

Verkehrstelematische Anwendungen für Regionalbusse in Tirol

- Systemstudie -

Im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abteilung Verkehrsplanung

Bearbeitung:



Ing.-Büro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH

Ottostraße 5

80333 München

Tel. 089 / 2 06 06 69 - 0

Dipl.-Ing. August Janello

Cornelia Bruns M.A.

Dezember 2005

Inhalt

	Seite
Abbildungsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	3
Einleitung.....	4
1 Darstellung und Funktionsweise bestehender Systemtechnik	6
1.1 Systemtechnik für Fahrgeldmanagement im VVT	6
1.2 Systemtechnik für verkehrstelematische Anwendungen in Innsbruck	6
2 Anforderungen der Interessens- und Nutzergruppen	10
2.1 Anforderungen der Interessensträger	10
2.2 Anforderungen der regionalen Verkehrsunternehmen	11
2.3 Anforderungen der Innsbrucker Verkehrsbetriebe und Stubaitalbahn GmbH	14
3 Darstellung und Bewertung systemtechnischer Konzepte	15
3.1 Grundzüge der systemtechnischen Lösungsansätze	16
3.2 Darstellung von Konzepten.....	18
3.3 Kostenmäßige Bewertung systemtechnischer Varianten	31
4 Systemempfehlung und Realisierungsszenario.....	34
4.1 Beurteilung der VLSA-Varianten	34
4.2 Beurteilung der DFI-Varianten	35
4.3 Pilotversuch Schwaz.....	35
4.4 Systemempfehlung	36
4.5 Realisierungskonzept	37
5 Zusammenfassung und Gesamtbetrachtung	40
Interview- und Gesprächspartnerverzeichnis	42
Quellenverzeichnis.....	43
Anhang.....	44

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1 Fahrscheindrucker und IBIS2-Bordrechner	7
Abb. 2 Funkausstattung im Bus	7
Abb. 3 Leitstelle des RBL-Systems	8
Abb. 4 4-zeiliger SmartInfo	9
Abb. 5 6-zeiliger DFI-Anzeiger	9
Abb. 6 City-Bus an der VLSA Barbarabrücke in Schwaz	15
Abb. 7 VLSA-Steuergerät an der Barbarabrücke in Schwaz	15
Abb. 8 Konzeptvariante 1	21
Abb. 9 Konzeptvariante 2	23
Abb. 10 Konzeptvariante 3	25
Abb. 11 Konzeptvariante 4	27
Abb. 12 Konzeptvariante 5	29

Abkürzungsverzeichnis

DFI	Dynamische Fahrgastinformation
FEE	Funkempfangseinheit
FMK	Funkminikassette
IBV	Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH
IVB	Innsbrucker Verkehrsbetriebe und Stubaitalbahn GmbH
LVB	Landecker Verkehrsbetriebe
NEMO	Neue Modulation
ÖVG	Öztaler Verkehrsgesellschaft
RBL	Rechnergestütztes Betriebsleitsystem
TAE	Telegrammauswerteeinheit
VLSA	Verkehrslichtsignalanlage
VVT	Verkehrsverbund Tirol
VTG	Verkehrsverbund Tirol GmbH

Einleitung

In der Stadt Innsbruck existiert neben einem rechnergestützten Betriebsleitsystem (RBL) und einem dynamischen Fahrgastinformationssystem (DFI) ein ÖPNV-Beschleunigungssystem an Verkehrslichtsignalanlagen (VLSA). Diese verkehrstelematischen Anwendungen sind derzeit nur den Fahrzeugen des kommunalen Verkehrsunternehmens Innsbrucker Verkehrsbetriebe und Stubaitalbahn GmbH (IVB) zugänglich. Die in bzw. nach Innsbruck verkehrenden Regionalbusse anderer Verkehrsunternehmen werden in diesem System nicht berücksichtigt.

Seitens der Tiroler Landesregierung besteht die Absicht, den Regionalbussen die Busbevorrechtigung an Verkehrslichtsignalanlagen und die Ansteuerung dynamischer Fahrgastinformationsanzeigen in Innsbruck zu ermöglichen. Zusätzlich sollen tirolweit ÖPNV-Priorisierungen an VLSA und ein DFI-System an Haltestellen in der Region eingeführt werden.

Die im Verkehrsverbund Tirol (VVT) verkehrenden Fahrzeuge, denen die IVB-Busse und -Straßenbahnen sowie sämtliche im Regionalbusverkehr eingesetzten Busse in Tirol zuzuordnen sind, sind einheitlich mit einem Fahrscheindrucker der Firma ZELISKO ausgestattet. Die Fahrzeuge der IVB sind zusätzlich mit einem zweiten Bordrechner der Firma SIEMENS ausgerüstet, auf dem die Systeme für VLSA-Priorisierung, DFI und RBL in Innsbruck basieren. Auch die straßenseitige Technik besteht in Innsbruck aus SIEMENS-Komponenten. Für die Kommunikation zwischen den fahrzeug- und straßenseitigen Komponenten sowie der Leitstelle der IVB wird ein proprietäres Telegrammformat der Firma SIEMENS namens NEMO (Neue Modulation) eingesetzt, das patentrechtlich geschützt ist.

Im Vorfeld dieser Studie sind verschiedene Konzepte zur Integration des Regionalbusverkehrs in das Innsbrucker System und zur Implementierung eines VLSA-Beeinflussungs- sowie DFI-Systems in der Region auf Basis der vorhandenen Technik verschiedener Hersteller erarbeitet worden. Diese reichen fahrzeugseitig von der Aufrüstung des in allen Fahrzeugen vorhandenen Fahrscheindruckers zu einem leistungsstarken Bordrechner bis hin zur landesweiten Ausweitung des in Innsbruck bzw. bei der IVB vorhandenen Systems.

Das Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH (IBV) wurde vom Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Verkehrsplanung beauftragt, unter zugrunde legen der vorhandenen Konzepte, eine offene und wirtschaftliche, tirolweit einsetzbare systemtechnische Lösungsmöglichkeit für DFI und VLSA-Beeinflussung für den Regionalbusverkehr unter Berücksichtigung des Innsbrucker Systems sowie bereits vorhandener Fahrzeugkomponenten aufzuzeigen. Begleitet wird die Studie von einem Pilotprojekt unter Beteiligung des Regionalbusunternehmens Heiss & Ledermais in der Stadt Schwaz, in dessen Rahmen eine VLSA-Priorisierung für Regionalbusse auf Basis des in den Bussen vorhandenen Fahrscheindruckers umgesetzt wird.

Ziel dieser Systemstudie ist es nicht, eine Planung aufzustellen, sondern es ist vielmehr das Ziel, die Grundlage für einen Systemscheid für verkehrstelematische Anwendungen im Land Tirol zu schaffen.

Zu diesem Zweck werden die Funktionsweise und Elemente des bestehenden Innsbrucker Systems analysiert und die wesentlichen fahrzeugseitigen Ausstattungsmerkmale aller Fahrzeuge im VVT, d.h. der IVB-Fahrzeuge und der Regionalbusse ermittelt. Die vorhandenen Lösungskonzeptionen werden sowohl vor dem Hintergrund ihrer technischen Machbarkeit als auch unter Berücksichtigung der Anforderungen der unterschiedlichen Interessens- und Nutzergruppen beleuchtet und kostenmäßig bewertet.

Für die empfohlene systemtechnische Lösungsmöglichkeit wird ein Realisierungsszenario dargestellt.

Methodisch stützt sich die vorliegende Arbeit im wesentlichen auf die Aus- und Bewertung vorhandener systemtechnischer Lösungsmöglichkeiten, auf technische Aufklärungsgespräche und Telefonate, die sowohl mit Systemlieferanten als auch mit dem Funkexperten der Landesregierung geführt wurden sowie auf Interviews, die mit Vertretern der verschiedenen Interessens- und Anwendergruppen geführt wurden.

Im Anhang der Studie befinden sich sowohl ein Gesprächs- als auch ein Quellenverzeichnis. Im Rahmen der Studie wird auf einen ständigen Quellenverweis verzichtet.

1 Darstellung und Funktionsweise bestehender Systemtechnik

Die systemtechnische Ausstattung der Fahrzeuge im VVT, die zu unterscheiden sind in Regional- und IVB-Busse und -Straßenbahnen, differiert insofern, als dass die Fahrzeuge der IVB im Innsbrucker Stadtgebiet in ein DFI-System eingebunden sind und entsprechend ausgestattete Verkehrslichtsignalanlagen im Stadtgebiet beeinflussen können. Zusätzlich besteht in der Stadt Innsbruck ein rechnergestütztes Betriebsleitsystem der IVB. Den Regionalbussen stehen diese Systeme derzeit mangels der erforderlichen fahrzeugseitigen Infrastruktur nicht zur Verfügung.

Im folgenden werden, soweit im Rahmen dieser Studie benötigt, die wesentlichen Merkmale der vorhandenen Systemtechnik in Innsbruck sowie in den Fahrzeugen der IVB und den regionalen Verkehrsunternehmen vor dem Hintergrund ihrer funktionalen Bedeutung für bestehende verkehrstelematische Anwendungen dargestellt. Berücksichtigt werden dabei entsprechend der Aufgabenstellung die Systeme für Fahrgeldmanagement, ÖPNV-Beeinflussung an Verkehrslichtsignalanlagen, Dynamische Fahrgastinformation und das Rechnergestützte Betriebsleitsystem.

Auf eine detaillierte Erläuterung der grundsätzlichen Funktionsweise der Systemkomponenten wird verzichtet, da davon ausgegangen wird, dass diese dem Leser bekannt sind. Es wird auf die Studie des Ingenieurbüros Köll aus dem Jahr 2002 verwiesen, in der bereits ausführlich die vorhandene Systemtechnik und ihre Funktionsweise dargestellt wird.

1.1 Systemtechnik für Fahrgeldmanagement im VVT

Alle Fahrzeuge im VVT, d.h. sowohl die IVB-Busse und -Straßenbahnen als auch die Regionalbusse sind einheitlich nach Vorgaben der Verbundgesellschaft mit einem Fahrscheindrucker FSD der Firma ZELISKO ausgestattet. Im Einsatz befinden sich in heute verschiedene Typen, vornehmlich der Typ FSD4R.

Dieser Fahrscheindrucker erfüllt in allen Bussen im VVT die Funktionen Fahrscheindruck und Fahrgeldmanagement. Derzeit sind keine anderen Funktionen abgelegt. Eine Hochrüstung dieses Fahrscheindruckers durch entsprechende Hard- und Softwarekomponenten zu einem leistungsstarken Bordrechner ist möglich. Mit diesem wären nach einer Hochrüstung die betrachteten verkehrstelematischen Anwendungen VLISA-Beeinflussung auf Basis des standardisierten VDV-Telegramms, DFI und die Einbindung in ein RBL-System möglich (siehe Kapitel 3.1).

1.2 Systemtechnik für verkehrstelematische Anwendungen in Innsbruck

Zur Teilnahme an VLISA-Beeinflussung, DFI und zur Integration in das RBL-System der Stadt Innsbruck verfügen die Fahrzeuge der IVB zusätzlich zu dem vorgenannten Fahrscheindrucker über ein integriertes Bordinformationssystem vom Typ IBIS2 der Firma SIEMENS.¹ Über diesen zweiten Bordrechner wird u.a. die Funkanmeldung an Lichtsig-

¹ Mit Ausnahme der auf der Linie ST - Stubaital eingesetzten Fahrzeuge sind alle Fahrzeuge des Unternehmens mit dem IBIS-System ausgestattet.

anlagen, die Positionsmeldung an das RBL-System, die Abmeldung an den DFI-Anzeigern sowie Sprech- und Datenfunk an die Betriebsleitstelle der IVB abgewickelt.



**Abb. 1: Fahrscheindrucker
und IBIS2-Bordrechner**

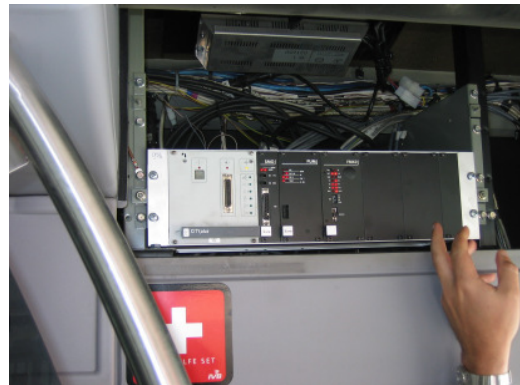


Abb. 2: Funkausstattung im Bus

Die Merkmale der Systeme werden im Folgenden dargestellt:

- VLSA-Beeinflussung

Zur Übertragung der Funktelegramme an die Steuergeräte kommen in den IVB-Fahrzeugen entweder Funkgeräte vom Typ DMF 150 der Firma Indelco oder eine spezielle elektronische Baugruppe - die s.g. Funkminikassette FMK – der Firma SIEMENS, zum Einsatz. Letztere wird heute bei Neuausstattung eingebaut. Die Indelco-Funkgeräte sind von älterem Typus.

Das Sender-/Empfänger-System, das die Schnittstelle zwischen den Fahrzeugen und den stationären Systemkomponenten an den Knotenpunkten bildet, basiert auf dem proprietären, nicht standardisierten bzw. nicht VDV-konformen NEMO-Telegramm. Hierbei handelt es sich um eine besondere Modulationsart der Firma SIEMENS, die patentrechtlich bis zum Jahr 2012 geschützt ist. Dieses Telegrammformat verfügt über eine höhere Übertragungsrate und eine größere Reichweite als die standardisierte VDV-konforme FFSK-Modulation und erreicht damit eine höhere Übertragungsqualität. Das NEMO-Telegramm wird in Innsbruck aufgrund der topografischen Lage der Stadt für die Kommunikation im RBL benötigt und wird auch für die Ansteuerung von VLSA verwendet.

Entsprechend ist das heute vorhandene VLSA-Steuerungssystem in der Stadt Innsbruck – bestehend aus VLSA und Verkehrsrechner – von SIEMENS proprietär aufgebaut. Die Kommunikation zwischen Steuergerät und Verkehrsrechner erfolgt seriell über die s.g. BEFA 15-Schnittstelle.

Die Funkempfangs- und Telegrammauswerteeinheiten (FEE / TAE) zum Empfang der Anforderungstelegramme der ÖV-Fahrzeuge sind bei neuerer Gerätetechnik über eine serielle Schnittstelle an die VLSA-Steuergeräte angeschlossen, wodurch eine durchgängige Verbindung zum Verkehrsrechner der Stadt Innsbruck besteht. Somit ist die Möglichkeit gegeben, den ÖPNV-Datenspeicher der Steuergeräte zentral über den Verkehrsrech-

ner auszulesen. Bei Geräten älterer Bauart mit parallelem Anschluss der Telegrammauswerteeinheit ist diese Möglichkeit nicht gegeben. FEE und TAE müssen aufgrund des patentrechtlich geschützten Telegrammformats NEMO in SIEMENS-Technik ausgeführt sein. Entsprechend ist auch ein Großteil der Steuergeräte in Innsbruck von SIEMENS. In der Region sind hingegen Steuergeräte verschiedener Hersteller im Einsatz.

Streckenseitig besteht das Funkanforderungssystem für VLSA-Beeinflussung in der Stadt Innsbruck aus einem Bake-Funk-System. Es kommen IRIS2-Baken der Firma SIEMENS zum Einsatz, die in den jeweiligen Knotenpunktzufahrten die Fahrzeuge mit den notwendigen Informationen zum Absetzen der Funkanforderung an die VLSA versorgen.

Die der Stadt Innsbruck zugewiesene Funkfrequenz zur Telegrammübermittlung liegt bei 168,525 MHz und einer Kanalbandbreite von 25 kHz im 2m-Band. Die Funkfrequenz des Landes Tirol liegt bei 146,8 MHz und ebenfalls einer Kanalbandbreite von 25 kHz. Eine Ausweitung der in Innsbruck verwendeten Frequenz auf ganz Tirol ist gemäß Festlegung der Fernmeldebehörde nicht möglich.

- Dynamische Fahrgastinformation und Rechnergestütztes Betriebsleitsystem

Die IVB verfügen über ein vollausgestattetes Rechnergestütztes Betriebsleitsystem (RBL), das auf der Basis von Analogfunk arbeitet. Mit Ausnahme der Fahrzeuge der Stubaitallinie sind alle Busse mit dem notwendigen IBIS-Bordcomputer ausgestattet und somit im System integriert. Die Busse melden fortlaufend ihre aktuelle Position an die Betriebsleitstelle, in der das komplette Liniennetz somit ständig überwacht wird und Abweichungen vom Fahrplan sowie Störungen sofort erkannt und am Bildschirm dargestellt werden. Somit hat der Disponent die Möglichkeit, bei Störungen oder Verspätungen geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Den Fahrgästen werden die aktuellen Abfahrtszeiten durch das DFI-System mitgeteilt.



Abb. 3: Leitstelle des RBL-Systems

Die für RBL und DFI erforderliche Standorterfassung bzw. -verfolgung erfolgt bei den Fahrzeugen der IVB auf Basis der Prinzipien der logischen und physikalischen Ortung. Zum Abgleich der angezeigten und tatsächlich zurückgelegten Strecken sind in den IVB-Fahrzeugen Wegimpulszähler an den Fahrzeugrädern installiert, die über einen C4-Kontakt an den IBIS2-Bordcomputer angeschlossen sind. In diesem sind die Wegebänder hinterlegt. Das in Innsbruck vorhandene Infrarotbakensystem dient der Synchronisation des Wegimpulszählers.

Die Standortmeldung der IVB-Fahrzeuge erfolgt in Innsbruck aufgrund der topografischen Lage der Stadt nicht direkt an die Leitstelle, sondern wird mittels des NEMO-Telegramms an eine zentrale Relaisstation gesendet. Von dort wird die Information an den Leitreechner der IVB übermittelt. Dieser errechnet auf Basis der Standortmeldung der Fahrzeuge und dem Soll-Ist-Vergleich der Fahrplandaten die Verspätungen der Fahrzeuge in Echtzeit. Vom Leitreechner aus werden Informationen zur Fahrplanlage der Fahrzeuge an die DFI-Anzeiger – i.d.R. SmartInfos der Firma Siemens – übermittelt. Jeder DFI-Anzeiger ist mit einem Mini-Rechner ausgestattet, in dem u.a. Fahrplandaten und Kursinformationen hinterlegt sind. Auf Basis des hinterlegten Fahrplans und den Informationen der Leitzentrale entscheidet der jeweilige DFI-Rechner, welche Fahrten auf den SmartInfos angezeigt werden. Bei den DFI-Anzeigern handelt es sich i.d.R. um vierzeilige Anzeigetafeln, die die Abfahrtszeiten in Echtzeit ausweisen.² Angezeigt wird jeweils nur eine Fahrt pro Linie und Richtung, sortiert nach Abfahrtszeit, so dass immer die 4 Linien mit der zeitlich nächstgelegenen Abfahrt dargestellt wird.

Nachstehende Abbildung zeigt in Innsbruck vorhandene DFI-Anzeiger: SmartInfos der Firma SIEMENS und einen 6-zeiligen DFI-Anzeiger der Firma Browse an der Haltestelle Marktplatz.



Abb. 4: 4-zeiliger SmartInfo



Abb. 5: 6-zeiliger DFI-Anzeiger

² An der Innsbrucker Haltestelle Marktplatz gibt es zwei 6-zeilige DFI-Anzeiger der Firma Browse. Deren „Innenleben“ ist mit der Technik eines SmartInfos ausgestattet.

2 Anforderungen der Interessens- und Nutzergruppen

Zur Entwicklung einer Systemempfehlung für den Regionalbusverkehr im Land Tirol ist es neben der technischen und kostenmäßigen Bewertung verschiedener Ausführungsvarianten erforderlich, die Anforderungen und Zielsetzungen übergeordneter Interessensvertretungen sowie insbesondere die Anforderungsprofile der Systemanwender zu ermitteln, um eine spätere Produktakzeptanz bei diesen zu gewährleisten. Um diese Anforderungen zu ermitteln, wurden Interviews geführt. Eine Liste aller geführten Gespräche und der Gesprächspartner befindet sich im Anhang der Studie.

2.1 Anforderungen der Interessensträger

Seit mehreren Jahren bestehen seitens der Landesregierung Tirol und seiner Tochtergesellschaft VTG (Verkehrsverbund Tirol GmbH) Anstrengungen, den Regionalbussen im Verbundgebiet VLSA-Beeinflussung und DFI sowohl in der Region als auch im Innsbrucker Stadtgebiet zu ermöglichen. So wurden neben den Interessen und Zielsetzungen der Landesregierung und der VTG auch die der Stadt Innsbruck als Eigentümer und Betreiber der VLSA-Steuergeräte in Innsbruck ermittelt.

- Anforderungen und Zielsetzungen der Landesregierung Tirol

Die Interessen der Landesregierung sind vor dem Hintergrund ihrer übergeordneten Stellung zu betrachten. Das Interesse des Landes an VLSA-Beeinflussung und DFI liegt in der Zielsetzung begründet, die Attraktivität des ÖV im Land Tirol durch Qualitätssteigerungen zu erhöhen. Dabei verfolgt sie das Ziel, eine landesweit einheitliche und tirolweit einsetzbare systemtechnische Lösung für DFI und VLSA-Beeinflussung für den Regionalbusverkehr zu finden. Die systemtechnische Lösung soll dabei

- offen und herstellerunabhängig,
- wirtschaftlich und
- langfristig angelegt sein.

Dabei sollen die bereits in den Bussen des VVT vorhandenen Fahrzeugkomponenten sowie das in Innsbruck und das bei der IVB vorhandene System berücksichtigt werden.

- Anforderungen der Verbundgesellschaft

Das Interesse der Verbundgesellschaft an verkehrstelematischen Anwendungen für den Regionalbusverkehr begründet sich u.a. aus ihrer Position als Nahverkehrslogistiker. Daher ist es ihr definiertes Ziel

- die Anschlussicherung an den rund 3.000 Haltestellen im Verbundgebiet zu optimieren,
- die Verlustzeiten der Regionalbusse zu reduzieren,
- ein Qualitätssicherungssystem für den ÖV im Land Tirol zu implementieren.

Letzteres soll Informationen über die betrieblichen Abläufe liefern. Zur Erhöhung der Qualität des Regionalbusverkehrs werden Informationen zur Fahrplanlage, d.h. ein Soll-Ist-Vergleich der Fahrplandaten, gewünscht.

Diese Funktionen sollen durch ein „RBL-light-System“ erfüllt werden. Ein vollständiges RBL-System wird seitens der VTG als nicht erforderlich erachtet, da es für den Regionalbusverkehr aufgrund seiner Struktur unpraktikabel ist (geringe Taktichten, Streckenlängen, Störfallmanagement). Die Personalkosten werden bei geringem Nutzen als zu hoch eingestuft.

Eine tirolweit einsetzbare verkehrstelematische Lösung muss den Datenschutz der einzelnen Verkehrsunternehmen gewährleisten (u.a. „geheime“ Umlaufpläne der Verkehrsunternehmen).

- Anforderungen der Stadt Innsbruck

Die Anforderungen der Stadt begründen sich sowohl aus ihrer politischen Funktion als auch aus ihrer Position als Betreiber der Steuergeräte im Innsbrucker Stadtgebiet.

Grundsätzlich ist es ebenfalls Zielsetzung der Stadt für den Regionalbusverkehr, seine Attraktivität durch Qualitätssteigerungen zu erhöhen und den Verkehrsfluss im Stadtgebiet zu verbessern. Durch die Einbindung des Regionalbusverkehrs in das bestehende Innsbrucker System darf die Qualität der in Innsbruck bestehenden VLSA-Beeinflussung nicht verschlechtert werden.

Aus der Sicht der Stadt als Betreiber der Steuergeräte ist es Ziel, eine einheitliche Lösung für den kommunalen und den Regionalbusverkehr in Innsbruck zu finden, um die Betriebskosten (Wartungs-, Versorgungs- und Neuanschaffungskosten) für die straßenseitige Technik nicht zu erhöhen. Ebenso wie das Land fordert die Stadt eine zukunftsweisende und offene systemtechnische Lösung.

2.2 Anforderungen der regionalen Verkehrsunternehmen

Im VVT sind insgesamt 27 Verkehrsunternehmen von unterschiedlicher Größe (Fuhrpark, Mitarbeiterzahl) zusammengeschlossen, die die verschiedenen Regionen im Land Tirol bedienen. Zur Ermittlung der Anforderungen der Verkehrsunternehmen an verkehrstelematische Anwendungen für den Regionalbusverkehr wurde im Rahmen dieser Systemstudie von einer Befragung aller 27 Verkehrsunternehmen abgesehen. Vielmehr wurden Verkehrsunternehmen in Abhängigkeit ihrer Bedeutung im Verbundgebiet und der Abdeckung des Liniennetzes ausgewählt. Es war aber auch Ziel, die Anforderungen der Kleinunternehmer im Verbundgebiet zu erfassen.

Mit folgenden Verkehrsunternehmen wurden Gespräche geführt:

- ÖBB-Postbus GmbH
- Heiss & Ledermair
- Landecker Verkehrsbetriebe (LVB)
- Ötztaler Verkehrsgesellschaft (ÖVG)

Weiterhin wurden die Zillertaler Verkehrsbetriebe (ZVB) sowie die Firma Dietrich Touristik, die den Gesprächstermin nicht wahrnehmen konnten, telefonisch kontaktiert.

In der nachfolgenden Betrachtung werden die Anforderungen der regionalen Verkehrsunternehmen an die verkehrstelematischen Anwendungen VLSA-Beeinflussung, DFI und RBL dargestellt. Die Ausgestaltung des Fahrgeldmanagements ist mit dem Fahrschein drucker FSD der Firma ZELISKO durch die Verbundgesellschaft vorgegeben.

▪ **Interesse und Anforderungen an VLSA**

VLSA-Beeinflussung
innerstädtisch

Die Beeinflussung von VLSA durch den Regionalbusverkehr wird von den Verkehrsunternehmen sowohl in der Stadt Innsbruck als auch in den Bezirksstädten befürwortet. In diesen Bereichen sind die Verlustzeiten für den ÖV hoch.

VLSA-Beeinflussung
in der Region

In der Region wird VLSA-Beeinflussung von den Verkehrsunternehmen als weniger erforderlich erachtet, da die Verlustzeiten hier im Verhältnis zur Gesamtreisezeit gering sind.

▪ **Interesse und Anforderungen an DFI**

DFI in Innsbruck

Die Implementierung eines DFI-Systems in Innsbruck wird von allen Verkehrsunternehmen als erforderlich erachtet.

Die Ausführung kann in Form der Einbindung in das bestehende SmartInfo-System der IVB erfolgen, aber auch als eigenständiges System für den Regionalbusverkehr.

DFI in der Region

Seitens der Verkehrsunternehmen besteht großes Interesse, auch in der Region ein DFI-System einzuführen, um das Fahrgastinformationssystem zu verbessern und damit die Kundenzufriedenheit zu erhöhen.

Technische Umsetzung

Die Ansteuerung der DFI-Anzeiger über einen zentralen Server beim VVT wird von allen Verkehrsunternehmen mit Ausnahme der ÖBB-Postbus GmbH befürwortet. Die Ablehnung dieses Konzepts liegt in den landesweiten Plänen der ÖBB-Postbus GmbH begründet. Diese sehen einen unternehmenseigenen Server vor, den das Unternehmen den ande-

ren Verkehrsunternehmen zugänglich machen würde. Diese Variante wird von den Verkehrsunternehmen jedoch aus Datenschutzgründen abgelehnt. Eine Anbindung des ÖBB-Postbus-Servers an den zentralen VVT-Server über eine standardisierte Schnittstelle wird als möglich erachtet.

Abgelehnt wird von allen Verkehrsunternehmen auch die direkte Einbindung in das System der IVB.

▪ **Interesse und Anforderungen an ein RBL-System**

Interesse an RBL

Grundsätzlich besteht bei allen Verkehrsunternehmen Interesse an RBL-Funktionen. Von einem vollständigen RBL-System wie es bei der IVB vorhanden ist, wird abgesehen.

RBL-Funktionen

Die von den Verkehrsunternehmen gewünschten RBL-Funktionen sind nicht ausschließlich durch ein vollständiges RBL-System zu erfüllen.

Seitens der Verkehrsunternehmen bestehen hierzu unterschiedliche Vorstellungen und Anforderungen. Folgende Funktionen werden genannt:

- Standortbestimmung und -verfolgung
- Ausfahrzeiten Haltestellen
- Einhaltung der Fahrzeiten

Hierbei ist es nicht erforderlich, dass die jeweiligen Daten online zur Verfügung stehen. Es genügt, wenn zu Auskunftszwecken (z.B. bei Reklamationen) auf gespeicherte Daten zurückgegriffen werden kann und Ereignisse bzw. Fahrtverläufe nachvollzogen werden können.

Den dargestellten Anforderungen an die verschiedenen Anwendungen ist hinzuzufügen, dass alle befragten Verkehrsunternehmen ein zweites Bordrechnersystem wie es in den Fahrzeugen der IVB realisiert ist, ablehnen (u.a. Platzgründe, zusätzliche Belastung der Lenker, erhöhter Schulungsaufwand, doppelte Wartungskosten etc.). Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die im Regionalverkehr eingesetzten Fahrzeuge der LVB mit einem Flottenmanagementsystem der Firma SIEMENS ausgestattet sind, an dem auch die ÖVG ihr Interesse bekundet.

2.3 Anforderungen der Innsbrucker Verkehrsbetriebe und Stubaitalbahnen GmbH

Neben den Interessen der regionalen Verkehrsunternehmer sind für die Entwicklung einer Systemlösung und zur Einbindung des Regionalbusverkehrs in das Innsbrucker System die Interessen und Anforderungen des kommunalen Verkehrsunternehmens IVB von zentraler Bedeutung.

Die IVB bedient sowohl das kommunale Streckennetz als auch regionale Strecken mit Innsbruck-Bezug. Die eingesetzten Fahrzeuge sind bis auf die Fahrzeuge auf der Linie ST-Stubaital vollständig mit der IBIS-Systemtechnik für VLSA-Beeinflussung, DFI und RBL ausgestattet. Diese Systeme finden derzeit nur im Stadtgebiet Innsbruck Anwendung.

■ Interesse und Anforderungen der IVB

VLSA-Beeinflussung

Die IVB ist mit der Qualität der in Innsbruck vorhandenen VLSA-Beeinflussung zufrieden. Durch die Einbindung des Regionalbusverkehrs in die VLSA-Beeinflussung darf der bestehende Betrieb nicht verschlechtert werden.

Für den von der IVB betriebenen Regionalbusverkehr Innsbruck-Hall soll in der Region eine Priorisierung an VLSA eingerichtet werden.

Das System der Regionalbusse sollte mit dem der IVB kompatibel sein.

Einbindung DFI-System

Die IVB ist mit der Ausführung und Funktionsweise des in Innsbruck bestehenden DFI-Systems zufrieden.

Eine Integration des Regionalbusverkehrs in das bestehende DFI-System wird als sinnvoll erachtet, um das Prinzip der Eindeutigkeit zu erhalten.

Insbesondere soll die Regionalbuslinie Innsbruck-Hall sowie die Stubaitallinie in das DFI-System eingebunden werden.

Einbindung RBL

Seitens der IVB wird den regionalen Verkehrsunternehmen die Möglichkeit eröffnet, in das RBL des Verkehrsunternehmens integriert zu werden.

3 Darstellung und Bewertung systemtechnischer Konzepte

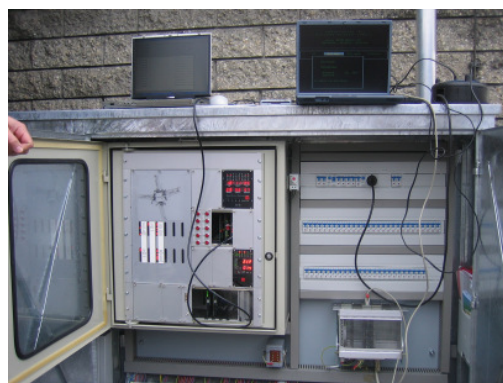
Auf Basis der in den Bussen im VVT vorhandenen sowie der in der Stadt Innsbruck bestehenden Systemtechnik für VLSA-Beeinflussung und DFI, wie sie in Kapitel 1 der Studie dargestellt werden, sind bereits verschiedene Lösungskonzepte für die Implementierung dieser verkehrstelematischen Anwendungen in der Region und für die Einbindung der Regionalbusse in das Innsbrucker System entwickelt worden. Ein eigenes RBL für den Regionalbusverkehr wird in diesen Varianten nicht berücksichtigt und ist, da es wie dargestellt nicht von den regionalen Verkehrsunternehmen in seiner vollen Funktion gewünscht wird, nicht Inhalt der weiteren Betrachtung.

Die o.g. Konzepte wurden einerseits von den Systemlieferanten SIEMENS und ZELSKO im Jahr 2004 entwickelt, andererseits wurden individuelle Lösungen von beiden Systemlieferanten vorgelegt. Auch von den Verkehrsunternehmen IVB und ÖBB-Postbus GmbH wurde in Kooperation ein Lösungsansatz aufgestellt, der auf einer Ausweitung der in Innsbruck vorhandenen Systemtechnik auf die Region aufsetzt. Ein weiterer Ansatz soll im Rahmen eines von der Stadt Innsbruck und weiteren Projektpartnern (darunter AdTL, IVB und VTG) eingereichten I2-Forschungsprojektes des BMVIT entwickelt werden.

Von der Tiroler Landesregierung wird derzeit im Rahmen eines Pilotversuchs an zwei Verkehrslichtsignalanlagen in Schwaz die VLSA-Beeinflussung unter Einsatz des VDV-Telegramms geprüft. Hierzu wurden in 8 Fahrzeugen des Verkehrsunternehmens Ledermair die vorhandenen Fahrscheindrucker FSD hochgerüstet und mit einem Ortungssystem auf Basis von GPS und logischer Ortung ausgestattet. Die VLSA-Steuergeräte wurden erneuert und mit Funkempfangs- und Telegrammauswerteeinheiten ausgestattet.



**Abb. 6: City-Bus an der VLSA
Barbarabrücke in Schwaz**



**Abb. 7: VLSA-Steuergerät an der
Barbarabrücke in Schwaz**

Im Rahmen dieser Studie werden hinsichtlich der Realisierung und Finanzierung konkretere Lösungsansätze untersucht und bewertet. Dabei werden diese sowohl auf ihre technische Machbarkeit geprüft als auch hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen, wie sie in Kapitel 2 aufgezeigt werden, abgeglichen. Anschließend werden die vorgestellten Varianten kostenmäßig bewertet. Diese Konzepte bilden die Grundlage für die aufzuzei-

genden systemtechnischen Lösungsvarianten. Vorab werden im folgenden die Grundzüge der systemtechnischen Lösungsansätze dargestellt.

3.1 Grundzüge der systemtechnischen Lösungsansätze

Die verschiedenen systemtechnischen Ansätze basieren auf der heute in den Regionalbussen, den Fahrzeugen der IVB und in der Stadt Innsbruck vorhandenen Systemtechnik. Die Ansätze unterscheiden sich dahingehend, inwiefern fahrzeugseitig vorhandene Technik auf- bzw. umgerüstet wird, inwiefern knotenseitige Infrastruktur beibehalten oder umgerüstet wird und auf welche Weise die Standorterfassung der Fahrzeuge erfolgt. Dabei sind bestimmte Leistungen bzw. Techniken nur von einem Systemlieferanten zu erfüllen.

Im folgenden sollen an dieser Stelle kurz die wesentlichen Ansätze in Abhängigkeit vorgenannter Merkmale dargestellt werden.

- Fahrzeugseitige Technik

Der Fahrscheindrucker der Firma ZELISKO, der in allen im VVT verkehrenden Fahrzeugen (Busse und Straßenbahnen) installiert ist, ist durch Hard- und Softwarekomponenten zu einem leistungsstarken Bordrechner aufrüstbar, mit dem die betrachteten verkehrstelematischen Anwendungen angesteuert werden können. In diesem Fall ist nur die Verwendung des standardisierten, VDV-konformen Telegramms in FFSK-Modulation möglich. Dieser Systemansatz wird im Pilotversuch Schwaz getestet.

Weiterhin ist es möglich, in den Regionalbussen analog zu den IVB-Fahrzeugen einen zweiten Bordrechner vom Typ IBIS2 der Firma SIEMENS zu installieren. Mit diesem System wäre in Abhängigkeit des eingesetzten Funkmoduls die Verwendung des VDV-Telegramms und/oder des patentrechtlich geschützten NEMO-Telegramms möglich.

Die heute mit dem IBIS-Bordrechner ausgestatteten IVB-Busse können auf den Versand von VDV-Telegrammen für VLSA-Beeinflussung umgestellt werden. Dazu ist fahrzeugseitig die Anpassung des Funkfrequenzbereichs und die Umstellung auf VDV-Telegramm notwendig. Neuere Funkgeräte könnten hierzu umgerüstet werden. Die IVB-Fahrzeuge wären dann in der Lage, VDV-Telegrammen für VLSA und das NEMO-Telegramm für RBL zu versenden.

- Knotenseitige Technik

In Abhängigkeit des eingesetzten Funktelegramms (VDV R09.14 und / oder NEMO) ist im Stadtgebiet Innsbruck ggf. die Anpassung der knotenseitigen Infrastruktur erforderlich. Folgende Möglichkeiten sind zu betrachten:

- Umrüstung der Steuergeräte auf VDV- und NEMO-Telegramm

Bei unveränderter Technik an den IVB-Fahrzeugen ist hierfür der Einbau einer zweiten TAE und FEE in die VLSA-Steuergeräte notwendig. VLSA-Beeinflussung ist

dann sowohl mit VDV- als auch mit NEMO-Telegrammen möglich. Der Anschluss dieser zweiten TAE an das VLSA-Steuergerät erfolgt parallel über potentialfreie Kontakte. Diese Verbindung gestattet jedoch kein Auslesen des ÖV-Speichers vom Verkehrsrechner aus.

- Umrüstung der Steuergeräte auf VDV-Telegramm

Bei dieser Variante ist die Umkonfiguration der bestehenden TAE und FEE in den Steuergeräten für den Empfang von VDV-Telegrammen und die Umstellung des Frequenzbereichs auf Landesfrequenz notwendig. (In diesem Fall ist Ausrüstung des IBIS2-Bordrechners mit einem Funksender, der für den Versand von VDV-Telegrammen tauglich ist, erforderlich, s.o.)

In der Region werden, wie im Pilotversuch Schwaz realisiert, die VLSA mit einer Telegramm-Auswerteeinheit ausgestattet, die für den Empfang von VDV-Telegrammen konfiguriert ist.

- Ortungssystem

Soll die Fahrzeugortung der Regionalbusse in Stadt und Region auf Basis des Bake-Funk-Systems erfolgen, wie es in Innsbruck bereits besteht, so sind Baken in den jeweiligen Knotenpunktzufahrten in der Region zu installieren.

Erfolgt die Fahrzeugortung auf Basis satellitengestützter und logischer Ortung, dann ist die Ausrüstung der jeweiligen Fahrzeuge mit GPS und hinterlegten Wegebändern erforderlich. Die Anbindung des GPS kann in Abhängigkeit des fahrzeugseitigen Systemaufbaus am Fahrscheindrucker FSD (Pilotversuch Schwaz) oder am Bordrechner IBIS erfolgen.

- DFI-System

Ein DFI-System kann unterschiedlich organisiert sein. Hinsichtlich der Ortung kommen die bereits beschriebenen Methoden in Frage. Die Ermittlung der Fahrplanlage der einzelnen Fahrzeuge erfolgt entweder durch einen zentralen Rechner (wie im RBL Innsbruck realisiert) oder dezentral in den Bordrechnern (fahrzeugautonomer Betrieb). In jedem Fall ist ein zentral angeordneter Server erforderlich, um die Informationen zu sammeln, zu selektieren und an die DFI-Anzeiger weiterzuleiten. Die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen, dem zentralen Server und den DFI-Anzeigen erfolgt in Innsbruck über Betriebsfunk. In der Region bietet es sich aufgrund der uneingeschränkten Reichweite an, den Datenaustausch über GSM/GPRS zu realisieren.

3.2 Darstellung von Konzepten

Im folgenden werden die verschiedenen Konzepte, ihre systemtechnischen Merkmale sowie ihre Vor- und Nachteile aufgezeigt. Im Sinne der anvisierten Systemunabhängigkeit werden, sofern die jeweiligen Leistungen bzw. Systemkomponenten herstellerabhängig sind, die Systemlieferanten der jeweiligen Komponenten dargelegt.

Die Darstellungen berücksichtigen VLSA-Beeinflussung und DFI in der Stadt Innsbruck und im Land Tirol.

Die Betrachtung der systemtechnischen Konzepte stellt zum einen die Funktionsweisen der verkehrstelematischen Anwendungen heraus als auch die hierfür erforderlichen straßen- und fahrzeugseitigen Auf- bzw. Umrüstmaßnahmen. Die straßenseitigen Maßnahmen werden dabei unterschieden in Region und Innsbruck, die fahrzeugseitigen Maßnahmen in Abhängigkeit ihres „Entstehungsorts“ in IVB- und Regionalbusse. Erstere sind in Abhängigkeit ihres Bedienbereichs in IVB-Stadt-Busse (ausschließlich Innsbrucker Stadtgebiet) und IVB-Regionalbusse (Stadtgebiet und Umland) zu unterscheiden.

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass die in die Region fahrenden IVB-Busse, die bereits heute schon für VLSA-Beeinflussung und DFI in Innsbruck ausgestattet sind, im Sinne einer einheitlichen Lösung für den Regionalbusverkehr entsprechend der übrigen Regionalbusse ausgestattet und daher umgerüstet werden. Für diese Busse, deren Anteil am gesamten Regionalbusverkehr eher gering ist, müssen je nach Anwendungsbe- reich praktikable Lösungen gefunden werden, die auf der vorhandenen fahrzeugseitigen Infrastruktur aufbauen und möglichst geringe Anpassungsmaßnahmen erfordern.

Die vorgestellten Varianten wurden vorab auf ihre technische Machbarkeit überprüft. In der Darstellung werden die Varianten berücksichtigt, die in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zielführend sind und deren Realisierung im Hinblick auf eine aussagekräftige Kostenermittlung konkretisierbar ist.

Die Variante, die auf einer Ausweitung des in der Stadt Innsbruck vorhandenen proprietären Systems (NEMO) auf die gesamte Region beruht, wurde im Detail nicht weiterverfolgt, da zum einen eine Systemabhängigkeit, die mit patentrechtlichen Bindungen verknüpft ist, landesweit grundsätzlich nicht geschaffen werden soll und zum anderen, wie bereits in Kapitel 1 dargelegt, bestehende Regelungen bei der Zuweisung von Funkfrequenzen tangiert werden. Jedoch wurde der analoge fahrzeugseitige Systemaufbau auf Basis des VDV-Telegramms in einer eigenen Variante (Var. 4) geprüft.

Auch kann im Rahmen dieser Studie dem Lösungsansatz, der im Rahmen eines Forschungsprojektes entwickelt werden soll und der im Wesentlichen auf der zentralen Erfassung und Verarbeitung von Funkmeldungen und deren Übertragung via Verkehrsrechner an die VLSA-Steuergeräte beruht, selbstredend nicht vorgegriffen werden.

Für die Aufgabe der VLSA-Beeinflussung haben sich 5 Varianten herauskristallisiert. Diese Varianten korrespondieren in der Region mit einem neu aufzubauenden DFI-System, das sich von dem in der Stadt Innsbruck vorhandenen System unterscheidet.

Bevor die Varianten der VLSA-Beeinflussung im Detail dargestellt werden, wird zunächst die prinzipielle Funktionsweise des DFI-Systems näher beschrieben.

- Funktionsweise DFI

In der Region ist der Aufbau eines DFI-Systems sinnvoll, das aufgrund der Reichweiten nicht auf Betriebsfunk basiert, sondern sich der GSM/GPRS-Technologie bedient. Im Stadtgebiet Innsbruck wird das vorhandene DFI-System für die IVB-Busse über Funk und NEMO-Modulation betrieben.

- DFI für Regionalbusse

Die Regionalbusse übertragen mit Hilfe eines Kommunikationsmoduls ihre Standortmeldung bzw. ihre Fahrplanabweichung an einen zentralen DFI-Server via GSM/GPRS. Dieser Server wertet die Daten aus und gibt bei Bedarf eine entsprechende Information wiederum über GSM/GPRS an die DFI-Anzeiger in der Region weiter. Die DFI-Anzeiger besitzen eine eigene Intelligenz in Form eines kompakten Rechners, der auf Basis des gespeicherten Soll-Fahrplans die Ist-Abfahrzeiten errechnet und zur Anzeige bringt. Die einzelnen DFI müssen daher mit den Soll-Fahrplandaten versorgt sein.

Ebenso müssen für den Fahrplan-Soll-/Ist-Vergleich die Fahrplandaten in den Bordrechnern der einzelnen Busse gespeichert sein. Für diese Lösung, die sich durch verteilte Intelligenz auszeichnet, stehen hinsichtlich der im Fahrzeug installierten Technik zwei Realisierungsmöglichkeiten im Raum:

DFI-Variante a: Aufrüstung der vorhandenen Fahrscheindrucker zum vollwertigen Bordrechner mit Kommunikationsmodul

DFI-Variante b: Einbau eines Kommunikationsmoduls mit Bordrechnerfunktionen vom Typ IBIS Plus

Da die laufende Versorgung der Busse in der Region mit den aktuellen Fahrplandaten als unpraktikabel erscheint (Busse auf abgelegenen Linien fahren die Betriebshöfe nicht regelmäßig an) wird seitens des VVT eine Lösung favorisiert, die von einer zentralen Intelligenz und Datenhaltung ausgeht und die Fahrplanlage der einzelnen Kurse im DFI-Server ermittelt. Die Busse melden hierzu in regelmäßigen zeitlichen Abständen lediglich ihre aktuelle Position in Form von GPS-Koordinaten via GPRS an den DFI-Server. Da in diesem Fall die Fahrplandaten nicht mehr im Bordrechner (Fahrscheindrucker) vorgehalten und gepflegt werden müssen, wird die Datenversorgung und Datenhaltung wesentlich vereinfacht und somit der Fahrscheindrucker von diesen Aufgaben entlastet. Andererseits entsteht hier Entwicklungsbedarf auf Server-Ebene, der sich jedoch durch die zu erzielenden Einsparungen in der Datenhaltung in kurzer Zeit amortisiert. Eine Abschätzung der über GPRS zu übertragenden Datenmengen als Grundlage für die Kostenermittlung (siehe Kapitel 3.3) spricht für diese Lösung. Sie wird im weiteren als **DFI-Variante c** bezeichnet.

Die Einbindung der IVB-Regionalbusse, die sich außerhalb der Reichweite des IVB-Funkbereichs bewegen (Stubaitallinie), erfolgt analog.

IVB-Regionalbusse, die sich innerhalb der Reichweite des IVB-Funkbereichs befinden, kommunizieren weiterhin über das NEMO-Telegramm mit der IVB-Leitstelle. Durch die Verbindung der IVB-Leitstelle mit dem VVT-Server über die VDV 453-Schnittstelle können die DFI-Anzeigen in der Region von den IVB-Regionalbussen angesteuert werden.

Zusätzlich besteht für die Regionalbusse die Möglichkeit, über diese Schnittstelle via Analogfunk die SmartInfos in Innsbruck anzusteuern. Da es sich nur um relativ wenige Haltestellen im Stadtgebiet handelt, an denen eine gemeinsame Nutzung von SmartInfos durch Stadt- und Regionalbusse in Frage kommt, und andererseits die Fülle der anzuzeigenden Informationen über die vorhandene Anzeigekapazität bestehender SmartInfos hinausgeht, erscheint es - nicht zuletzt im Hinblick auf eine klare Systemtrennung - sinnvoller, die DFI-Anzeigen für Stadt- und Regionalbusse generell zu trennen. Für diese Trennung spricht auch die Tatsache, dass großflächigere DFI-Anzeigen in der Beschaffung unverhältnismäßig teurer sind. Ob letztlich für den Fahrgast eine Zusammenfassung der Informationen in einer Anzeige oder eine separate Anzeige von Stadt- und Regionalbussen auf zwei Anzeigeelementen günstiger ist, muss im Rahmen weiterer Planungen untersucht werden. Im Weiteren wird unterstellt, dass getrennte Anzeigeelemente zum Einsatz kommen.

Um dem Wunsch der ÖBB-Postbus nach einem eigenen DFI-Server nachzukommen, wird dieser zusätzlich zu dem beim VVT einzurichtenden Server in gleicher Technologie vorgesehen. Für den notwendigen Datenaustausch sind die beiden Server über eine Schnittstelle gemäß VDV 453 zu verbinden. Die Ansteuerung der DFI-Anzeigen sollte vom VVT-Server her erfolgen. Nach Auskunft der Firma ZELLSKO wäre es aber auch möglich, mit mehreren Servern auf ein Anzeigeelement zuzugreifen. Die endgültige Festlegung dieser Systemarchitektur geht über den Rahmen dieser Studie hinaus und ist der weiteren Planung vorbehalten.

- DFI für IVB-Stadt-Busse

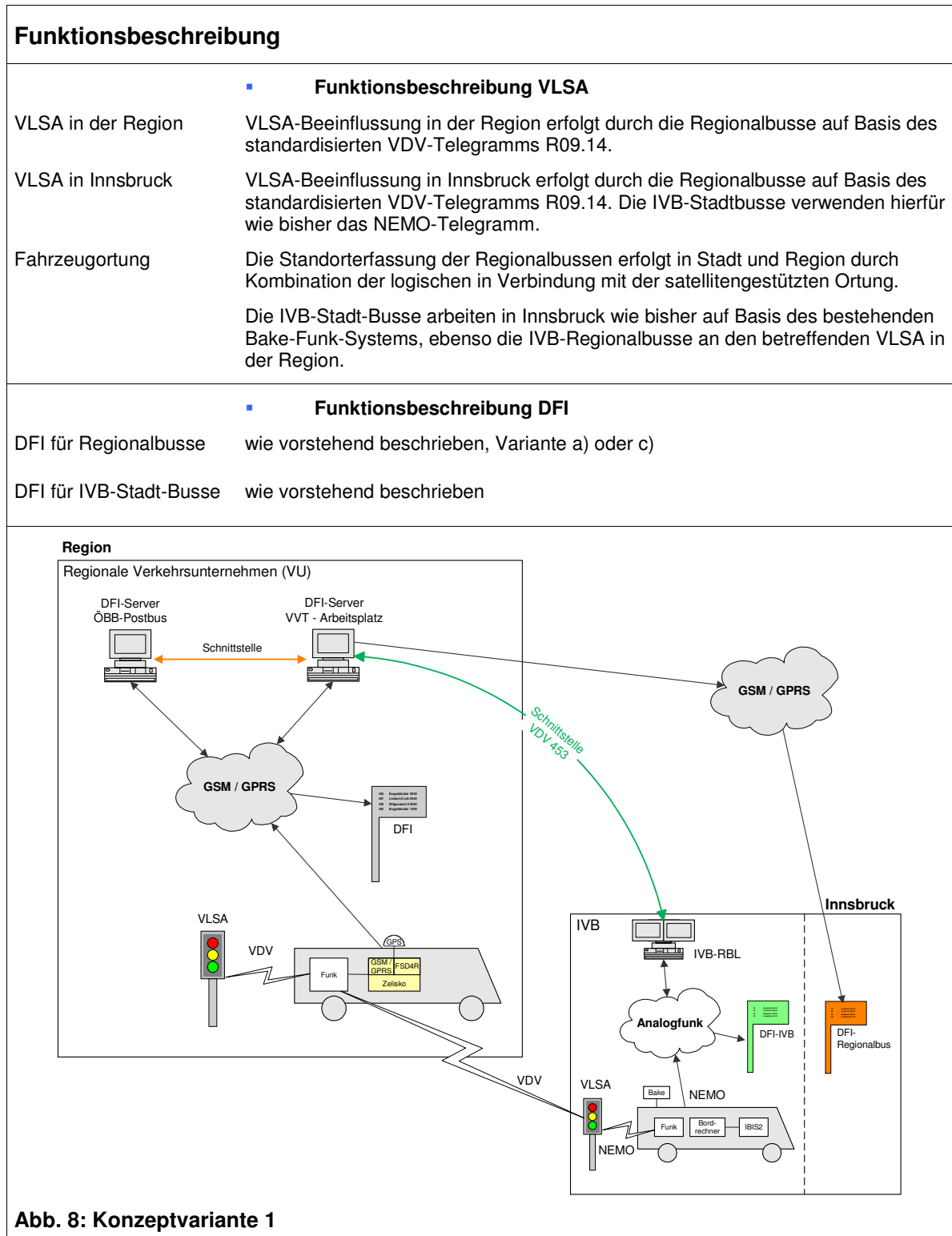
Die IVB-Stadt-Busse arbeiten in Innsbruck wie bisher auf Basis des bestehenden Systems, d.h. die Ortung erfolgt über Baken und Wegimpulsgebung und die Kommunikation über Betriebsfunk (siehe Kapitel 1).

- Funktionsweise VLSA-Beeinflussung

Die Lösungsvarianten der VLSA-Beeinflussung werden im Folgenden dargestellt.

Variante 1: Systembeschreibung – wesentliche Kennzeichen

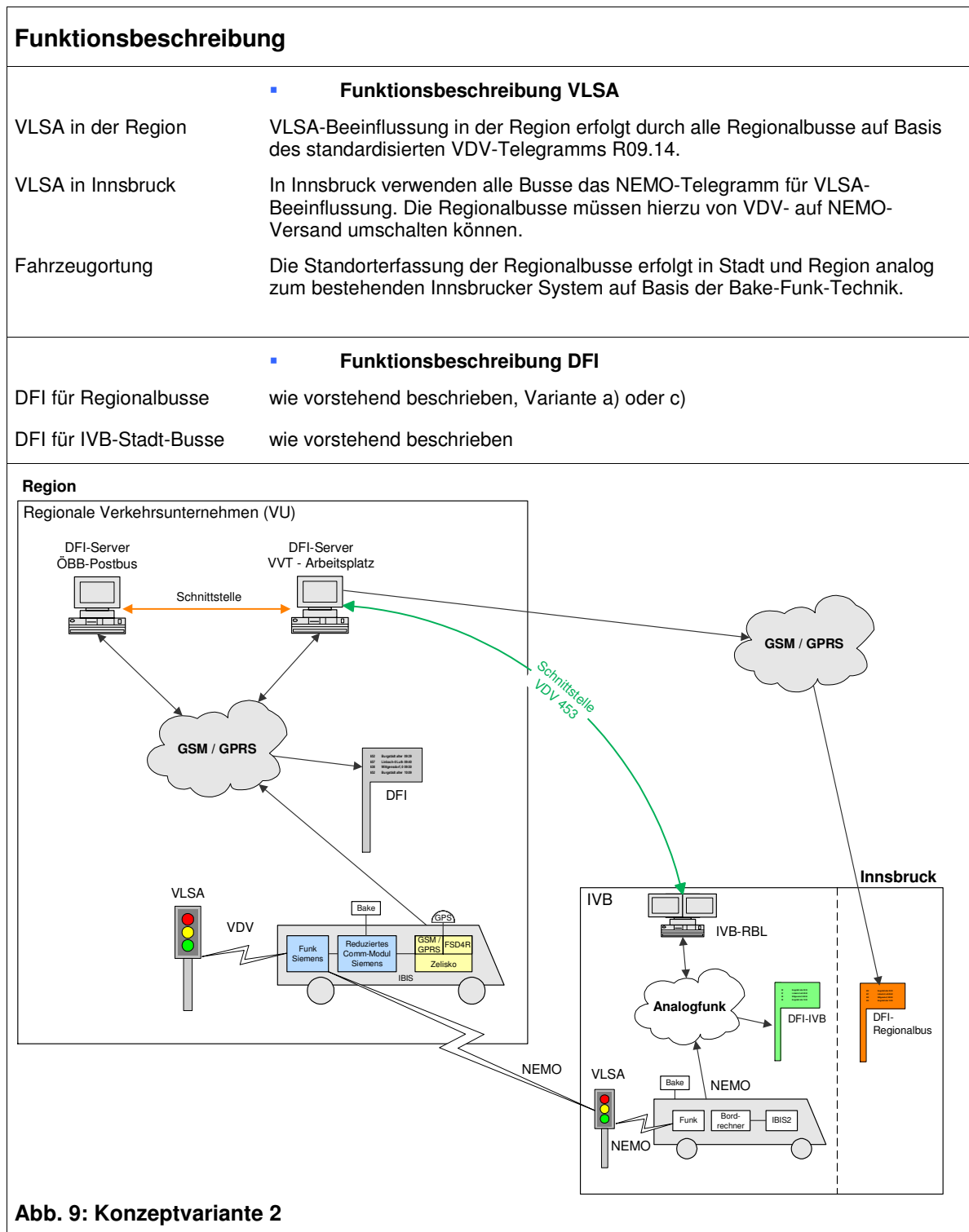
Diese Variante beinhaltet i.W. die Erweiterung der in Innsbruck vorhandenen für VLSA-Beeinflussung ausgerüsteten Steuergeräte auf den zusätzlichen Empfang von VDV-Telegrammen.



Auf- und Umrüstmaßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> Regionalbusse: Aufrüstmaßnahmen fahrzeugseitiger Systemtechnik Die Nachrüstung des Fahrscheindruckers FSD mit zusätzlichem Speicher, GPS, Wegebänd und Funkmodul ist erforderlich. Zusätzlich sind alle Regionalbusse mit datentauglichen Funkgeräten auszustatten. 	
<ul style="list-style-type: none"> IVB-Busse: Umrüstmaßnahmen bestehender fahrzeugseitiger Systemtechnik Keine Maßnahmen bei den IVB-Stadt-Bussen erforderlich. Die Funkausstattung der IVB-Regionalbusse ist für eine Umschaltung von Funkfrequenz (Stadt / Land) und Modulationsart (VDV / Nemo) umzurüsten. 	
<ul style="list-style-type: none"> Region: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik Ggf. Ausrüstung von VLISA für Beschleunigung von Regionalbussen gemäß VDV-Standard. Fallweise Anbringung einzelner Infrarotbaken in Knotenpunktzufahrten für IVB-Regionalbusse. 	
<ul style="list-style-type: none"> Innsbruck: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik Erweiterung der bestehenden Knotensteuergeräte in Innsbruck auf VDV-Standard, d.h. Einbau einer zweiten FEE und TAE in die Steuergeräte und Anschluss über potentialfreie Kontakte. Ggf. Aufrüstung weiterer VLISA für Beschleunigung von Regionalbussen. 	
Vorteile	Nachteile
<p>Regionale Verkehrsunternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> kein zweiter Bordrechner in den Regionalbussen und somit geringerer Wartungs- und Schulungsaufwand als bei zwei Parallelsystemen <p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> keine Umrüstung der IVB-Stadt-Busse erforderlich <p>Land Tirol</p> <ul style="list-style-type: none"> offener Markt für Systemlieferanten knotenseitiger Infrastruktur in der Region 	<p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> Umrüstung der IVB-Regionalbusse für VLISA-Beeinflussung in der Region erforderlich <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> Umrüstung bestehender Steuergeräte in Innsbruck auf VDV-Norm in Innsbruck besteht weiterhin Abhängigkeit von SIEMENS als Systemlieferant knotenseitiger Infrastruktur aufgrund des NEMO-Telegramms für VLISA-Beeinflussung bei IVB-Bussen ÖV-Speicher der Steuergeräte in Innsbruck für Regionalbusse nicht über Verkehrsrechner auslesbar <p>Region</p> <ul style="list-style-type: none"> Infrarotbaken für Ortung der IVB-Regionalbusse in der Region erforderlich

Variante 2: Systembeschreibung – wesentliche Kennzeichen

Diese Variante beinhaltet i.W. die Ansteuerung der VLSA in Innsbruck auf Basis des heutigen Systems. In der Region wird für VLSA-Beeinflussung das VDV-Telegramm verwendet. Die Ortung der Fahrzeuge erfolgt in Stadt und Region auf Basis des Funk-Bake-Systems.



Auf- und Umrüstmaßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> Regionalbusse: Aufrüstmaßnahmen fahrzeugseitiger Systemtechnik Der Einbau eines reduzierten Kommunikationsmoduls der Firma Siemens (AFAS) in die Regionalbusse für die VLSA-Beeinflussung mittels NEMO- und VDV-Telegramm ist notwendig. Zusätzlich ist die Nachrüstung des FSD mit zusätzlichem Speicher, GPS und Wegebahn für die Teilnahme an DFI erforderlich. Weiterhin sind die Regionalbusse mit datentauglichen Funkgeräten der Firma Siemens auszustatten. 	
<ul style="list-style-type: none"> IVB-Busse: Umrüstmaßnahmen bestehender fahrzeugseitiger Systemtechnik Keine Maßnahmen bei den IVB-Stadt-Bussen erforderlich. Die Funkausstattung der IVB-Regionalbusse ist für eine Umschaltung von Funkfrequenz (Stadt / Land) und Modulationsart (VDV / Nemo) umzurüsten. 	
<ul style="list-style-type: none"> Region: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik Ggf. Ausrüstung von VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen gemäß VDV-Standard. Anbringung von Infrarotbaken in Knotenpunktzufahrten. 	
<ul style="list-style-type: none"> Innsbruck: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik Ggf. Aufrüstung weiterer VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen auf Basis des NEMO-Telegramms. 	
Vorteile	Nachteile
<p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> keine Umrüstung der IVB-Stadt-Busse erforderlich <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> keine Umrüstung der Knotensteuergeräte in Innsbruck <p>Land Tirol</p> <ul style="list-style-type: none"> offener Markt für Systemlieferanten knotenseitiger Infrastruktur in der Region 	<p>Regionale Verkehrsunternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> zwei Bordrechner in den Regionalbussen zwei Ortungssysteme in den Regionalbussen aufgrund des Bake-Funk-Systems für VLSA-Beeinflussung sowie GPS und Wegebahn für DFI <p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> Umrüstung der IVB-Regionalbusse für VLSA-Beeinflussung in der Region erforderlich <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> in Innsbruck weiterhin Abhängigkeit von SIEMENS als Systemlieferant knotenseitiger Infrastruktur <p>Region</p> <ul style="list-style-type: none"> Bakensystem unpraktikabel für die Region zusätzlicher Wartungsaufwand durch Baken in der Region

Variante 3: Systembeschreibung – wesentliche Kennzeichen

Diese Variante beinhaltet i.W. die Ansteuerung der VLSA in Innsbruck auf Basis des heutigen Systems. In der Region wird für VLSA-Beeinflussung das VDV-Telegramm verwendet. Die Standorterfassung der Regionalbusse erfolgt auf Basis satellitengestützter und logischer Ortung im ZELISKO-Bordrechner (Fahrscheindrucker).

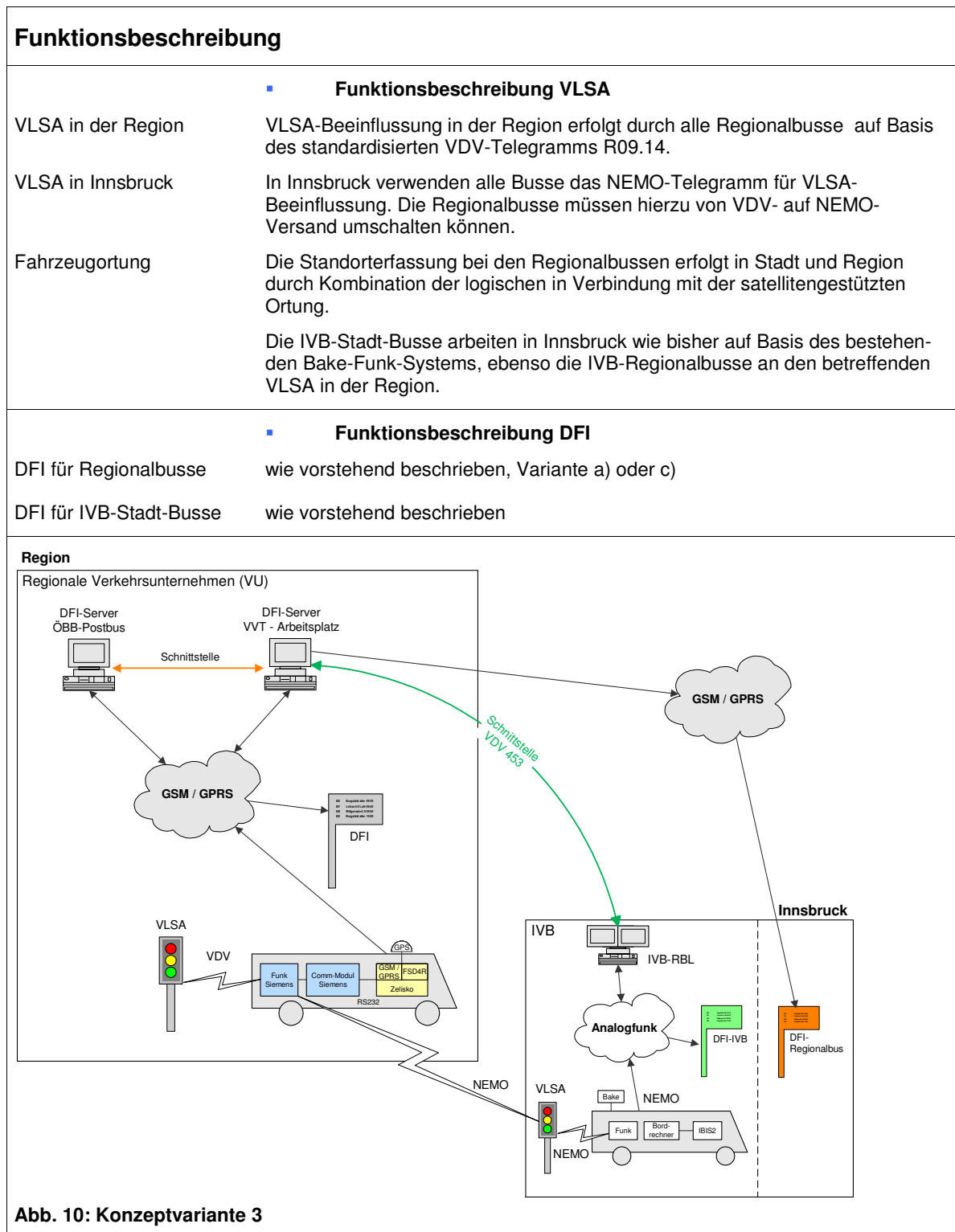


Abb. 10: Konzeptvariante 3

Auf- und Umrüstmaßnahmen	
<p>▪ Regionalbusse: Aufrüstmaßnahmen fahrzeugseitiger Systemtechnik</p> <p>Diese Variante erfordert, da über den Fahrscheindrucker die Fahrzeugortung erfolgen soll, die Nachrüstung des FSD mit zusätzlichem Speicher, GPS und Wegeband. Dies kann nur von ZELISKO ausgeführt werden. Um in der Region VLSA-Beeinflussung mittels VDV- und in Innsbruck mittels NEMO-Telegramm vorzunehmen, sind ein Kommunikationsmodul (2. Bordrechner IBISplus) und ein datentauglicher Funksender in die Regionalbusse einzubauen. Die Systeme müssen von SIEMENS geliefert werden, da aus patentrechtlichen Gründen nur diese das NEMO-Telegramm versenden können.</p> <p>Eine Schnittstelle über RS232, die das Kommunikationsmodul und den Fahrscheindrucker verbindet, ist erforderlich.</p>	
<p>▪ IVB-Busse: Umrüstmaßnahmen bestehender fahrzeugseitiger Systemtechnik</p> <p>Keine Maßnahmen bei den IVB-Stadt-Bussen erforderlich. Die Funkausstattung der IVB-Regionalbusse ist für eine Umschaltung von Funkfrequenz (Stadt / Land) und Modulationsart (VDV / Nemo) umzurüsten.</p>	
<p>▪ Region: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik</p> <p>Ggf. Ausrüstung von VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen gemäß VDV-Standard. Fallweise Anbringung einzelner Infrarotbaken in Knotenpunktszufahrten für IVB-Regionalbusse.</p>	
<p>▪ Innsbruck: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik</p> <p>Ggf. Aufrüstung weiterer VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen auf Basis des NEMO-Telegramms.</p>	
Vorteile	Nachteile
<p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ keine Umrüstung der IVB-Stadt-Busse <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ keine Umrüstung der Knotensteuergeräte in Innsbruck <p>Land Tirol</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ offener Markt für Systemlieferanten knotenseitiger Infrastruktur in der Region 	<p>Regionale Verkehrsunternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ zwei Bordrechner in den Regionalbussen <p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umrüstung der IVB-Regionalbusse <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ in Innsbruck weiterhin Abhängigkeit von SIEMENS als Systemlieferant knotenseitiger Infrastruktur <p>Region</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infrarotbaken für Ortung der IVB-Regionalbusse in der Region erforderlich

Variante 4: Systembeschreibung – wesentliche Kennzeichen

Diese Variante beinhaltet i.W. die Ansteuerung der VLSA in Innsbruck auf Basis des heutigen Systems. In der Region wird für VLSA-Beeinflussung das VDV-Telegramm verwendet. Die Standorterfassung der Regionalbusse erfolgt auf Basis satellitengestützter und logischer Ortung im Gegensatz zur Variante 3 im SIEMENS-Kommunikationsmodul.

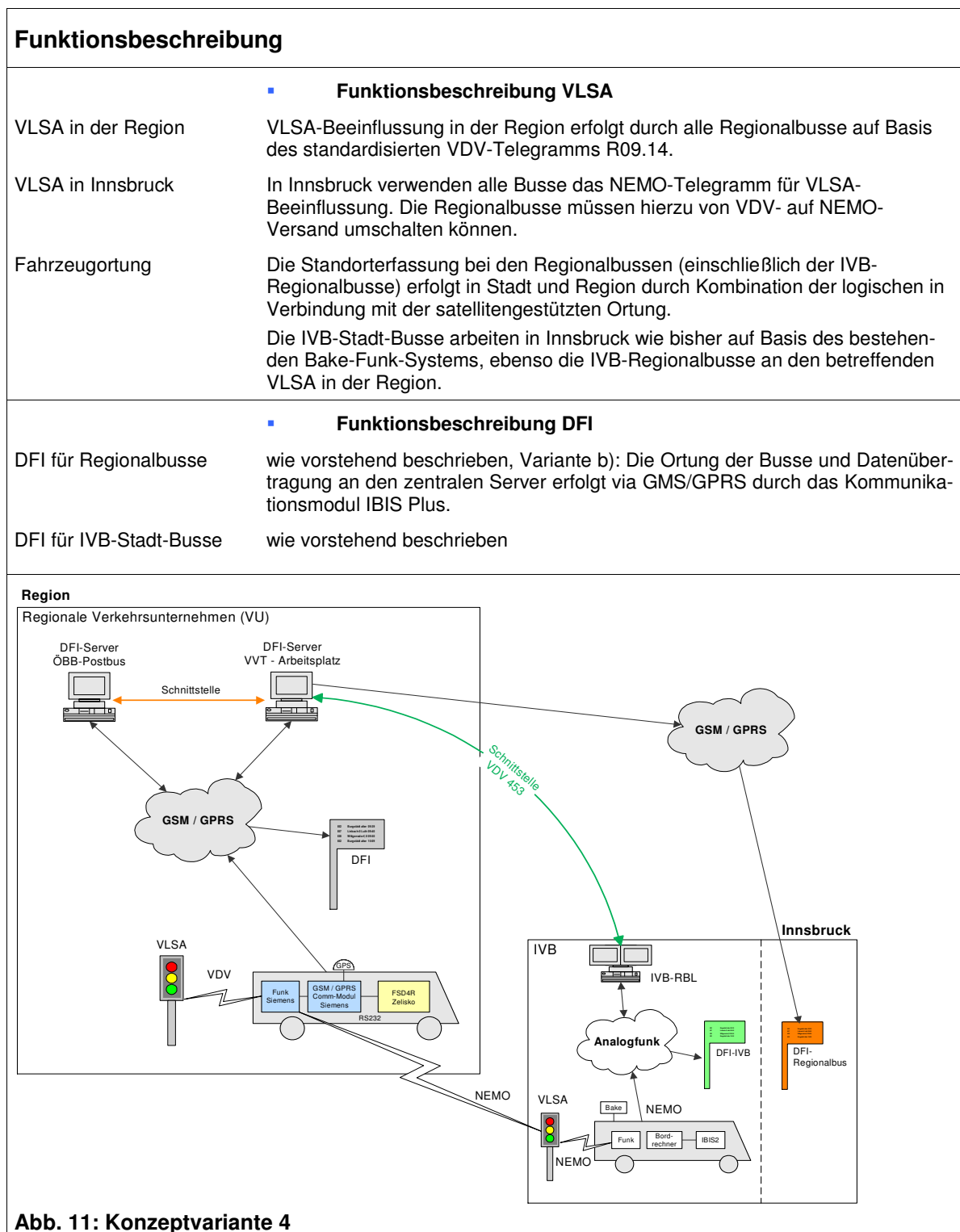
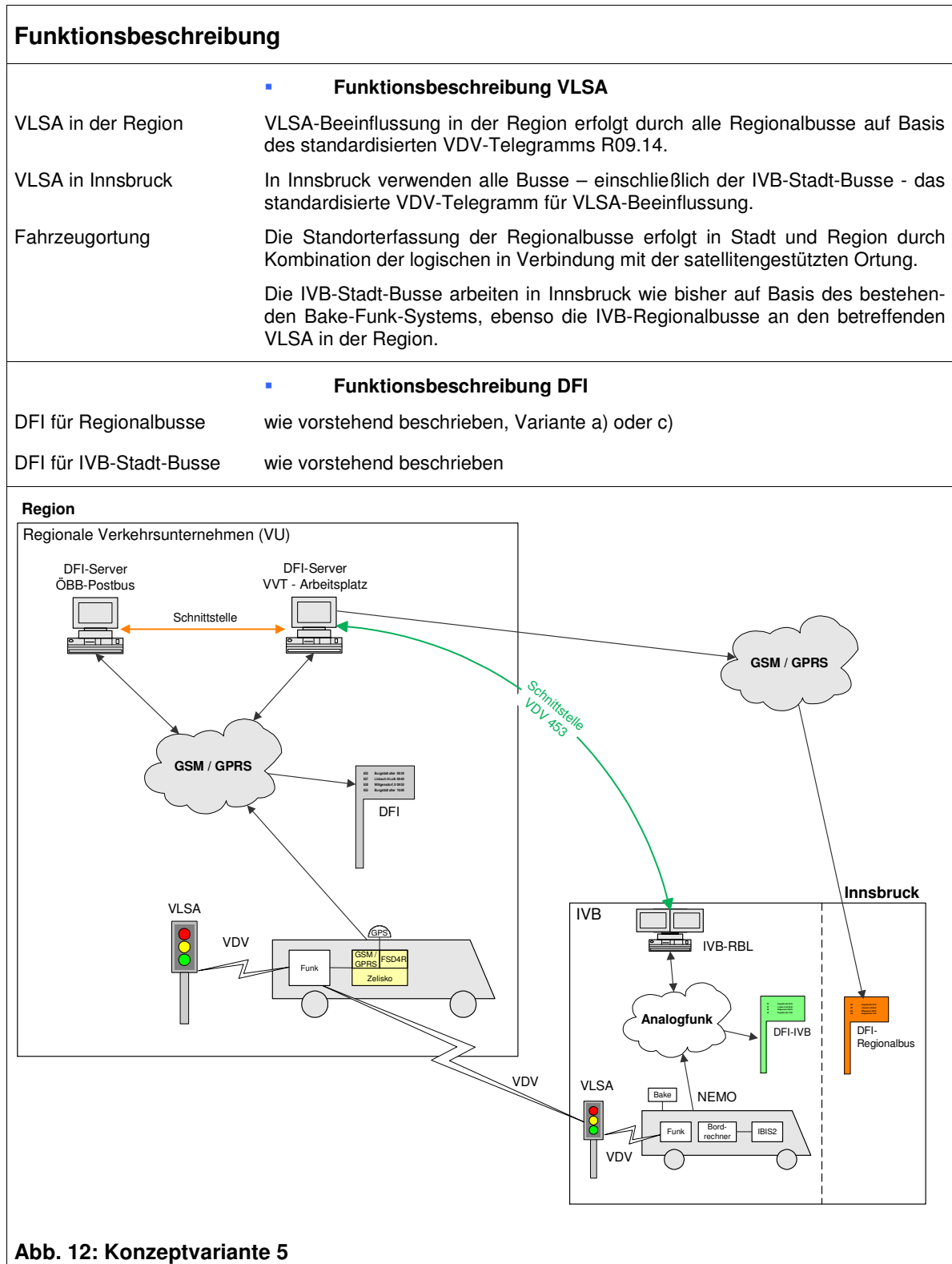


Abb. 11: Konzeptvariante 4

Auf- und Umrüstmaßnahmen	
<p>▪ Regionalbusse: Aufrüstmaßnahmen fahrzeugseitiger Systemtechnik</p> <p>Die Variante erfordert den Einbau eines Kommunikationsmoduls (IBIS) mit integriertem GPS-Empfänger sowie hinterlegten Wegeband (2. Bordrechner). Die für die Fahrzeugortung erforderliche Systemtechnik befindet sich im Kommunikationsmodul. Im Unterschied zu den Varianten 1-3 erfolgt keine Hochrüstung des Fahrscheindruckers FSD.</p> <p>Weiterhin ist der Einbau eines Funksenders der Fa. SIEMENS erforderlich, da VLSA-Beeinflussung in Innsbruck mittels NEMO-, in der Region mittels VDV-Telegramm erfolgen soll und dies aus patentrechtlichen Gründen nur durch SIEMENS zu leisten ist.</p> <p>Als Verbindungsmodul zwischen Kommunikationsmodul und Fahrscheindrucker ist eine Schnittstelle über RS232 erforderlich.</p>	
<p>▪ IVB-Busse: Umrüstmaßnahmen bestehender fahrzeugseitiger Systemtechnik</p> <p>Keine Maßnahmen bei den IVB-Stadt-Bussen erforderlich. Die Funkausstattung der IVB-Regionalbusse ist für eine Umschaltung von Funkfrequenz (Stadt / Land) und Modulationsart (VDV / Nemo) umzurüsten.</p>	
<p>▪ Region: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik</p> <p>Ggf. Ausrüstung von VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen gemäß VDV-Standard. Fallweise Anbringung einzelner Infrarotbaken in Knotenpunktszufahrten für IVB-Regionalbusse.</p>	
<p>▪ Innsbruck: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik</p> <p>Ggf. Aufrüstung weiterer VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen auf Basis des NEMO-Telegramms.</p>	
Vorteile	Nachteile
<p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ keine Umrüstung der IVB-Stadt-Busse <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ keine Umrüstung der Knotensteuergeräte in Innsbruck <p>Land Tirol</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ offener Markt für Systemlieferanten knotenseitiger Infrastruktur in der Region 	<p>Regionale Verkehrsunternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ zwei Bordrechner in den Regionalbussen <p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umrüstung der IVB-Regionalbusse <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ in Innsbruck weiterhin Abhängigkeit von SIEMENS als Systemlieferant knotenseitiger Infrastruktur <p>Region</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infrarotbaken für Ortung der IVB-Regionalbusse in der Region erforderlich

Variante 5: Systembeschreibung – wesentliche Kennzeichen

Diese Variante beinhaltet i.W. die Ansteuerung der VLSA in Innsbruck und Region von allen Fahrzeugen mittels VDV-Telegramm.



Auf- und Umrüstmaßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regionalbusse: Aufrüstmaßnahmen fahrzeugseitiger Systemtechnik Die Nachrüstung des FSD mit zusätzlichem Speicher, GPS, Wegebänd und Funkmodul ist erforderlich. Zusätzlich sind alle Regionalbusse mit datenfunktauglichen Funkgeräten auszustatten. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ IVB-Busse: Umrüstmaßnahmen bestehender fahrzeugseitiger Systemtechnik Die Funkgeräte in der IVB-Fahrzeuge sind für den zusätzlichen Versand von VDV-Telegrammen für VLSA umzukonfigurieren. Das NEMO-Telegramm für RBL/DFI bleibt erhalten (siehe Kapitel 1). Diese Konfiguration ist nur bei den Funkgeräten der neueren Generation (FMK) möglich. Die alten Funkgeräte des Herstellers Indelco sind auszutauschen. Die vorhandenen Bordrechner IBIS2 sind entsprechend softwaremäßig anzupassen. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Region: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik Ggf. Ausrüstung von VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen gemäß VDV-Standard. Fallweise Anbringung einzelner Infrarotbaken in Knotenpunktszufahrten für IVB-Regionalbusse. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innsbruck: Umrüstmaßnahmen bestehender straßenseitiger Systemtechnik Die FEE und TAE aller Steuergeräte mit ÖV-Beeinflussung sind auf den Empfang von VDV-Telegrammen umzukonfigurieren (Modulation und Frequenz). Ggf. Aufrüstung weiterer VLSA für Beschleunigung von Regionalbussen auf Basis des VDV-Telegramms. 	
Vorteile	Nachteile
<p>Regionale Verkehrsunternehmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kein zweiter Bordrechner in den Regionalbussen und somit geringerer Wartungs- und Schulungsaufwand als bei zwei Parallelsystemen <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Öffnung des Markts für Systemlieferanten knotenseitiger Infrastruktur ▪ zukunftsorientierte Ausrichtung des Verkehrssteuerungssystems durch standardisierte Schnittstellen ▪ ÖV-Speicher der VLSA-Steuergeräte kann direkt vom Verkehrsrechner ausgelesen werden da nur eine TAE mit seriellm Anschluss notwendig <p>Land Tirol</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ offener Markt für Systemlieferanten knotenseitiger Infrastruktur in der Region 	<p>IVB</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umrüstung bestehender funktionsfähiger Systemtechnik (Funkgeräte) in den IVB-Bussen <p>Stadt Innsbruck</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Konfiguration von vorhandenen FEE und TAE auf VDV-Standard <p>Region</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infrarotbaken für Ortung der IVB-Regionalbusse in der Region erforderlich

3.3 Kostenmäßige Bewertung systemtechnischer Varianten

▪ Mengengerüst

Ein weiteres wichtiges Ziel der Gespräche mit den Verkehrsunternehmen war die Entwicklung eines Mengengerüsts als Grundlage für die Kostenschätzung der verschiedenen Varianten. Hierbei wurde im Zuge eines interaktiven Abstimmungsprozesses entsprechend der Einschätzung der einzelnen Verkehrsunternehmen und Projektbeteiligten hinsichtlich der Wichtigkeit von VLSA- und DFI-Einrichtungen der Bedarf an fahrzeug- und straßenseitigen Komponenten ermittelt. Zur Berücksichtigung des Bedarfs an fahrzeugseitigen Einrichtungen der kleineren Unternehmen, die nicht an den Erhebungen teilgenommen hatten, wurden die ermittelten Anzahlen um ca. 5% erhöht.

Die für DFI in Frage kommenden Haltestellen auf Regionalbuslinien wurden, getrennt nach Region und Stadtgebiet Innsbruck, aufgelistet und die Anzahl der erforderlichen Anzeigen ermittelt. In diesem Zusammenhang wurde auch die Frage geprüft, ob vorhandene SmartInfos der IVB an gemeinsamen Haltestellen im Stadtgebiet gemeinsam genutzt werden können. Dies hängt, wie in Kapitel 3 bereits erläutert, neben der örtlichen Situation vor allem vom Umfang der anzuzeigenden Information bzw. von der Anzahl benötigter Zeilen ab, die in den meisten Fällen bei gemeinsamer Nutzung über vier hinausgeht. Die Prüfung ergab, dass aufgrund dieser Kriterien lediglich bei 7 SmartInfos eine gemeinsame Nutzung sinnvoll erscheint. Die gemeinsame Nutzung wurde somit in dem der Kostenermittlung zugrunde liegenden Mengenansatz nicht berücksichtigt.

Ebenso erfolgte die Ermittlung der für die ÖPNV-Priorisierung in Frage kommenden VLSA in der Region. Bei den von Regionalbuslinien befahrenen städtischen VLSA wurde unterschieden zwischen bereits für die Beschleunigung von IVB-Bussen ausgestatteten Anlagen (deren Ausrüstung nur zu erweitern ist) und solchen, die über keinerlei Einrichtungen zur ÖPNV-Priorisierung verfügen und im Zuge künftiger Planungen mit solchen ausgerüstet werden sollen.

Somit ergeben sich folgende Eckwerte für die anschließenden Kostenermittlung:

▪ Fahrzeuge	
Anzahl der für DFI auszustattenden Regionalbusse	350
Anzahl der für VLSA auszurüstenden Regionalbusse	130
Anzahl der für DFI auszustattenden IVB-Regionalbusse	22
Anzahl der für VLSA anzupassenden IVB-Regionalbusse	44
▪ DFI-Anzeigen	
Anzahl DFI-Elemente in der Region	77
Anzahl DFI-Elemente in Innsbruck	73
▪ VLSA	
Anzahl neu auszurüstender VLSA in der Region	46
Anzahl aufzurüstender VLSA in Innsbruck	14
Anzahl neu auszurüstender VLSA in Innsbruck	15

▪ Kostenermittlung

Die der Kostenermittlung zugrunde liegenden Einzelpreise für Komponenten und Leistungen wurden aus vorliegenden Richtangeboten und Budgetinformationen der anbietenden Firmen entnommen. Ferner wurden Kostenansätze aus langjähriger Marktbeobachtung des Gutachters herangezogen.

Zur Beurteilung des generellen Lösungsansatzes sowie der Kosten bei der technischen Umsetzung des DFI-Systems via GPRS sind die zu übertragenden Datenmengen relevant. Während beim dezentralen Ansatz (Varianten a und b), bei dem die Fahrplanlage vom Bordrechner ermittelt wird und nur bei Abweichungen ein Telegramm an den DFI-Server gesandt wird, müssen beim zentralen Ansatz (Variante c) alle beteiligten Busse in regelmäßigen zeitlichen Abständen ihre aktuelle Position an den Server übermitteln. Die dabei pro Fahrzeug täglich anfallende Datenmenge wird nach folgendem Ansatz ermittelt:

- Datenmenge (Byte) pro Positionsübertragung: max. 150
- Übertragungen pro Stunde (alle 5 Minuten): 12
- tägliche Betriebszeit (Stunden): 18
- tägliche Datenmenge pro Bus: $18 \times 12 \times 150 = 32.400$ Byte

Dies entspricht einem Datenvolumen von ca. 1 MByte pro Monat. Hinzu kommen in jedem Fall Datenmengen in gleicher Größenordnung für die Abmeldung der Busse an den DFI-Anzeigen.

Bei Verwendung z.B. des A1-Tarifs „Data Package 7“ (7,00 € pro Gerät und Monat, inkl. 7 MByte) bewegen sich die Kosten somit innerhalb des Grundpreises und betragen jährlich ca. 84 € pro Fahrzeug.

Für den dezentralen Lösungsansatz (Variante a oder b), der mit geringeren Datenmengen auskommt, fällt dieser Grundpreis in gleicher Höhe an. Aus den laufenden Betriebskosten kann daher kein Kriterium für die Wahl der technischen Lösung abgeleitet werden.

Beim Betrieb der DFI-Elemente mit Hilfe der GPRS-Technologie finden neben den anfallenden Verspätungsinformationen in größeren zeitlichen Abständen umfangreichere Übertragungen der Soll-Fahrplan-Daten und von Fahrplanänderungen statt. Auch diese Datenmengen gehen nicht über das im Grundpreis inkludierte Datenvolumen hinaus.

Für die in Kapitel 3.2 dargestellten Varianten (VLSA 1 – 5, DFI a – c) sind die zu erwartenden Beschaffungs- und Folgekosten im Anhang A1 und A2 in tabellarischer Form aufgestellt. Dabei sind die fahrzeugseitigen Kosten (getrennt nach Regionalbussen und IVB-Bussen) den straßenseitigen Kosten (getrennt nach Region und Stadtgebiet Innsbruck) gegenübergestellt.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass den Beschaffungs- und laufenden Betriebskosten ein gesamtwirtschaftlicher Nutzen in Form von Reisezeitgewinnen, Reduzierung der Anzahl der Halte an VLSA und Senkung der Schadstoff- und Umweltkosten (Verschleiß, Bremsen) gegenübersteht. Hinzu kommt eine Attraktivitätssteigerung für den Fahrgast durch die verbesserte Einhaltung der Fahrpläne und Erhöhung der Pünktlichkeit

und Zuverlässigkeit des öffentlichen Verkehrsmittels. Eine Quantifizierung dieser Größen wird im Rahmen dieser Studie jedoch nicht vorgenommen.

Die sinnvolle Zusammenfassung von VLSA-Varianten und DFI-Varianten führt zu folgender Gesamtkostenübersicht:

		Beschaffungskosten	Jährliche Folgekosten
VLSA-Variante	1	3.183.800	42.000
DFI-Variante	a	3.200.080	140.048
		6.383.880	182.048
VLSA-Variante	1	3.183.800	42.000
DFI-Variante	c	3.207.480	112.848
		6.391.280	154.848
VLSA-Variante	2	3.471.850	51.900
DFI-Variante	a	3.200.080	140.048
		6.671.930	191.948
VLSA-Variante	3	3.280.350	52.900
DFI-Variante	a	3.200.080	140.048
		6.480.430	192.948
VLSA-Variante	4	3.220.350	39.900
DFI-Variante	b	3.886.150	140.048
		7.106.500	179.948
VLSA-Variante	5	3.169.400	39.900
DFI-Variante	a	3.200.080	140.048
		6.369.480	179.948
VLSA-Variante	5	3.169.400	39.900
DFI-Variante	c	3.207.480	112.848
		6.376.880	152.748

4 Systemempfehlung und Realisierungsszenario

Um die vorgestellten Varianten in ihrer Gesamtheit einer vergleichenden Beurteilung zu unterziehen, werden Beurteilungskriterien unterschiedlicher Art betrachtet. Generell kann festgestellt werden, dass der Nutzen für den Fahrgast bei allen Varianten in gleicher Weise eintritt. Neben den Beschaffungs- und Folgekosten sind dann vor allem Kriterien von Belang, die aufgrund der erhobenen Anforderungen der Interessensträger und betroffenen Verkehrsunternehmen erfüllt werden sollen. Weniger ausschlaggebend - sofern sie nicht für die Kostenbildung maßgebend sind - werden dagegen Kriterien angesehen, die mit der technischen Umsetzung der Varianten bzw. dem damit verbundenen praktischen Aufwand (z.B. umfangreiche Umrüstmaßnahmen an Fahrzeugen) in Beziehung stehen, da diese Belange in jedem Fall lösbar sind.

Im Folgenden werden die maßgeblichen Kriterien der einzelnen Varianten aufgeführt.

4.1 Beurteilung der VLISA-Varianten

Die Variante 1 liegt hinsichtlich der Kosten im vorderen Feld und zeichnet sich dadurch aus, dass bei den Regionalbussen als auch bei den IVB-Stadtbussen fahrzeugseitig kein besonderer Aufwand entsteht und bei der knotenseitigen Infrastruktur in der Region ein offener Markt ermöglicht wird. Dem gegenüber entsteht höherer Aufwand an den betroffenen VLISA-Steuergeräten in Innsbruck bei unveränderter Systemabhängigkeit beim VLISA-Steuerungssystem.

Variante 2 erfordert aufgrund des Ortungssystems mit Hilfe von Baken in der Region einen hohen fahrzeug- und steckenseitigen Aufwand. Die Busse würden für VLISA-Beeinflussung und DFI mit zwei unterschiedlichen Ortungssystemen ausgestattet sein. Dies schlägt sich deutlich in den Beschaffungs- und Folgekosten nieder. Ein Bakensystem in der Region erscheint unpraktikabel.

Die Varianten 3 und 4 basieren auf der Ausstattung der Fahrzeuge mit einem zweiten Bordrechnersystem (Kommunikationsmodul). Sie unterscheiden sich dadurch, dass die Ortung über GPS und der Datenverkehr über GPRS bei Variante 3 durch den Fahrscheindrucker (ZELISKO), bei Variante 4 durch das Kommunikationsmodul IBIS Plus der Firma SIEMENS erfolgt. Ein zweites Bordrechnersystem wird von den regionalen Verkehrsunternehmen aus Gründen der Bedienung und doppelten Datenhaltung nicht gewünscht. Durch die Verwendung des NEMO-Telegramms für die VLISA-Beeinflussung besteht in Innsbruck weiterhin eine starke Systemabhängigkeit. Bezüglich der Kosten liegen beide Lösungen im Mittelfeld.

Variante 5 zeichnet sich durch die geringsten Beschaffungs- und Folgekosten aus, wenn gleich der Unterschied zu Variante 1 nur minimal ist. Sie beruht auf der Umstellung des Sender-/Empfänger-Systems der Fahrzeuge und VLISA-Steuergeräte auf VDV-Standard zur VLISA-Beeinflussung in Innsbruck. Es handelt sich somit um Anpassungsmaßnahmen von technischen Komponenten, die von der IVB eingesetzt werden. Ein wesentlicher Vorteil dieser Variante liegt darin, dass aufgrund des standardisierten Datentelegramms eine Voraussetzung geschaffen wird, den Markt für VLISA-Steuergeräte in Innsbruck zu öffnen.

4.2 Beurteilung der DFI-Varianten

Allen Varianten gemeinsam ist die Ortung der Fahrzeuge mittels GPS und die Datenübertragung zwischen Fahrzeug, Server und DFI-Anzeigen mit GSM/GPRS-Technologie. Die Kosten für die GPRS-Datenübertragung fallen jeweils in gleicher Höhe an.

Es sind jeweils zwei Server für den Regionalbusverkehr (VVT und ÖBB-Postbus) sowie ein Kopplung an den Server der IVB vorgesehen. Hinsichtlich der Kopplung der Server müssen in allen Varianten Vereinbarungen über den Umgang mit sensiblen Daten getroffen werden.

Variante a) entspricht in ihren Grundzügen dem Konzept der ÖBB-Postbus GmbH sowie der Firma ZELISKO mit fahrzeugautonomen Betrieb durch Hochrüstung der vorhandenen Fahrscheindrucker, und stellt in jedem Fall eine umsetzbare Lösung dar.

Variante b) ist vom prinzipiellen Aufbau her mit Variante a) vergleichbar, jedoch erfolgt die Standortermittlung und Datenübertragung an den zentralen Server nicht durch den Fahrscheindrucker, sondern über ein gesondertes Kommunikationsmodul der Firma SIEMENS, das in die Fahrzeuge einzubauen ist. Die Beschaffungskosten von Variante b) liegen deutlich über denen von Variante a), bei den jährlichen Folgekosten ergibt sich kein Unterschied.

Bei Variante c) erfolgt im Gegensatz zu Variante a) der Fahrplan-Soll-Ist-Vergleich zentral im Server. Die Beschaffungskosten liegen nur geringfügig über Variante a), obwohl eine gesonderte Softwareentwicklung notwendig wird. Die jährlichen Folgekosten liegen aufgrund der vereinfachten Datenhaltung (Wegfall der Fahrplandaten im Fahrzeugsystem) deutlich niedriger. Das Verfahren erscheint für den täglichen Betrieb im Bereich des VVT praktikabler als der sich bereits in Entwicklung befindliche dezentrale Ansatz in Variante a).

4.3 Pilotversuch Schwaz

Mit dem am 03.11.2005 gestarteten Pilotversuch wird seitens der Tiroler Landesregierung die Priorisierung von zunächst 8 City- und Regionalbussen an zwei VLISA im Zuge der B171 in Schwaz (Steinbrücke und Barbarabrücke) getestet. Der technische Ansatz basiert auf der Aufrüstung des vorhandenen Fahrscheindruckersystems der Firma Zelisko, Kombination von logischer und physikalischer Ortung mit GPS sowie Verwendung des VDV-Datentelegramms. Die Systemkonfiguration entspricht somit den im Rahmen der Studie aufgezeigten Varianten 1 und 5.

Die beiden VLISA wurden mit neuen Steuergeräten (Hersteller GESIG) sowie Funkempfängern und Telegrammauswerteeinheiten (Hersteller SIEMENS) ausgestattet. Die verkehrsabhängige Steuerung wurde vom Ingenieurbüro Köll projektiert.

Nach der unter Anwesenheit aller Beteiligten erfolgreichen Systemabnahme auf Basis eines Testbusses wurden zwischenzeitlich alle 8 Fahrzeuge mit der Systemtechnik ausgerüstet, das Fahrpersonal geschult und erste Erfahrungen im praktischen Betrieb gesammelt. Weitere Systemtests und Beobachtungen des Verkehrsablaufs am 18.11.2005

vor Ort und Auswertungen von laufenden Datenaufzeichnungen der Funktelegramme, die aus dem TAE-System bzw. aus dem Fahrscheindruckersystem ausgelesen werden können, wurden durchgeführt.

Die bisherigen Ergebnisse des Pilotversuchs sind als sehr positiv zu bewerten. Sowohl die Ortung der Fahrzeuge, das Absetzen und der Empfang der Funktelegramme als auch die Reaktion der verkehrsabhängigen Steuerung arbeiten äußerst zufriedenstellend, so dass eine deutliche Reduzierung der Halte und Verflüssigung des Busverkehrs bei insgesamt verbessertem Verkehrsablauf an beiden VLSA zu beobachten ist.

4.4 Systemempfehlung

Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile sowie unter Einbeziehung der Kosten wird eine Realisierung der VLSA-Beeinflussung gemäß **Variante 5** empfohlen.

Diese Variante vereint wesentliche Vorteile für die Interessensträger Land und Stadt sowie für die regionalen Verkehrsunternehmen auf sich. Auf der anderen Seite muss das bestehende Sender-/Empfängersystem in der Stadt Innsbruck umgerüstet werden, was die Funkausstattung der IVB-Busse und die Konfiguration der Funkempfangseinheiten und Telegrammauswerteeinheiten in allen Steuergeräten mit ÖPNV-Priorisierung in Innsbruck betrifft. Die VLSA-Beeinflussung in Stadt und Region erfolgt einheitlich gemäß VDV-Standard. Die Busse der IVB erhalten eine einheitliche moderne Funkausstattung. Das Verkehrssteuerungssystem der Stadt Innsbruck erhält eine zukunftsorientierte Ausrichtung, die durch standardisierte Schnittstellen geprägt ist. Die Busse der regionalen Verkehrsunternehmen kommen weiterhin mit einem Bordrechner aus.

Hinsichtlich der Kosten bewegt sich Variante 1 in ähnlicher Höhe wie Variante 5. Bei Variante 1 fallen keine Maßnahmen bei den IVB-Stadt-Bussen an, jedoch müssen die VLSA in Innsbruck, die sowohl von Stadt- als auch Regionalbussen befahren werden, mit einer zweiten Funkempfangs- und Telegrammauswerteeinheit ausgestattet werden. Variante 1 erfüllt die Anforderungen der Regionalen Verkehrsunternehmen in gleicher Weise, ist jedoch für die Stadt Innsbruck mittel- bis langfristig der weniger innovative Ansatz.

Beide Lösungen können mit den DFI-Varianten a) oder c) gekoppelt werden, die hinsichtlich der Beschaffungskosten gleich zu bewerten sind. Beide Varianten erfüllen die Anforderungen, die einerseits die Fahrgäste, andererseits die Verkehrsunternehmen an das System stellen. Da **Variante c)** weniger Folgekosten verursacht und für den VVT die praktikablere Lösung darstellt, sollte diese Variante weiterverfolgt werden.

4.5 Realisierungskonzept

Die Gesamtkosten der vorgeschlagenen Kombination von VLSA-Variante 5 und DFI-Variante c betragen laut Kostenermittlung 6.376.880,00 €.

Geht man bei einem angenommenen Realisierungszeitraum von 4 Jahren von einem gerundeten Wert von 6,4 Millionen € aus, fallen pro Jahr ca. 1.6 Millionen € an Investitionskosten an, die auf die beiden Bereiche VLSA und DFI gleichmäßig verteilt werden sollten.

Aus den mit den beteiligten Interessensvertretern und Verkehrsunternehmen geführten Gesprächen ging für den Bereich DFI einvernehmlich eine Prioritätenreihung hinsichtlich der Vorgehensweise bei der Umsetzung der Maßnahme hervor:

1. Priorität: Stadt Innsbruck mit Einzugsbereich
2. Priorität: Oberland
3. Priorität: Unterland mit Osttirol

Ausgehend von oben angenommenem Realisierungszeitraum werden im Folgenden 4 Realisierungsstufen gebildet, die sowohl die gewünschte Prioritätenreihung als auch einen sinnvollen systemtechnischen Aufbau und eine gleichmäßige Verteilung der Kosten berücksichtigen.

Im Bereich DFI liegt der Schwerpunkt zunächst auf der Schaffung der zentralen Infrastruktur in Form der notwendigen DFI-Server und der zugehörigen Entwicklungsarbeit. Die externen Systemelemente werden zunächst in Innsbruck und in den späteren Stufen nach und nach in der Region realisiert. Die Fahrzeuge werden entsprechend sukzessive ausgestattet.

Für die VLSA-Beeinflussung sollten in einer ersten Stufe sämtliche Busse der IVB sowie ein Teil der Regionalbusse und die bereits mit ÖPNV-Priorisierung betriebenen VLSA in Innsbruck um- bzw. ausgerüstet werden. In der nächsten Stufe folgt die Ausrüstung aller Regionalbusse und sukzessive die Ausstattung der VLSA in der Region sowie neu hinzukommender VLSA mit ÖPNV-Priorisierung im Stadtgebiet.

Nach erfolgter Systementscheidung besteht der erste Schritt zur Realisierung des Projektes in der Detailplanung der einzelnen Systembausteine mit Erstellung der notwendigen Pflichtenhefte und Ausschreibungsunterlagen.

In nachfolgender Übersicht werden auf Basis der Systemempfehlung die im Rahmen eines Stufenkonzeptes vorgesehenen Maßnahmen zusammengefasst dargestellt. Eine detaillierte Aufstellung der Einzelmaßnahmen ist analog zur Systematik der Kostenermittlung im Anhang A3 und A4 zu finden. Bei den angegebenen Kosten handelt es sich um Nettokosten.

Realisierungsstufe 1

	VLSA-Maßnahmen	DFI-Maßnahmen
Regionalbusse	Nachrüstung von 30 Fahr- scheindruckern FSD	Nachrüstung von 12 Fahr- scheindruckern FSD
IVB-Busse	Umrüstung und Anpassung der Funkausstattung aller IVB- Stadtbusse	keine Maßnahme
Region	keine Maßnahme	Beschaffung und Entwicklung der zentralen Einrichtungen für die DFI-Server
Stadtgebiet Innsbruck	Programmerweiterung von 14 VLSA-Steuergeräten	Beschaffung von 15 DFI
	Umkonfiguration TAE / FEE an 50 VLSA-Steuergeräten	Schnittstelle DFI-Server / RBL
	Aufwand VLSA 791.400 €	Aufwand DFI 796.280 €
Gesamtaufwand Stufe 1		1.587.680 €

Realisierungsstufe 2

	VLSA-Maßnahmen	DFI-Maßnahmen
Regionalbusse	Nachrüstung von 100 Fahr- scheindruckern FSD	Nachrüstung von 10 Fahr- scheindruckern FSD
IVB-Busse	keine Maßnahme	Nachrüstung der Fahrschein- drucker von 22 Fahrzeugen der Stubaitallinie
Region	Aufrüstung von 5 VLSA- Steuergeräten im Einzugsbe- reich Innsbruck inkl. Baken	keine Maßnahme
Stadtgebiet Innsbruck	Aufrüstung von 6 VLSA- Steuergeräten für ÖPNV- Beschleunigung durch Stadt- und Regionalbusse	Beschaffung von 58 DFI
	Aufwand VLSA 788.000 €	Aufwand DFI 806.080 €
Gesamtaufwand Stufe 2		1.594.080 €

5 Zusammenfassung und Gesamtbetrachtung

Der vorliegenden Systemstudie liegt das zentrale Anliegen der Tiroler Landesregierung zugrunde, verkehrstelematische Anwendungen, die in Form von VLSA-Beeinflussung, Dynamischer Fahrgastinformation (DFI) und Rechnergestütztem Betriebsleitsystem (RBL) in der Stadt Innsbruck bereits vorhanden sind, landesweit für den Regionalbusverkehr zugänglich und nutzbar zu machen. Die Umsetzung dieses Gedankens erfordert ein offenes und wirtschaftliches System, das schrittweise einzurichten ist und dabei möglichst auf vorhandene Systemkomponenten aufbaut. Dies sind für die Landesregierung wichtige Voraussetzungen, um Fördergelder für die Einrichtung solcher Systeme bereitstellen zu können.

Im Vordergrund stehen dabei zunächst die Interessen der Betreiber und Nutzer der telematischen Einrichtungen: Verkehrsunternehmen, öffentliche Interessensträger und schließlich die Bevölkerung, die eine hohe Bedienqualität des öffentlichen Verkehrsmittels mit steigenden Fahrgastzahlen honoriert.

Es stellte sich heraus, dass der dynamischen Fahrgastinformation sowohl in Stadt als auch Region eine hohe Bedeutung beigemessen wird, da sie unmittelbar dem Fahrgast zugute kommt. Gleiches gilt für die Priorisierung öffentlicher Verkehrsmittel an VLSA in städtischen Bereichen. Hingegen sind die umfangreichen Leistungsmerkmale eines Rechnergestützten Betriebsleitsystems für den Betrieb in der Region von geringerer Wichtigkeit.

Da die gemeinsame Nutzung der vorhandenen technischen Infrastruktur (bestehend aus dem in der Stadt Innsbruck eingerichteten System der Firma SIEMENS mit proprietärer Telegrammstruktur und dem in allen Regionalbussen eingesetzten Fahrgeldmanagementsystem der Firma ZELISKO) für telematische Anwendungen aufgrund patentrechtlicher Schutzbestimmungen nicht möglich ist, wurden verschiedene technische Lösungen in den Raum gestellt, mit dem Ziel, diese Barriere zu überwinden. Diese Barriere hat ihren geografischen Bezug an der Stadtgrenze Innsbrucks, sobald Regionalbusse in die Stadt hineinfahren bzw. Busse der IVB das Stadtgebiet verlassen.

Nach Gegenüberstellung verschiedener Lösungsmöglichkeiten mit ihren Vor- und Nachteilen sowie hinsichtlich der zu erwartenden Kosten können zwei Lösungsvarianten in die engere Wahl gezogen werden. Favorisiert wird eine Systemvariante, die im Wesentlichen darauf beruht, die in den Regionalbussen vorhandenen Fahrscheindrucker zu vollwertigen Bordrechnern aufzurüsten und den Funkverkehr in der Stadt Innsbruck für die VLSA-Beeinflussung auf den VDV-Standard umzustellen. Der Funkverkehr im RBL-System bedient sich dabei weiterhin des NEMO-Telegramms. Die Positionsbestimmung der Regionalbusse erfolgt durch logische Ortung, die durch Auswertung des GPS-Signals physikalisch gestützt wird. Die Informationsübermittlung für die dynamische Fahrgastinformation über GSM/GPRS stellt in der Region eine funktionsfähige und wirtschaftliche Lösung dar.

Die favorisierte Systemvariante unterstützt eine zukunftsorientierte Ausrichtung des Verkehrssteuerungssystems der Stadt Innsbruck auf der Basis standardisierter Schnittstellen.

Durch die Kopplung des zentralen DFI-Servers beim VVT mit einem eigenen DFI-Server der ÖBB-Postbus GmbH sowie eine Anbindung des regionalen DFI-Systems an das RBL der Stadt Innsbruck über eine standardisierte VDV-Schnittstelle kann das gesamte DFI-Anzeigesystem technisch integriert und zugleich der Datenschutz gewahrt werden.

Funktionen eines Rechnergestützten Betriebsleitsystems, die in reduzierter Form in der Region sinnvoll sind und von den Verkehrsunternehmen gewünscht werden, können von den DFI-Servern wahrgenommen werden.

Die Kosten des Gesamtsystems betragen ca. 6,4 Millionen €. Eine stufenweise Umsetzung, die, ausgehend von der Stadt Innsbruck, einen sukzessiven Aufbau des Systems in der gesamten Region über einen Zeitraum von 4 Jahren vorsieht, ist sinnvoll und möglich.

Die vorgeschlagene Systemlösung erfüllt somit die Anforderungen der Verkehrsunternehmen und öffentlichen Interessensträger, ermöglicht eine Verschneidung der vorhandenen Systeme von Stadt und Region, ist ausbaufähig und stufenweise umsetzbar.

Mit dem Ausbau des bestehenden Fahrgeldmanagements wird eine einheitliche technische Lösung in den Regionalbussen ermöglicht. Dieses wichtige Anliegen der Verkehrsunternehmen wird ebenso erfüllt wie die Wahrung des Datenschutzes und die Fördermöglichkeit durch das Land.

Für die Bevölkerung bringt das System, das in ganz Tirol und in die Stadt Innsbruck hinein umsetzbar ist, nur Vorteile: durch die Reduzierung der Reisezeiten, die Einhaltung des Fahrplans und eine zuverlässige Fahrgastinformation wird die Attraktivität des ÖPNV wesentlich erhöht.

Der Anreiz, vom individuellen auf das öffentliche Verkehrsmittel umzusteigen, schafft in Verbindung mit intelligenter Verkehrssteuerung in den Städten schließlich die Voraussetzung für eine nachhaltige Reduzierung der Umweltbelastung.

Interview- und Gesprächspartnerverzeichnis

25.07.05	Herr Steiner	ZELISKO
25.07.05	Herr Walch	SIEMENS AG Österreich
01.08.05	Herr Angerer	Verkehrsverbund Tirol GmbH
01.08.05	Herr Kaufmann	Stadtmagistrat Innsbruck
17.08.05	Frau Einfinger	Verkehrsverbund Tirol GmbH
17.08.05	Herr Huter Herr Kneringer Herr Zaggl	ÖBB-Postbus GmbH
24.08.05	Herr Figl Herr Gehri Herr Ramel	ÖBB-Postbus GmbH
24.08.05	Herr Platzer	Innsbrucker Verkehrsbetriebe und Stubaitalbahn GmbH
24.08.05	Herr Herold	Heiss & Ledermair
29.09.05	Herr Kienzl	Landecker Verkehrsbetriebe
29.09.05	Herr Sailer	Öztaler Verkehrsgesellschaft mbH
04.10.05	Herr Ramel	ÖBB-Postbus GmbH
20.10.05	Herr Angerer	Verkehrsverbund Tirol GmbH

Weiterhin bestand wiederholt telefonischer und schriftlicher Kontakt mit:

Herrn Gamper	SIEMENS VDO Automotive AG
Herrn Scheiber	Funkexperte der Landesregierung Tirol

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Interview- und Gesprächspartnern für Ihre Unterstützung, die vielfältigen Informationen sowie die konstruktive Mit- und Zusammenarbeit bedanken.

Quellenverzeichnis

- [1] **Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Gesamtverkehrsplanung:** Verkehr in Tirol – Bericht 2003. Innsbruck, 2004.
- [2] **Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Helmut Köll Ziviltechnikergesellschaft KEG:** Möglichkeiten zur Ausweitung der ÖV-Beschleunigung auf Regionale Buslinien. Reith bei Seefeld, 2002.
- [3] **SIEMENS:** IFAS, TAE – Leistungsbeschreibung, V 1.0. 04.11.2004.
- [4] **SIEMENS:** IFAS, Funkempfänger WFE 97-150-01 2M - Produktbeschreibung, DHOPB0407.0008.2001.
- [5] **SIEMENS:** Entwickelt für den Einsatz im Fahrzeug: FMK - die Funk-Minikassette für den ÖPNV – Produkte-Information.1999.
- [6] **SIEMENS VDO / ZELISKO:** Verkehrsverbund Tirol - VLSA Beeinflussung / Dynamische Fahrgastinformation - Systemkonzept / Budgetinformationen 3104-7179 AA für VLSA. Juni 2004.
- [7] **ZELISKO:** Verkehrsverbund Tirol - Angebot für die Dynamische Fahrgastinformation inkl. Server bei VVT, Richtangebot – No.: 036/2004. Mödling, 05.07.2004.
- [8] **ZELISKO:** Angebot Nr. 57b/2004 für die Tiroler Landesregierung Landesbaudirektion/Gesamtverkehrsplanung, Verkehrsverbund Tirol, Fa. Heiss-Reisen, Fa. Leo Ledermaier über VLSA-Beeinflussung an einer Ampel in Hall in Tirol gemäß VDV, Vers. 1.0. Mödling, 02.12.2004.
- [9] **ZELISKO:** Verkehrsverbund Tirol - Angebot für die Dynamische Fahrgastinformation inkl. Server bei VVT, Richtangebot – No.: 062/2005. Mödling, 19.07.2005.
- [10] **ZELISKO:** Verkehrsverbund Tirol - Angebot für die Dynamische Fahrgastinformation inkl. Server bei VVT, Richtangebot – No.: 062a/2005. Mödling, 02.09.2005.
- [11] **ZELISKO:** Verkehrsverbund Tirol - Angebot für die Dynamische Fahrgastinformation inkl. Server bei VVT, Richtangebot – No.: 062b/2005. Mödling, 17.10.2005.

Anhang

- A 1 Kostenermittlung VLSA und Ortungssystem**
- A 2 Kostenermittlung DFI**
- A 3 Kosten Stufenkonzept VLSA**
- A 4 Kosten Stufenkonzept DFI**

Anhang A 1

Kostenermittlung VLSA und Ortungssystem Variante 1 - 5

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	130	2.800	364.000
Datenerstellung Wegeband	130	300	39.000
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	130	500	65.000 18.200
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo inkl. Montagekosten	44	3.800	167.200
Anpassung Bordrechner-SW	44	600	26.400
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			679.800

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	46	30.000	1.380.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	10	2.000	20.000
Datenversorgung	10	400	4.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit zus. TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	14	25.000	350.000
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit 2 TAE für Nemo- und VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	15	50.000	750.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			2.504.000

Beschaffungskosten gesamt Variante 1

3.183.800,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	130	150	19.500
Wartung	130	75	9.750
IVB-Busse			
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			29.250

Folgekosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung TAE	46	150	6.900
Wartung Baken	10	150	1.500
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung TAE	14	150	2.100
Wartung TAE	15	150	2.250
Folgekosten straßenseitig gesamt			12.750

Jährliche Folgekosten gesamt Variante 1

42.000,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
AFAS-Ausrüstung mit Funkmodul und Funkgerät inkl. Antenne	130	6.500	845.000
Schnittstelle IBIS-Nachrüstung FDS4R	1	6.000	6.000
Einbau im Fahrzeug	130	700	91.000
Projektierungskosten			42.250
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo inkl. Montagekosten	44	3.800	167.200
Anpassung Bordrechner-SW	44	600	26.400
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			1.177.850

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Infrarotbaken inkl. Montage	90	2.000	180.000
Datenversorgung	90	400	36.000
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	46	30.000	1.380.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuergeräte und TAE	14	7.000	98.000
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für Nemo-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	15	40.000	600.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			2.294.000

Beschaffungskosten gesamt Variante 2

3.471.850,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	130	150	19.500
Wartung	130	75	9.750
IVB-Busse			
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			29.250

Folgekosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung Baken	90	150	13.500
Wartung TAE	46	150	6.900
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung TAE	15	150	2.250
Folgekosten straßenseitig gesamt			22.650

Jährliche Folgekosten gesamt Variante 2

51.900,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Fahrzeugausrüstung IBISplus (Kommunikationsmodul GPS, GSM/ GPRS, Funkmodem, Funkgerät)	130	5.500	715.000
Schnittstelle zum FSD4R	1	130.000	130.000
Datenerstellung Wegeband	130	300	39.000
Einbau im Fahrzeug	130	500	65.000
Projektierungskosten			35.750
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo inkl. Montagekosten	44	3.800	167.200
Anpassung Bordrechner-SW	44	600	26.400
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			1.178.350

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	46	30.000	1.380.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	10	2.000	20.000
Datenversorgung	10	400	4.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	14	7.000	98.000
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für Nemo-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	15	40.000	600.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			2.102.000

Beschaffungskosten gesamt Variante 3

3.280.350,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	130	250	32.500
Wartung	130	75	9.750
IVB-Busse			
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			42.250

Folgekosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung TAE	46	150	6.900
Wartung Baken	10	150	1.500
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung TAE	15	150	2.250
Folgekosten straßenseitig gesamt			10.650

Jährliche Folgekosten gesamt Variante 3

52.900,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Fahrzeugausrüstung IBISplus (Kommunikationsmodul GPS, GSM/ GPRS, Funkmodem, Funkgerät)	130	5.500	715.000
Schnittstelle zum FSD4R	1	70.000	70.000
Datenerstellung Wegeband	130	300	39.000
Einbau im Fahrzeug	130	500	65.000
Projektierungskosten			35.750
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo inkl. Montagekosten	44	3.800	167.200
Anpassung Bordrechner-SW	44	600	26.400
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			1.118.350

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	46	30.000	1.380.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	10	2.000	20.000
Datenversorgung	10	400	4.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	14	7.000	98.000
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für Nemo-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	15	40.000	600.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			2.102.000

Beschaffungskosten gesamt Variante 4

3.220.350,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	130	150	19.500
Wartung	130	75	9.750
IVB-Busse			
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			29.250

Folgekosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung TAE	46	150	6.900
Wartung Baken	10	150	1.500
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung TAE	15	150	2.250
Folgekosten straßenseitig gesamt			10.650

Jährliche Folgekosten gesamt Variante 4

39.900,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	130	2.800	364.000
Datenerstellung Wegeband	130	300	39.000
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	130	500	65.000 18.200
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung Indelco für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	68	3.800	258.400
Umstellung vorh. Funkgeräte FMK für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	55	1.800	99.000
Anpassung Bordrechner-SW	123	600	73.800
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			917.400

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	46	30.000	1.380.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	10	2.000	20.000
Datenversorgung	10	400	4.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	14	7.000	98.000
Umkonfiguration TAE und FEE	50	3.000	150.000
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	15	40.000	600.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			2.252.000

Beschaffungskosten gesamt Variante 5

3.169.400,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	130	150	19.500
Wartung	130	75	9.750
IVB-Busse			
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			29.250

Folgekosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung TAE	46	150	6.900
Wartung Baken	10	150	1.500
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung TAE	15	150	2.250
Folgekosten straßenseitig gesamt			10.650

Jährliche Folgekosten gesamt Variante 5

39.900,00

Anhang A 2

Kostenermittlung DFI Variante a - c

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	220	2.800	616.000
Datenerstellung Wegeband	220	300	66.000
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	220	500	110.000 30.800
IVB-Busse			
Nachrüstung FSD (Stubaitallinie) (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	22	2.800	61.600
Datenerstellung Wegeband	22	300	6.600
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	22	500	11.000 3.080
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			905.080

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	77	12.000	924.000
Backoffice-Software (Erweiterung)	1		25.000
FSD-Software Soll-/Ist-Vergleich	1		20.000
DFI-Server Software (Lizenz)	2	125.000	250.000
DFI-Server Hardware	2	15.000	30.000
Schnittstelle VVT - OBB	1		70.000
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	73	12.000	876.000
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)	1		100.000
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			2.295.000

Beschaffungskosten gesamt Variante a

3.200.080,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	350	100	35.000
Wartung	220	75	16.500
Betriebskosten (GSM/GPRS)	350	84	29.400
IVB-Busse			
Datenpflege	22	100	2.200
Betriebskosten (GSM/GPRS)	22	84	1.848
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			84.948

Folgekosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung DFI	77	150	11.550
Betriebskosten (GSM/GPRS)	77	84	6.468
Datenpflege (Server, DFI)			20.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung DFI	73	150	10.950
Betriebskosten (GSM/GPRS)	73	84	6.132
Folgekosten straßenseitig / Zentrale gesamt			55.100

Jährliche Folgekosten gesamt Variante a

140.048,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Fahrzeugausrüstung IBISplus (Kommunikationsmodul GPS, GSM/ GPRS, Funkmodem, Funkgerät)	220	5.500	1.210.000
Datenerstellung Wegeband	220	300	66.000
Einbau im Fahrzeug	220	500	110.000
Projektierungskosten			60.500
IVB-Busse			
Fahrzeugausrüstung (Stubaitallinie) (Kommunikationsmodul GPS, GSM/ GPRS, Funkmodem, Funkgerät)	22	5.500	121.000
Datenerstellung Wegeband	22	300	6.600
Einbau im Fahrzeug	22	500	11.000
Projektierungskosten			6.050
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			1.591.150

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	77	12.000	924.000
Backoffice-Software (Erweiterung)	1		25.000
FSD-Software Soll-/Ist-Vergleich	1		20.000
DFI-Server Software (Lizenz)	2	125.000	250.000
DFI-Server Hardware	2	15.000	30.000
Schnittstelle VVT - OBB	1		70.000
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	73	12.000	876.000
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)	1		100.000
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			2.295.000

Beschaffungskosten gesamt Variante b

3.886.150,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	350	100	35.000
Wartung	220	75	16.500
Betriebskosten (GSM/GPRS)	350	84	29.400
IVB-Busse			
Datenpflege	22	100	2.200
Betriebskosten (GSM/GPRS)	22	84	1.848
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			84.948

Folgekosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung DFI	77	150	11.550
Betriebskosten (GSM/GPRS)	77	84	6.468
Datenpflege (Server, DFI)			20.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung DFI	73	150	10.950
Betriebskosten (GSM/GPRS)	73	84	6.132
Folgekosten straßenseitig / Zentrale gesamt			55.100

Jährliche Folgekosten gesamt Variante b

140.048,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	220	2.800	616.000
Datenerstellung Wegeband	entfällt	66.000	
Einbau im Fahrzeug	220	500	110.000
Projektierungskosten			30.800
IVB-Busse			
Nachrüstung FSD (Stubaitallinie) (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	22	2.800	61.600
Datenerstellung Wegeband	entfällt	6.600	
Einbau im Fahrzeug	22	500	11.000
Projektierungskosten			3.080
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			832.480

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	77	12.000	924.000
Backoffice-Software (Erweiterung)	1		25.000
FSD-Software Soll-/Ist-Vergleich	entfällt	20.000	
Softwareentwicklung			100.000
DFI-Server Software (Lizenz)	2	125.000	250.000
DFI-Server Hardware	2	15.000	30.000
Schnittstelle VVT - OBB	1		70.000
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	73	12.000	876.000
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)	1		100.000
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			2.375.000

Beschaffungskosten gesamt Variante c

3.207.480,00

Folgekosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Datenpflege	entfällt	35.000	
Wartung	220	75	16.500
Betriebskosten (GSM/GPRS)	350	84	29.400
IVB-Busse			
Datenpflege	entfällt	2.200	
Betriebskosten (GSM/GPRS)	22	84	1.848
Folgekosten fahrzeugseitig gesamt			47.748

Folgekosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Wartung DFI	77	150	11.550
Betriebskosten (GSM/GPRS)	77	84	6.468
Datenpflege (Server, DFI)			30.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Wartung DFI	73	150	10.950
Betriebskosten (GSM/GPRS)	73	84	6.132
Folgekosten straßenseitig / Zentrale gesamt			65.100

Jährliche Folgekosten gesamt Variante c

112.848,00

Anhang A 3

Kosten Stufenkonzept VLSA Stufe 1 - 4

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	30	2.800	84.000
Datenerstellung Wegeband	30	300	9.000
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	30	500	15.000 4.200
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung Indelco für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	68	3.800	258.400
Umstellung vorh. Funkgeräte FMK für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	55	1.800	99.000
Anpassung Bordrechner-SW	123	600	73.800
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			543.400

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	0	30.000	0
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	0	2.000	0
Datenversorgung	0	400	0
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	14	7.000	98.000
Umkonfiguration TAE und FEE	50	3.000	150.000
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	0	40.000	0
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			248.000

Beschaffungskosten Variante 5 Stufe 1

791.400,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	100	2.800	280.000
Datenerstellung Wegeband	100	300	30.000
Einbau im Fahrzeug	100	500	50.000
Projektierungskosten			14.000
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung Indelco für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	0	3.800	0
Umstellung vorh. Funkgeräte FMK für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	0	1.800	0
Anpassung Bordrechner-SW	0	600	0
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			374.000

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	5	30.000	150.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	10	2.000	20.000
Datenversorgung	10	400	4.000
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	0	7.000	0
Umkonfiguration TAE und FEE	0	3.000	0
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	6	40.000	240.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			414.000

Beschaffungskosten Variante 5 Stufe 2

788.000,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	0	2.800	0
Datenerstellung Wegeband	0	300	0
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	0	500	0
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung Indelco für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	0	3.800	0
Umstellung vorh. Funkgeräte FMK für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	0	1.800	0
Anpassung Bordrechner-SW	0	600	0
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			0

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	15	30.000	450.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	0	2.000	0
Datenversorgung	0	400	0
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	0	7.000	0
Umkonfiguration TAE und FEE	0	3.000	0
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	9	40.000	360.000
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			810.000

Beschaffungskosten Variante 5 Stufe 3

810.000,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Wegeband)	0	2.800	0
Datenerstellung Wegeband	0	300	0
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	0	500	0
IVB-Busse			
Umrüstung Funkausstattung Indelco für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	0	3.800	0
Umstellung vorh. Funkgeräte FMK für Umschaltung Frequenz und VDV/Nemo	0	1.800	0
Anpassung Bordrechner-SW	0	600	0
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			0

Beschaffungskosten - straßenseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW-Erweiterung, Versorgung u. Projektierungskosten	26	30.000	780.000
Infrarotbaken für IVB inkl. Montage	0	2.000	0
Datenversorgung	0	400	0
Stadtgebiet Innsbruck			
Programmerweiterung VLSA-Steuer- geräte und TAE	0	7.000	0
Umkonfiguration TAE und FEE	0	3.000	0
gepl. Aufrüstung VLSA-Steuergeräte mit TAE für VDV-Telegramme inkl. notwendiger HW- und SW, Versorgung u. Projektierungskosten	0	40.000	0
Beschaffungskosten straßenseitig gesamt			780.000

Beschaffungskosten Variante 5 Stufe 4

780.000,00

Anhang A 4

Kosten Stufenkonzept DFI Stufe 1 - 4

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	12	2.800	33.600
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	12	500	6.000 1.680
IVB-Busse			
Nachrüstung FSD (Stubaitallinie) (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	0	2.800	0
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	0	500	0 0
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			41.280

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	0	12.000	0
Backoffice-Software (Erweiterung)	1		25.000
Softwareentwicklung DFI-Server Software (Lizenz)	2	125.000	100.000 250.000
DFI-Server Hardware	2	15.000	30.000
Schnittstelle VVT - OBB	1		70.000
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	15	12.000	180.000
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)	1		100.000
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			755.000

Beschaffungskosten Variante c Stufe 1

796.280,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	10	2.800	28.000
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	10	500	5.000 1.400
IVB-Busse			
Nachrüstung FSD (Stubaitallinie) (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	22	2.800	61.600
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	22	500	11.000 3.080
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			110.080

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	0	12.000	0
Backoffice-Software (Erweiterung)			
Softwareentwicklung DFI-Server Software (Lizenz) DFI-Server Hardware Schnittstelle VVT - OBB			
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	58	12.000	696.000
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)			
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			696.000

Beschaffungskosten Variante c Stufe 2

806.080,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	100	2.800	280.000
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	100	500	50.000 14.000
IVB-Busse			
Nachrüstung FSD (Stubaitallinie) (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	0	2.800	0
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	0	500	0 0
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			344.000

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	38	12.000	456.000
Backoffice-Software (Erweiterung)			
Softwareentwicklung DFI-Server Software (Lizenz) DFI-Server Hardware Schnittstelle VVT - OBB			
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	0	12.000	0
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)			
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			456.000

Beschaffungskosten Variante c Stufe 3

800.000,00

Beschaffungskosten - fahrzeugseitig -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Regionalbusse			
Nachrüstung FSD (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	98	2.800	274.400
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	98	500	49.000 13.720
IVB-Busse			
Nachrüstung FSD (Stubaitallinie) (KOMM-Modul, Kombiantenne GPS u. GSM/GPRS, Funkgerät, SW-Lizenz, Positionsübertragung)	0	2.800	0
Einbau im Fahrzeug Projektierungskosten	0	500	0 0
Beschaffungskosten fahrzeugseitig gesamt			337.120

Beschaffungskosten - straßenseitig / Zentrale -

	Anzahl	Einzelpreis	Kosten
Region			
DFI-Anzeigen	39	12.000	468.000
Backoffice-Software (Erweiterung)			
Softwareentwicklung DFI-Server Software (Lizenz) DFI-Server Hardware Schnittstelle VVT - OBB			
Stadtgebiet Innsbruck			
DFI-Anzeigen	0	12.000	0
Schnittstelle OLIF zur IVB (VDV 453) (VVT und IVB-seitig)			
Beschaffungskosten straßenseitig/Zentrale gesamt			468.000

Beschaffungskosten Variante c Stufe 4

805.120,00