sich bei dieser Methode sämtliche Unregelmäßigkeiten des Straßenpolygons auch auf die entstehende Mittellinie auswirken, ist ein gewisser Nachbearbeitungsaufwand erforderlich, der aber teilweise wieder automatisiert werden kann. Da bei der Extraktion der Mittellinie alle Linien, die zur Gänze innerhalb der jeweiligen Straßenpolygone liegen selektiert werden, sind nur mit geschlossenen Straßenpolygonen zufrieden stellende Ergebnisse zu erzielen.

Der Versuch, diese Methode auf den Tiroler Lage/Höhen-Plan (LHP), einen aus der Stereo-Auswertung von Luftbildern entstandenen Datensatz anzuwenden, war nicht erfolgreich, da bei der Erstellung des LHP nicht auf die konsequente Abgrenzung eindeutig adressierbarer Flächen Wert gelegt wurde. Im LHP wechseln sich Flächen- mit Linienobjekten ab, er ist deshalb nur als reiner Liniendatensatz sinnvoll einsetzbar. Die Abgrenzung flächiger Objekte mit zusätzlicher Attributierung der begrenzenden Linienelemente bei der Erstellung zukünftiger LHPs würde jedenfalls die Brauchbarkeit und Einsatzmöglichkeiten dieses Datenbestandes deutlich erhöhen (vlg. Abb 43).



Abb 42: Automatisch abgeleitete Straßenachsen auf Basis Lage / Höhenplan– Bereiche brauchbarer Polygonstrukturen

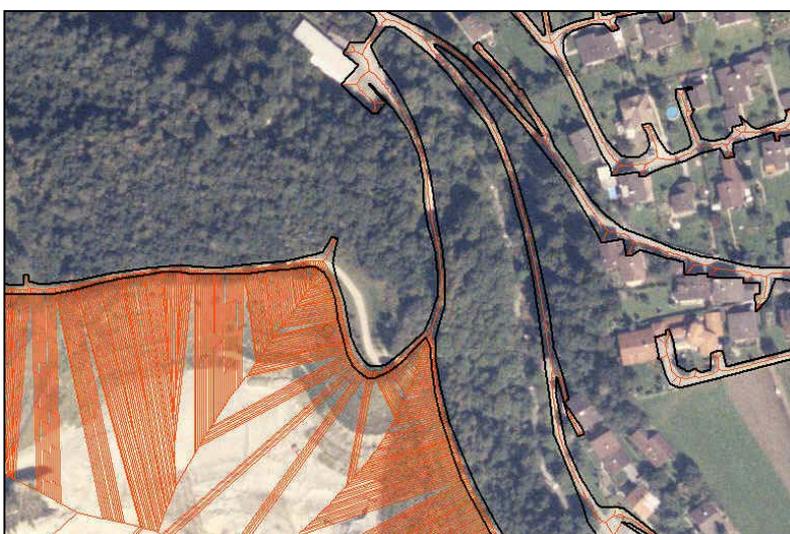


Abb 43: Automatisch abgeleitete Straßenachsen auf Basis Lage / Höhenplan– Bereiche unbrauchbarer Polygonstrukturen ('auslaufende Polygone')

Mit aus der digitalen Katastralmappe selektierten Verkehrsflächen konnten methodisch zwar gute Ergebnisse erzielt werden, der Kataster scheidet aber als Datengrundlage für die Erstellung eines plangenaueu Straßennetzes auf Grund seiner mangelnden Lagegenauigkeit aus.

13. Navigierbare Netzwerke

Voraussetzung zur Einrichtung navigierbarer Straßennetze ist ein in seiner Knoten- und Kantenstruktur vollständiger Straßengraph. Kreuzungen in der Natur müssen Knoten im Straßengraphen entsprechen, es darf keine offenen Knoten geben, außer es handelt sich auch in der Natur um Sackgassen.

Zur möglichst realitätsnahen Kostenermittlung werden Knoten und Kanten Kostenfaktoren (Impedanzen) zugeordnet. Die Ermittlung der schnellsten (kostengünstigsten) Verbindung oder von optimalen Versorgungsrouten basiert auf Tabellen, in denen für Knoten alle erlaubten Abbiegemöglichkeiten, sowie die damit verbundenen Kosten (z.B. Fahrzeit) abgebildet sind, für Kanten die jeweiligen mit ihrer Befahrung verbundenen Kosten. Die Knoten und Kanten zuzuordnenden Kosten können in Abhängigkeit vom aktuellen Verkehrsgeschehen je nach Tageszeit und Fahrtrichtung verschieden sein. Ein navigierbares Netzwerk, mit dem auch Optimierungsfragen gelöst werden sollen, erfordert also ein große Fülle an möglichst aktueller Information.

In jedem Netzknoten gibt es maximal n^2 verschiedene Abbiegemöglichkeiten, wobei n die Anzahl der in einem Knoten zusammenkommenden Kanten bezeichnet.

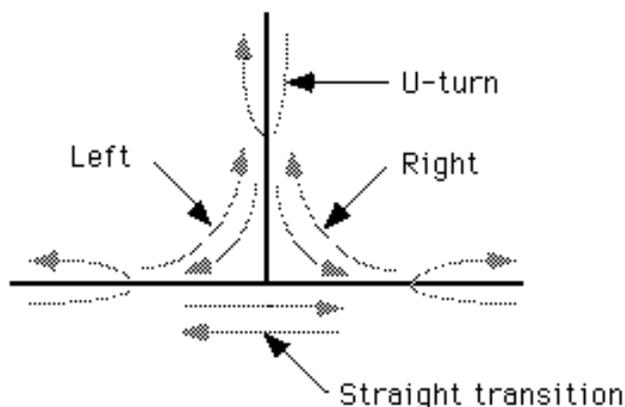


Abb 44: Abbiegemöglichkeiten in einem Netzknoten
(ESRI 2004a, Network elements)

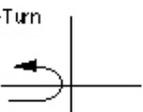
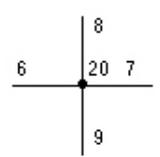
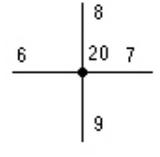
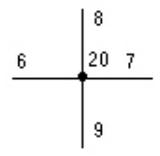
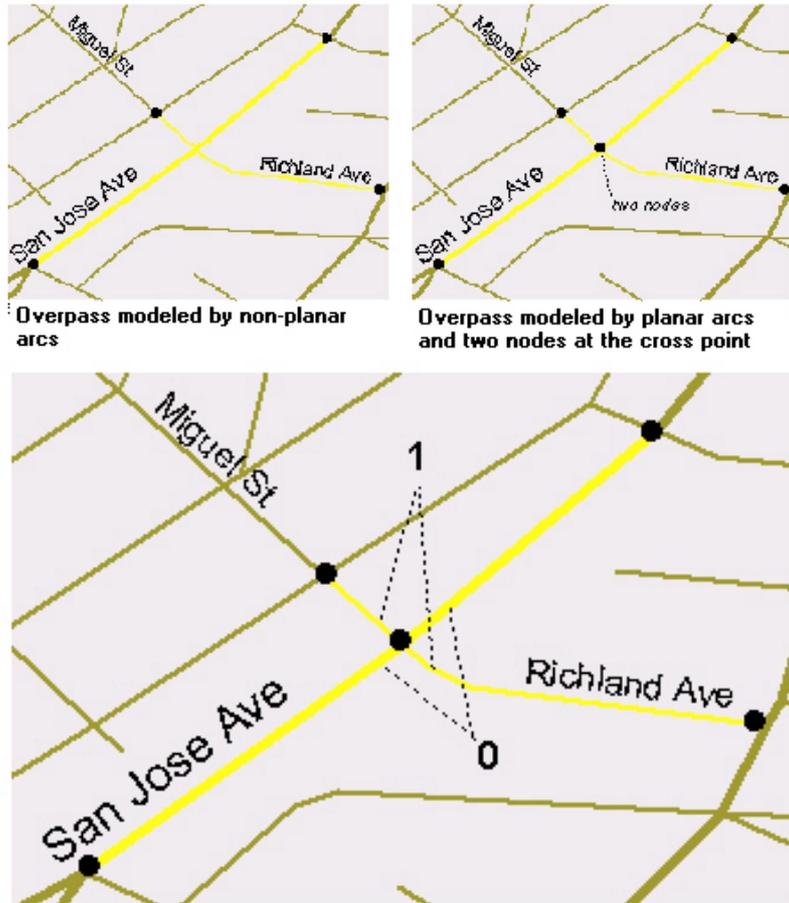
Situation	Representation	Turntable																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NODE#</th> <th>FROM ARC#</th> <th>TO ARC#</th> <th>ANGLE</th> <th>TIME IMPEDANCE (seconds)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>180</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	NODE#	FROM ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)	20	6	6	180	20										
NODE#	FROM ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)																		
20	6	6	180	20																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NODE#</th> <th>FROM ARC#</th> <th>TO ARC#</th> <th>ANGLE</th> <th>TIME IMPEDANCE (seconds)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>90</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>9</td> <td>-90</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	NODE#	FROM ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)	20	6	7	0	15	20	6	8	90	20	20	6	9	-90	10
NODE#	FROM ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)																		
20	6	7	0	15																		
20	6	8	90	20																		
20	6	9	-90	10																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NODE#</th> <th>FROM ARC#</th> <th>TO ARC#</th> <th>ANGLE</th> <th>TIME IMPEDANCE (seconds)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>9</td> <td>-90</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>90</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	NODE#	FROM ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)	20	6	9	-90	-1	20	6	7	0	5	20	6	8	90	10
NODE#	FROM ARC#	TO ARC#	ANGLE	TIME IMPEDANCE (seconds)																		
20	6	9	-90	-1																		
20	6	7	0	5																		
20	6	8	90	10																		

Abb 45: Abbiegetabellen für einige alltägliche Netzwerksituationen (ESRI 2004a, The Turntable)

Der Aufwand zur Erstellung und Wartung eines navigierbaren Netzwerkes für das Tiroler Straßennetz im Rahmen der Tiroler Landesverwaltung steht in keinem Verhältnis zum zu erwartenden Nutzen. Es wird daher ausdrücklich davon abgeraten, und empfohlen, sich kommerzieller Navigationslösungen oder frei im WWW verfügbarer Routenplaner zu bedienen. Die am Markt verfügbaren Lösungen decken zwar den hierarchisch unter den Gemeindstraßen angesiedelten Bereich der Güter- Forst- und Almwege nur ungenügend ab, aber in diesem Bereich spielen auch Abbiegeverbote und Einbahnregelungen nur mehr eine sehr geringe Rolle, so dass man in der Regel mit einer einfachen Netzwerkanalyse ohne 'intelligente' Knoten ebenfalls zum Ziel kommt.

Anzudenken wäre eine Kooperation mit kommerziellen Anbietern navigierbarer Straßennetze, in der in einem zu vereinbarenden Geschäftsmodell das Land Tirol einen Orthophoto-genauen aktuellen und vollständigen Straßen-und Wegegraphen im Austausch für eine aktuell gewartete Navigationslogik liefert. Ob allerdings das niederrangige Straßennetz, in dem der Großteil der Wege nicht öffentlich befahrbar ist, ein wertvolles Tauschobjekt darstellt, darf bezweifelt werden.



STREET-NAME	STREET-TYPE	F-ELEV	T-ELEV
san jose	ave	0	0
san jose	ave	0	0
miguel	st	0	1
richland	ave	1	0

Abb 46: Abbildung von Über- bzw. Unterführungen in ArcInfo (ESRI 2004a, Modelling overpasses and underpasses)

14. Datenwartung

Erklärtes Ziel ist die verteilte Wartung eines gemeinsamen Bestandes aller befahrbaren Straßen und Wege Tirols. Das gilt sowohl für die Grafik- als auch für die Sachdaten.

14.1. Straßengraph

Die Wartung der Graphikdaten soll durch die Fachleute der jeweils betroffenen *tiris*-Stationen erfolgen:

Bundes- und Landesstraßen	<i>tiris</i> -Baudirektion
Gemeindestraßen	<i>tiris</i> -Raumordnung
Güterwege	<i>tiris</i> -Agrartechnik
Forstwege	<i>tiris</i> -Wald
Almwege	<i>tiris</i> - Agrartechnik

Das bei *tiris* eingesetzte GIS ArcGIS ermöglicht über ein Konzept der Versionierung die verteilte Wartung eines einzigen, gemeinsam genutzten Datenbestandes. Die Differenzierung der Zuständigkeiten durch das Führen eines entsprechenden Attributes sollte eine weitgehend konfliktfreie verteilte Wartung ermöglichen, zumal die Liniendaten nur von einem kleinen Personenkreis (4 bis 8 Personen) gewartet werden. Die Möglichkeit der Vergabe von Rechten auf Datensätze auf der Basis bestimmter Spalteneinträge wäre wünschenswert. Intensive Tests mit Hinblick auf konkrete Konfliktmöglichkeiten sind jedenfalls anzuraten. Die Steuerung der Rechte zur Erstellung und Manipulation von Routen und Ereignissen kann durch entsprechende Rechtevergabe auf Routen- und Ereignistabellen erfolgen.

14.2. Sachdaten

Die Wartung der Sachdaten soll durch einen erweiterten Benutzerkreis in den einzelnen Fachabteilungen erfolgen. Ausgehend von einer zentralen, mit dem graphischen Datenbestand unmittelbar in Verbindung stehenden Datenbank sind grundsätzlich 2 Lösungen denkbar:

- **Client-Server**

Auf eine zentrale Datenbank (Server) wird mittels eines, auf dem Rechner des jeweiligen mit der Datenwartung betrauten Sachbearbeiters zu installierenden Programmes (Client) zugegriffen. Zur Wartung einer geographischen Datenbasis wäre ein Client erforderlich, der die Anzeige- und Abfragemöglichkeit geographischer Daten mit dem Komfort moderner Datenbankclients (Plausibilitätsprüfung bei der Dateneingabe, Formulare mit Wertelisten, ...etc.) verbindet, und der gleichzeitig kostengünstig genug ist, um die Installation ausreichend vieler Clients zu ermöglichen. Denkbar wäre auch die Integration von MapObjects-Komponenten in ein Datenbankformular (ORACLE Forms, MS Acces). Der Nachteil einer Client-Server Lösung ist, dass jeder Client eigens eingerichtet und gewartet werden muss.

Eine Client-Server Lösung wäre zum Beispiel auch der Zugriff von ArcGIS/ArcMap aus auf eine ArcSDE Geodatabase.

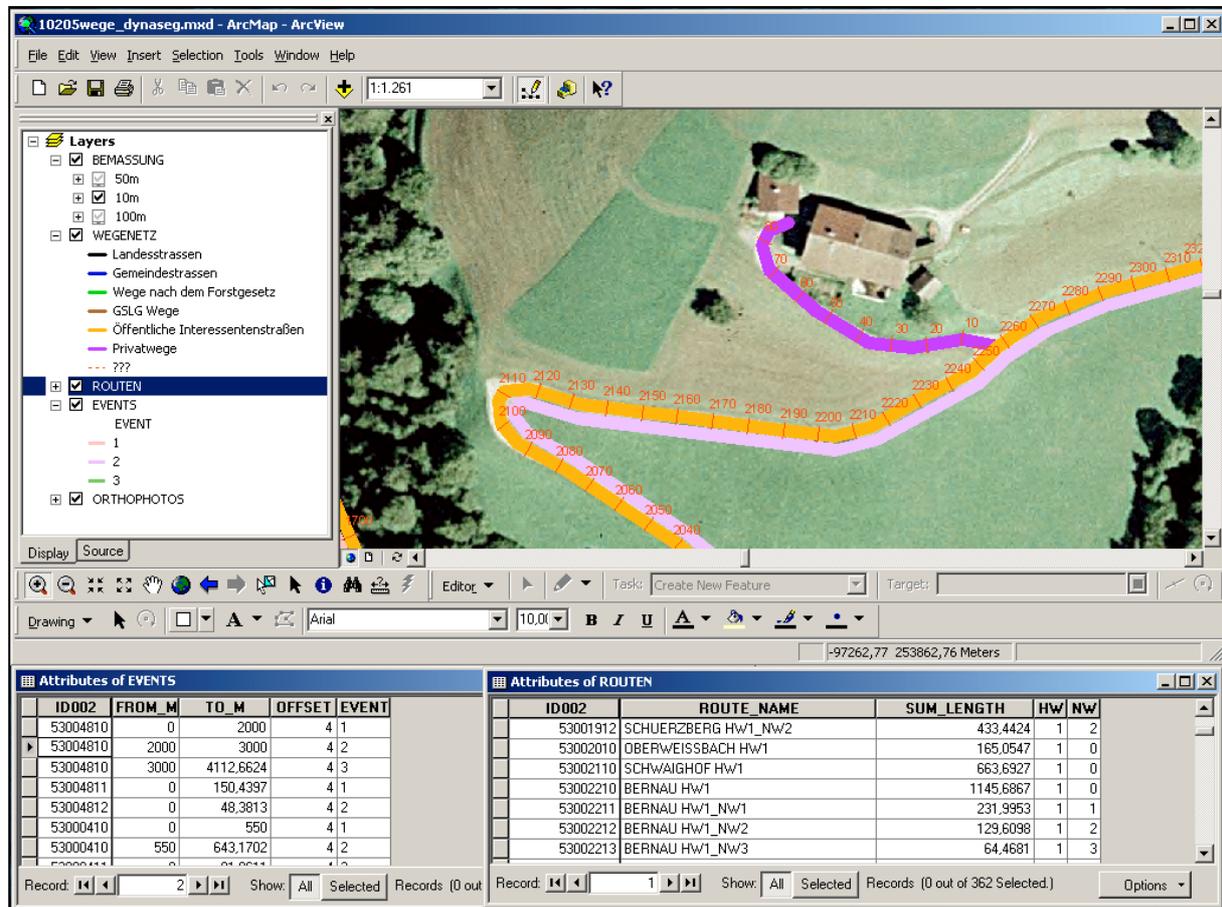


Abb 47: Beispiel für die Wartung Routenbasierter Ereignisse (Events) in ArcMAP: Bestehende Routen werden mit einer Bemaßung visualisiert. Durch entsprechende Einträge in der Tabelle < Attributes of EVENTS > können auf diesen Routen Ereignisse abgebildet werden.

- **WWW-basierte Datenwartung**

Sowohl auf eine zentrale Datenbank als auch auf zentral gespeicherte Geodaten kann auch mittels World Wide Web (WWW) zugegriffen werden. Diese Lösung ist der oben beschriebenen Client-Server – Lösung vor allem dann vorzuziehen, wenn mehr als nur ein überschaubarer Personenkreis damit arbeiten soll. Die Verteilung und Wartung der Clients entfällt und gleichzeitig kann die Applikation zentral gewartet werden. Eine Java-Komponentenbibliothek, die die Integration von Kartendiensten in webbasierte Fachdatenbanken der Tiroler Landesregierung ermöglicht, ist zur Zeit im Entstehen (KLUBENSCHÄDL 2005).

Dabei sind folgende Erfordernisse zu berücksichtigen:

- Stationsbezogenes Geodaten-Modell, das die Verortung von Ereignissen im Straßenraum aufgrund von Längen- bzw. Positionsangaben ermöglicht.
- Eindeutige physische Ausrichtung der einzelnen Straßenzüge (Beginn, Ende, durchgehend einheitliche Richtung aller Einzelsegmente)
- Die Linien-Features der Straßendaten müssen mit einer Bemaßung versehen sein (PolyLineM), da zur Verortung von Ereignissen die Abfrage von Längeninformation an selektierten Straßenzügen erforderlich ist.
- Von im ganzen Land verteilten Sachbearbeitern eingegebene Informationen sollten zunächst nicht unmittelbar in die Produktionsdaten einer zentralen Datenbank einfließen, sondern in einem Zwischenspeicher landen und erst nach Kontrolle durch einen Datenbankbetreuer (*'tiris*-Redakteur') übernommen werden.
- Graphisch aktualisierte Datenbestände müssen umgehend mit Routen versehen werden, um die verteilte Anwendung möglichst aktuell zu halten und die Verortung von Ereignissen zu ermöglichen.
- Bei graphischen Änderungen an mit Routen versehen Daten kommt es zu Inkonsistenzen zwischen der Bemaßung des Straßengraphen und den über die Bemaßung assoziierten Routen- und Ereignistabellen. Diese Änderungen müssen händisch in allen betroffenen Routen- und Ereignistabellen nachgezogen werden (siehe Kapitel 11. Konzeptionelles Datenmodell)

15. Literatur

ADAMS T.M., KONCZ N.A. & VONDEROHE A.P. (2001): Guidelines for the Implementation of Multimodal Transportation Location Referencing Systems; National Cooperative Highway research Program, NCHRP Report 460; National academic Press, Washington D.C., 82 S.

ATLR-Agrartechnik (2000): Anforderungen an eine Wegdatenbank für Tirol; schriftl. Mitt., Amt der Tiroler Landesregierung - Abteilung Agrartechnik

ATLR-Almwirtschaft (2000): Projekt Tiris-Ländliches Wegenetz; Alm-(Asten)-Erschließung im Bereich der Abteilung Almwirtschaft beim Amt der Tiroler Landesregierung; schriftl. Mitt., Amt der Tiroler Landesregierung – Abteilung Almwirtschaft

ATLR-Landesforstdirektion (2005): Wegdatenbank Landesforstdirektion; MS-Access-Datenbank zur Verwaltung von Forstwegen und Radrouten.

AXMANN, A., FRANK, A., NADLER, F., (2000): Entwurf eines Informationssystems für die österreichischen Verkehrsnetze – Detailliertes Daten- und Funktionenmodell; Pflichtenheft für die Ausschreibung (Technischer Teil); Bundesverkehrswegeplan, Arbeitspaket R0-E; Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen, Band 101; Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr.

BEV-Verkehr (2005): Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Digitales Landschaftsmodell Verkehr; <http://www.austrianmap.at/bevportal/Produkte/pdf/dlm-ver.pdf> (2005-06-26)

CURTIN, K., NORONHA, V., GOODCHILD, K., GRISÉ, S., (2003): ArcGIS Transportation Data Model (UNETRANS); <http://www.ncgia.ucsb.edu/vital/unetrans/> , <http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.dataModels.filteredGateway&dmid=14> (2005-06-30)

ESRI (2004): ArcGIS9 – Linear Referencing in ArcGIS; Handbuch; Environmental Systems Research Institute, Redlands.

ESRI (2004a): ArcInfo Workstation – Online Help; Handbuch; Environmental Systems Research Institute, Redlands.

RVS 5.011, 1999: Verkehrsinformationssysteme – Grundlagen, Bezugssystem für Straßen; Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im ÖIAV in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

RVS 5.021, 1996a: Stationierung von Straßen – Grundlagen der Stationierung; Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im ÖIAV in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

RVS 5.022, 1996b: - Stationierung von Straßen – Kilometerzeichen; Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im ÖIAV in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Geospatial One-Stop (2003): A Nested View of Geospatial One-Stop Harmonization;
<http://www.geo-one-stop.gov/Standards/docs/harmonization-nested.pdf> (2005-06-24)

Geospatial One-Stop (2005a): Geospatial One Stop Standards; <http://www.geo-one-stop.gov/Standards/index.html> (2005-06-24)

Geospatial One-Stop (2005b): Geographic Information framework – data content Standards For Transportation Networks: Base Standard; http://www.geo-one-stop.gov/Standards/Transportation/base_transportation.pdf (2005-06-24)

Geospatial One-Stop (2005c): Geographic Information framework – data content Standards For Transportation Networks: Roads; <http://www.geo-one-stop.gov/Standards/Transportation/roads.pdf> (2005-06-24)

GOBIET, W. 1995: GIS-Anwendung beim österreichischen Bundesverkehrswegeplan (BVWP); in: GIS in Transport und Verkehr – Grazer Geoinformatiktage '95; Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 80

ISO/DIS 14825 (2004): Intelligent transport systems – Geographic Datafiles (GDF) – Overall data specification;

ISO/TC211 (2005): Geographic information - Location-based services - Tracking and navigation; International Organization for Standardization, Technical committee 211 - Geographic Information/Geomatics;
<http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=32551&scopelist=PROGRAMME> (2005-06-24)

KLUIBENSCHÄDL F. (2005): Mündliche Mitteilung; Datenverarbeitung Tirol GmbH.

KOLLARITS, S. (1999): Verkehr ist mehr. Modellgrundlagen zur (Re-)Integration von Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsplanung und Verkehrsmanagement; 4. Symposium Computergestützte Raumplanung – CORP'99,
http://213.47.127.15/corp/archiv/papers/1999/CORP1999_kollarits.pdf

LGBL für Tirol 13/1989: Tiroler Straßengesetz

MAITRA, J. (2004): Framework Standard Registered Review; <http://www.fgdc.gov/RReview> (2005-06-24)

KOVACS, Ch. 2001: Mündliche Mitteilungen, Station **tiris**-Wald

RIEDL, M. 2000: Vorhabensbericht "Digitale Erfassung und Beschreibung des Straßen- und Wegenetzes in Tirol"; internes Dokument, Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Raumordnung-Statistik, Fachbereich **tiris** und Gemeindeservice

SPIEGEL, T. 1997: Datenfriedhof – Datenhighway ? Was geschieht mit den Daten der Bundesverkehrswegeplanung; Symposium Computergestützte Raumplanung CORP'97, http://213.47.127.15/corp/archiv/papers/1997/CORP1997_spiegel.pdf (2005-06-26).

ST.AT (2001): Telefonische Mitteilung

ST.AT (2005a): Straßenverzeichnis der Österreichischen Gemeinden - Download; <http://www.statistik.at/strasse/suchmaske.jsp> (2005-06-27)

ST.AT (2005b): Straßenverzeichnis der Österreichischen Gemeinden - Erläuterungen; <http://www.statistik.at/strasse/erlaeuterungen.jsp> (2005-06-27)

STROBL, J. (1998): Räumliche Daten und Strukturen; UNIGIS - Universitätslehrgang "Geographische Informationssysteme", Modul 3; Institut für Geographie der Universität Salzburg.

STROBL, J. (2001): Thema Datenmodelle - Diskussionsbeitrag; ClubUNIGIS-L, 2001-03-23

ZAGEL, B. (1997): Grundlagen von Verkehrsinformationssystemen aus Sicht der Geographischen Informationsverarbeitung; Diplomarbeit, Universität Salzburg, Institut für Geographie und Geoinformatik.

ZEILER, M (1999): Modelling Our World, The ESRI Guide to Geodatabase Design; Environmental Systems Research Institute, Redlands, California.

16. Anhang

16.1. Scripts

```
/* =====
/* startweg.aml
/* =====
/* 2001-01-31 fm
/* -----
/* Editenviroment Forstwege
/* -----
/* * Basisdaten und Editierumgebung festlegen
/* > WegeCover      = Forstwege als EditCover
/* > StrassenCover = hochrangiges Strassennetz als Backcover
/* > Gemeindenummer]
/*
/* * wahlweises Erstellen einer Liste mit den in der
/*   gewählten Gemeinde vorkommenden Anlagennummern
/*
/* -----

&sv .cover      = [response WegeCover]
&sv .backcover = [response StrassenCover]
&sv .gemnr      = [response Gemeindenummer]

ae
ec %.cover%
bc %.backcover% 14
be arc
de arc
symbolitem arc color
ef arc
sel gemnr = %.gemnr%
mapex select
setdraw 2
draw

&type
&type Editcover: %.cover%
&type Backcover: %.backcover%
&type Gemeinde : %.gemnr%
&type

&sv jn [response 'Liste der Anlagennummern erstellen ( j/n )' j]

&if %jn% = j &then &r listan
```

```

/* =====
/* route.aml
/* =====
/* 2001-01-31 fm
/* -----
/* Vergabe von Routen-Nummern fuer Teilstuecke von Wegenlagen
/* -----

ap none
ap ap_strst

/* -----
/* ROUTE 1 = Längste im Teilstück mögliche Route
/* -----
&type =====
&type Vergabe von Routen-Nummern fuer Teilstuecke von Wegenlagen
&type =====
&type Teilstueck selektieren
&type -----
&sv .st [response 'TEILSTUECK-NUMMER']
&type -----

sel gemnr = %.gemnr% and an = %.an% and st = %.st%
calc st_route = 99
calc color = 1
draw

&sv ns [extract 1 [show number selected]]

/* Routel mit 1 Arc
/* -----
&if %ns% eq 1 &then
  &do
    &type
    &type -----
    &type Teilstueck %.st% besteht nur aus 1 Arc
    &type -----
    &type
    &sv .rlarc = 1
    calc st_route = 1
    calc color = 4
    cursor open
      &sv .idlarc [value :edit.%.cover%-ID]
    cursor close
    &sv .rlarc = 1
    save
    draw
    /* &stop
  &end

/* Routel mit n Arcs
/* -----
&if %ns% gt 1 &then
  &do
    &type
    &type -----
    &type Das Teilstueck besteht aus mehr als einem Arc
    &type HAUPTROUTE selektieren:
    &type -----
    resel path
    &sv .st_route = 1
    &sv .rlarc = 9
    calc st_route = %.st_route%

```

```

    calc color = 4
&end

/* Gesamtlänge ROUTE 1
/* -----
/* &if [quote %AML$MESSAGE%] ne 'No operations specified' &then
/*   &do
/*     statistics
/*     y
/*   &end
/* &else
/*   &do
/*     statistics
/*     sum length
/*     ~
/*     n
/*     n
/*   &end

/* -----
/* Aufsammeln der unmittelbar an ROUTE 1 angrenzenden
/* und dem gleichen Teilstück angehörenden Arcs
/* -----

sel connect
resel an = %.an% and st = %.st%

&sv n [extract 1 [show number select]]

&if %n% gt 0 &then
  &do
    cursor open
    &sv ini
    &do &while %:edit.AML$NEXT%
      &sv arclist [value :edit.%.cover%-ID],%ini%
      &sv ini %arclist%
    cursor next
    &end
    cursor close

    &type
    &type -----
    &type abzweigende Arcs:
    &type -----
    &type %arclist%
    &type

    /* -----
    /* abzweigende Arcs bearbeiten
    /* -----

    &sv inil
    &sv arclist1

    &do i &list %arclist%

      sel %.cover%-ID = %i%
      /* ds; draw

      &type
      &type -----
      &type Abzweigung %i% wird bearbeitet ...
      &type -----

```

```

&type

sel connect
resel st = %.st% and st_route = 99

/* abzweigende Arcs ohne Anschluss
/* -----
&if [extract 1 [show number select]] = 0 &then
  &do
    sel %.cover%-ID = %i%
    calc st_route = 98
    calc color = 3
    calc dir = 4
  &end

/* abzweigende Arcs mit Anschluss -> neue Route
/* -----
&if [extract 1 [show number select]] gt 0 &then
  &do
    sel %.cover%-ID = %i%
    &sv .st_route = [calc %.st_route% + 1]
    calc dir = 1
    &call findroute
  &end

&end /* &do i &list %arclist%

sel st_route = 98
&if [extract 1 [ show number select]] ne 0 &then &do
  cursor open
  &sv st_route = [calc %.st_route% + 1]
  calc st_route = %.st_route%
  cursor close
&end

&end

save
draw

&type -----
/* &sv jn [response 'ROUTE(N) AUSRICHTEN ( j/n )']
&type ROUTE(N) AUSRICHTEN
&type -----
&type

&sv jn j

&if %jn% eq 'j' &then
  &do
    &r dir
  &end

&return

/* ===== ROUTINEN =====

/* =====
  &routine findroute
/* =====

sel $id = %i%
calc color = 6

```

```

calc st_route = %.st_route%

sel connect
resel st = %.st% and st_route = 99

/* Ende der Route
/* -----
&if [extract 1 [show number select]] = 0 &then &do
  &type
  &type Ende der Route %.st_route% erreicht
  &type -----
  &type
  &return
&end

/* ein weiteres Segment
/* -----
&if [extract 1 [show number select]] = 1 &then &do
  cursor open
  &sv i = [value :edit.%.cover%-ID]
  cursor close
  calc st_route = %.st_route%
  calc color = 6
  sel connect
  resel st = %.st% and st_route = 99
  &call findroute
&end

/* mehrere Möglichkeiten
/* -----
&if [extract 1 [show number select]] gt 1 &then &do
  cursor open
  &sv exit = 0

  &do &while %exit% = 0
    drawselect
    draw
    &type
    &type
    &sv jn [response 'Arc an Route angliedern?']
    &type

    &if %jn% = 'j' &then
      &do
        calc st_route = %.st_route%
        calc color = 6
        &sv i = [value :edit.%.cover%-ID]
        cursor close
        &sv exit = 1
        &type Arc %i% an Route %.st%-%.st_route% angegliedert
        &type
        &call findroute
      &end
    &else
      &do
        &sv arclist1 [value :edit.%.cover%-ID],%ini1%
        &sv ini1 %arclist1%
        calc st_route = 98
        calc dir = 4
        calc color = 3
        cursor next
        /* drawselect
        /* draw

```

```

        &sv exit = 0
        &end

    &end /* &do &while ...

&end /* &if [extract 1 ...

&r droute

&return

```

```

/* =====
/* dir1.aml
/* =====
/* 2001-02-13 fm
/* -----
/* Physische Ausrichtung von Teilstück-Routen in Weganlagen
/* mit haendischer Eingabe einer Teilstuecknummer
/* -----

```

```

&sv .st [response TEILSTUECK]

&r dir

&return

```

```

/* =====
/* dir.aml
/* =====
/* 2001-02-13 fm
/* -----
/* Physische Ausrichtung von Teilstück-Routen in Weganlagen
/* -----

```

```

de arc arrows
setdraw 2

```

```

&type
&type =====
&type   Physische Ausrichtung von Teilstück-Routen in Weganlagen
&type =====
&type

```

```

/* &sv .st [response TEILSTUECK]
sel gemnr = %.gemnr% and an = %.an%
zsel

```

```

/* -----
/* Anzahl Routen in einem Teilstueck einer Weganlage
/* niedrigste / höchste Routennummer
/* -----
/* returns : %.rmin%   niedrigste Routennummer
/*           %.rmax%   hoechste Routennummer
/*           %.n%      Anzahl Routen
/* -----
&r nrouten.aml

```

```
sel gemnr = %.gemnr% and an = %.an% and st = %.st% and st_route = %.rmin%
calc dir = 9
```

```
ap ap_strdir.aml
```

```
&type
&type =====
&type RICHTUNG FESTLEGEN
&type =====
&type
&type Start von ROUTE1 selektieren:
&type

&if %.rlarc% = 1 &then
  &do
    sel %.cover%-ID = %.idlarc%
  &end
&else
  &do
    sel
  &end

&type
&type -----
&sv dir = [response 'RICHTUNG ok ( j/n )']
&type -----
&type Route 1 wird ausgerichtet ...
&type -----
&type

&if %dir% = 'n' &then flip
&call narcs

&do i = 2 &to %.rmax% &by 1
&type i = %i%

  &type
  &type -----
  &type Route %i% wird ausgerichtet ...
  &type -----
  &type

  sel gemnr = %.gemnr% and an = %.an% and st = %.st% and st_route = %i%
  &sv n1 [extract 1 [show number select]]

  /* Routen mit einem Arc
  /* -----
  &if %n1% = 1 &then &do
    cursor open
    &sv dirno = 9
    cursor close
    &call larc
  &end

  /* Routen mit mehreren Arcs
  /* -----
  &if %n1% gt 1 &then &do
    &sv dirno 1
    resel dir = 1
    cursor open
    &sv id [value :edit.%.cover%-ID]
    cursor close
```

```
    sel gemnr = %.gemnr% and an = %.an% and st = %.st% and st_route = %i%
    calc dir = 9
    sel %.cover%-ID = %id%
    &call larc
    /* sel %.cover%-ID = %id%
    &call narcs
    &end

&end

save
draw

&type -----
&pause
&type -----
&type

&r droute

&return

/* ===== ROUTINEN =====

/* =====
    &routine larc
/* =====

cursor open
    &sv fnode %:edit.fnode#%
    &sv tnode %:edit.tnode#%
    &sv id [value :edit.%.cover%-ID]
cursor close
sel connect
resel gemnr = %.gemnr% and an = %.an% and dir ne 9
cursor open
    &sv fnodel %:edit.fnode#%
    &sv tnodel %:edit.tnode#%
cursor close
sel %.cover%-ID = %id%
&if %tnode% eq %tnodel% or %tnode% eq %fnodel% &then flip
&if %dirno% = 1 &then
    calc dir = %dirno%
&else
    calc dir = 4
&return

/* =====
    &routine narcs
/* =====

&if %.rlarc% = 1 &then
    &do
        calc dir = 4
    &end
&else
    &do
        calc dir = 1

        cursor open
        &sv st_route %:edit.st_route%
        &sv tnodel %:edit.tnode#%
        cursor close
```

```

sel connect
resel st = %.st% and dir = 9

&sv n [extract 1 [show number select]]

&do &while %n% = 1

    cursor open
    &sv tnode2 %:edit.tnode#%
    cursor close

    &if %tnode2% = %tnode1% &then flip

    calc dir = 2

    cursor open
    &sv id [value :edit.%.cover%-ID]
    &sv arcno = [value :edit.%.cover%#]
    &sv tnode1 %:edit.tnode#%
    cursor close

    sel connect
    resel st = %.st% and dir = 9

    &sv n [extract 1 [show number select]]

&end

&if %.rlarc% ne 1 &then &do
    sel %.cover%-ID = %id%
    calc dir = 3
&end

&end

&return

```

```

/* =====
/* ap_stran.aml
/* =====
/* 2001-01-31 fm
/* -----
/* Arcs mit Teilstück-Nummern bezeichnen
/* Titel: 'Teilstueck-Nummern Weganlage ...'
/* -----

clearsel
resel %.cover% arc gemnr = %.gemnr% and an = %.an%

pageunits cm
textset font
textfont 94023
textsize 0.4
textquality proportional

arctext %.cover% st cc
&sv quote '

&sv m1 [extract 1 [show mapextent]]

```

```
&sv m4 [extract 4 [show mapextent]]
move %m1% %m4%
```

```
textsize 0.5
textoffset 0.5 -0.5
text 'Teilstueck-Nummern Weganlage %.an%' ul
textoffset 0 0
```

```
pageunits inches
```

```
/* =====
/* ap_stranst.aml
/* =====
/* 2001-01-31 fm
/* -----
/* Arcs mit Routen-Nummern bezeichnen
/* Titel: 'Routen-Nummern Weganlage ... - alle Teilstuecke'
/* -----
```

```
clearsel
resel %.cover% arc gemnr = %.gemnr% and an = %.an%
```

```
pageunits cm
textset font
textfont 94023
textsize 0.4
textquality proportional
```

```
arctext %.cover% st_routel cc
```

```
&sv quote '
```

```
&sv m1 [extract 1 [show mapextent]]
&sv m4 [extract 4 [show mapextent]]
```

```
move %m1% %m4%
```

```
textsize 0.5
textoffset 0.5 -0.5
text 'Routen-Nummern Weganlage %.an% - alle Teilstuecke%' ul
textoffset 0 0
```

```
pageunits inches
```

```
/* =====
/* ap_strtext.aml
/* =====
/* 2001-01-18 fm
/* -----
/* Anzeige Weganlage - Laufrichtung
/* Titel: 'Weganlage ... - Laufrichtung'
/* -----
```

```
clearsel
resel %.cover% arc gemnr = %.gemnr% and an = %.an%
```

```
pageunits cm
```

```
textset font
textfont 94023
textsize 0.4
textquality proportional
arctext %cover% dir

&sv quote '

&sv m1 [extract 1 [show mapextent]]
&sv m4 [extract 4 [show mapextent]]

move %m1% %m4%

textsize 0.5
textoffset 0.5 -0.5
text 'Weganlage %.an% - Laufrichtung %quote% ul
textoffset 0 0

pageunits inches



---



/* =====
/* listan.aml
/* =====
/* 2001-02-14 fm
/* -----
/* Liste der vorhandenen Anlagennummern
/* -----

&sv anlist %cover%_an.lst
&sv wsp [show workspace]

&if [exists an.frq -infotable] &then kill an.frq info yes
statistics an an.frq init
sum length
~
n
n

edit an.frq info
sel all
sort an
&watch %cover%_an.lst
list an
&watch &off
&terminal 9999
&popup %cover%_an.lst
edit %cover% arc
ef arc

&type
&type =====
&type Die LISTE DER ANLAGENNUMMERN wurde unter
&type      %wsp%/anlist% gespeichert
&type =====
&type
```

```

/* =====
/* nrouten.aml
/* =====
/* 2001-02-02 fm
/* -----
/* Anzahl Routen in einem Teilstueck einer Weganlage
/* niedrigste / höchste Routennummer
/* -----
/* requires: %.cover% Editcover
/*           %.gemnr% Gemeindenummer
/*           %.an%   Nummer der Weganlage
/* -----
/* returns : %.rmin%  niedrigste Routennummer
/*           %.rmax%  hoechste Routennummer
/*           %.n%    Anzahl Routen
/* -----

&messages &off

/* edit %.cover% arc
select gemnr = %.gemnr% and an = %.an% and st = %.st%

&if [exists st_route.frq -infotable] &then kill st_route.frq info yes
statistics st_route st_route.frq init
sum length
~
n
n

&if [exists st_routemin.frq -infotable] &then kill st_routemin.frq info yes
statistics # st_routemin.frq init
minimum st_route
~
n
n
&sv .rmin [extract 1 [show statistic 1 1]]

&if [exists st_routemax.frq -infotable] &then kill st_routemax.frq info yes
statistics # st_routemax.frq init
maximum st_route
~
n
n
list st_routemax.frq
&sv .rmax [extract 1 [show statistic 1 1]]

edit st_route.frq info
sel all
&sv .n [extract 1 [show number select]]

&type
&type Anlage:      %.an%
&type Teilstueck:  %.st%
&type Routen:      %.n%
&type min:         %.rmin%
&type max:         %.rmax%
&type

edit %.cover% arc
ef arc

&if %.n% ne %.rmax% &then
&do

```

```
&type =====
&type WARNUNG: Routen-Nummern ungleich Routen-Anzahl !!!!!
&type =====
&messages &on
&stop
&end

&messages &on
&return
```