

# IBIS-IP: vom Forschungsprojekt zum Praxiseinsatz

Von Dr. Torsten Franke, Aachen\*)

## ITCS-Award für IBIS-IP-Umsetzung – Der IBIS-IP-Standard – Beispiele aus der Praxis – Weiterentwicklung des Standards – Fazit und Ausblick

### 1. ITCS-Award für IBIS-IP-Umsetzung

Im Herbst 2015 erhielt die IVU Traffic Technologies AG den ITCS-Innovationsaward des VDV. In seiner Laudatio zur Preisverleihung führte Berthold Radermacher (VDV) aus, welche Gründe für die Verleihung sprachen. Dabei lobte er besonders das Engagement der IVU bei der Verbreitung des Standards, das bereitwillige Teilen ihres Wissens in Form von veröffentlichten Best Practices, die mutige Umsetzung einer Vorabversion des neuen Standards auf einer großen Flotte in Budapest und schließlich die weltweit erste Umsetzung in einer standardkonformen Weise in einem Projekt in Israel.

Doch was ist so besonders an IBIS-IP? Welche Vorteile ergeben sich für Verkehrsunternehmen daraus? Was hat dazu geführt, dass man einen der erfolgreichsten Standards im Öffentlichen Personen Nahverkehr, den IBIS-Standard, ablösen wollte? Welches technische Konzept steht hinter IBIS-IP? Und wie und wo wird IBIS-IP in der Praxis eingesetzt? Diese Fragen werden in den beiden folgenden Abschnitten besprochen. Der letzte Abschnitt widmet sich abschließend der wichtigen Frage nach der Weiterentwicklung des IBIS-IP-Standards.

### 2. Der IBIS-IP-Standard

#### 2.1 Motivation für das Forschungsprojekt

Ein moderner Bus im ÖPNV ist ausgerüstet mit einer Vielzahl von vernetzten Geräten, die Informationen bereitstellen und nutzen. Bild 1 gibt dazu ein (nicht annähernd vollständiges) Beispiel.

Der IBIS-Standard, so wie er in der VDV-Schrift 300 beschrieben ist, stellt einen der erfolgreichsten und langlebigsten technischen Standards im ÖPNV dar. Seit Mitte der 80er Jahre bis heute gewährleistete er, dass Bordrechner (IBIS-Master) und Peripheriegeräte wie Innen- und Außenanzeiger, Entwerter oder Fahrgastzählgeräte in Bussen und Straßenbahnen problemlos miteinander kommunizieren können.

Der Erfolg beruhte vor allem darauf, dass es überhaupt einen Standard für diese Kommunikation gab und somit die Projektrisiken für die Verkehrsunternehmen gering waren. Dennoch ist die technische Grundlage des IBIS – eine serielle Vierdraht-Kommunikation mit Übertragungsraten von 1200 Baud – längst nicht mehr zeitgemäß.

Moderne Anforderungen der Fahrgastinformation, wie beispielsweise Umstei-

ge-Informationen an nachfolgenden Haltestellen, können mit dem IBIS-Standard schon aufgrund der geringen Datenrate nicht befriedigend abgebildet werden. Zugleich verfügen sowohl Bordrechner als auch Peripheriegeräte seit vielen Jahren schon über IP-Schnittstellen.

Aus der Not heraus entwickelten deshalb jeweils verschiedene Akteure (Bordrechner-Hersteller, Anzeigen-Hersteller etc.) viele projektspezifische Lösungen, in denen ein Teil der Daten über IBIS, ein anderer Teil der Daten über IP besorgt wurde. Diese Entwicklung führte zu unnötigen Kosten und Projektrisiken bei der Implementierung von Bordsystemen.

Im Jahr 2010 wurde deshalb unter der Federführung des VDV das Forschungsprojekt IP-KOM-ÖV gestartet, das vor allem die technische Machbarkeit einer IP-basierten Kommunikation in ÖPNV-Fahrzeugen evaluieren sowie eine Version 1.0 eines Standards beschreiben sollte. Die IVU konnte als einer der Forschungsprojekt-Partner ihre Erfahrungen aus Projekten und ihr technisches Knowhow zur Realisierung eines neuen Standards einbringen.

Seit Mitte 2014 ist diese Version 1.0 in Form der VDV-Schrift 301 öffentlich verfügbar.<sup>1)</sup> Der Standard selbst wird als IBIS-IP bezeichnet, was sowohl auf die fachliche Verwandtschaft zum IBIS als auch die IP-Technologie anspielt.

#### 2.2 Die Technik des Standards

**2.2.1 Serviceorientierte Architektur**  
IBIS-IP setzte von Beginn an auf eine serviceorientierte Architektur. In serviceorientierten Architekturen werden Funktionalitäten nicht innerhalb großer softwaretechnischer Monolithen entwickelt, sondern in Form von Diensten innerhalb eines Netzwerks öffentlich bereitgestellt, die dann zur Laufzeit eingebunden und verwendet werden.

Dies hat eine Reihe von Vorteilen. So muss ein Dienst Informationen, die fachlich verschiedene Anwendungen benötigen

\*) Dr. Torsten Franke, Produktmanagement, IVU Traffic Technologies AG, Aachen.

1) Vgl. <https://www.vdv.de/ip-kom-oev.aspx>.



Bild 1: Beispiel für Komponenten in einem Fahrzeug-Netzwerk (Bild: IVU)

(z. B. aktuelle Uhrzeit, aktueller Standort oder Fahrtziel), nur einmal in einem Netzwerk bereitstellen. Das spart Entwicklungsaufwand und sorgt für größere Konsistenz der Informationen in verschiedenen Anwendungen. Zudem profitieren alle Nutzer eines Dienstes von dessen Weiterentwicklung (z. B. präziserer Standortbestimmung) in gleicher Weise.

Komplexe Anwendungen können dabei Informationen mehrerer Dienste innovativ verknüpfen und auf diese Weise mit geringem Aufwand einen Mehrwert für Fahrgäste schaffen.

Im Rahmen von IBIS-IP sind bislang solche Dienste beschrieben, die aus Sicht der Beteiligten des Forschungsprojekts konsortiums einerseits praxisrelevant erschienen und andererseits im Rahmen des Forschungsprojekts spezifiziert und im Rahmen eines Testlabors auf ihre Tauglichkeit überprüft werden konnten. Dazu gehören insbesondere der CustomerInformationService zur Fahrgastinformation und die Dienste SystemManagementService und DeviceManagementService zur Statusüberwachung des Systems. Die Entwicklung weiterer Dienste wird im weiteren Verlauf des Artikels noch thematisiert.

### 2.2.2 Verwendung von IP-basierten Standards

Durch den Einsatz von IP-basierten Technologien stehen zahlreiche performante und erprobte IP-basierte Protokolle zur Verfügung, mit denen sich Daten zwischen Diensten und Dienst-Nutzern austauschen lassen.

Folgende Eckdaten charakterisieren IBIS-IP:

Dienste veröffentlichen ihre Existenz über DNS-SD (Domain Name Service based Service Discovery, ein standardisierter Mechanismus zum Veröffentlichen und Auffinden von Diensten in IP-basierten Netzwerken) und können von Nutzern über DNS-SD gefunden werden. Dienste bieten verschiedene Operationen an, die sich über HTTP per Request/Response aufrufen lassen. Parallel dazu gibt es für fast alle Operationen zur parameterfreien Abfrage von Informationen auch die Möglichkeit, sich auf die entsprechende Information (genauer Datenstruktur) zu abonnieren. Über diese Abo-Mechanismen wird ein Abonnent dann über jede Änderung einer Information innerhalb der betreffenden Datenstruktur automatisch informiert.

Einige wenige Dienste, die insbesondere für die Veröffentlichung von sich zyklisch

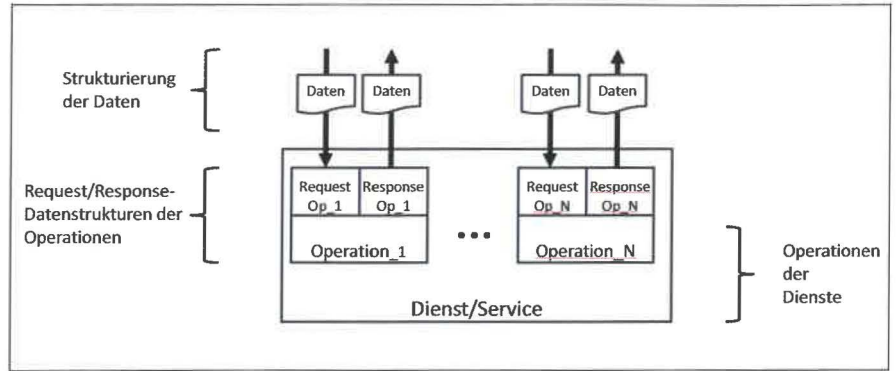


Bild 2: Darstellung der Informationen, die VDV 301-2 beschreibt (Bild: VDV 301-2)

(i. d. R. sekundlich) ändernden Daten (z. B. Geo-Koordinaten während der Fahrt) verantwortlich sind, verzichten bewusst auf die Übertragungssicherheit, die das TCP (Transmission Control Protocol)-basierte HTTP-Protokoll bereitstellt. Stattdessen werden die Daten via UDP (User Datagram Protocol) veröffentlicht. Zwar bietet UDP keine Übertragungssicherheit, ist für den angedachten Zweck aber ausreichend, da es in der Regel hinreichend zuverlässig arbeitet. Demgegenüber überträgt TCP Daten zwar sicherer, dadurch aber auch verzögerter, was den Anforderungen dieser Dienste, Daten möglichst sofortig zu erhalten, nicht gerecht wird. In beiden Fällen sind die ausgetauschten Daten nach dem XML-Standard strukturiert.

### 2.3 Inhalte der Standardisierung

Der IBIS-IP-Standard gibt im ersten Teil (VDV 301-1) einen Überblick über die zugrundeliegende Systemarchitektur. D. h. es wird insbesondere beschrieben, welche Funktionalitäten im IP-Netzwerk eines ÖPNV-Fahrzeugs vorhanden sind bzw. sein können und welche Dienste sich daraus ableiten lassen, um die gewünschten Funktionalitäten abzudecken.

Der zweite Teil (VDV 301-2) beschreibt die Details der technischen Umsetzung. Von den rund 30 fachlichen Funktionen, die VDV 301-1 beschreibt, werden in der bestehenden Version 1.0 von VDV 301-2 insgesamt zwölf in Form von Diensten aus spezifiziert. Zur Spezifikation eines (HTTP)-Dienstes gehören dabei stets Informationen zu folgenden Themen (Bild 2):

- Wie adressiere ich den Dienst, d. h. wie heißt die konkrete Operation?
- Wie ist die Abfrage strukturiert?
- Wie ist die Antwort strukturiert, d. h. welche Daten liefert eine Operation zurück und wie sind diese zu interpretieren?

### 2.4 Vorteile für die Verkehrsunternehmen

Die Dienste der Version 1.0 von IBIS-IP decken sämtliche Funktionalitäten des IBIS-Wagenbus (Ausnahme sind die Erweiterungen zum Zugbus) ab. Daneben schließt es zahlreiche praxisrelevante Lücken, die der IBIS-Standard aufwies. So lassen sich in IBIS-IP mit Hilfe des CustomerInformationService, auch komplexere Fahrgastinformationen problemlos bereitstellen, beispielsweise mehrsprachige Informationen in nicht-lateinischen Zeichensätzen wie kyrillisch und hebräisch oder Umsteigebeziehungen an Folgehaltestellen in Echtzeit.

Die Verwendung einzelner IBIS-IP-Dienste kann für die Verkehrsunternehmen also bereits einen deutlichen Mehrwert darstellen und ist gelegentlich sogar der Hauptgrund für die Entscheidung zugunsten der etwas teureren IP-basierten Technologie. Die serviceorientierte Architektur schafft darüber hinaus die Basis für zukünftige Innovationen, denn sie ermöglicht es Verkehrsunternehmen, mit geringem Aufwand selbst einen Mehrwert zu generieren, wenn sie die Informationen verschiedener Dienste kreativ verknüpfen. Daneben kann die IP-Technik durch ihre hohe Bandbreite und technischen Möglichkeiten als die deutlich zukunftsreichere Technik angesehen werden. Im Gegensatz zu IBIS ist lediglich allgemeines IT-Wissen zum Systemverständnis erforderlich, was auch die Fehleranalyse und Wartung erleichtert.

### 3. Beispiele aus der Praxis

Erste Installationen des deutschen Standards IBIS-IP erfolgten nicht in Deutschland sondern im Ausland. Wie kam es dazu? Hintergrund ist die Tatsache, dass Ausrüstungen von Fahrzeugen in Deutsch-

land in der Regel über ein langwieriges Verfahren öffentlich ausgeschrieben werden. Ehe der IBIS-IP-Standard in der Branche hinreichend verstanden und bekannt war und ehe die ersten Ausschreibungsverfahren beendet waren, vergingen mehrere Quartale. Heute, Stand 2016, kann man jedoch beobachten, dass nahezu alle Ausschreibungen für Fahrzeugausrüstungen in Deutschland eine IBIS-IP-Fähigkeit oder spezifische IBIS-IP-Dienste fordern.

In internationalen Projekten, bei denen die Ausschreibung bereits beendet war und nach konkreten Lösungen für die Interaktion zwischen Herstellern aus verschiedenen Ländern gesucht wurde, hat man sich dagegen bereits mehrfach aus rein pragmatischen Gründen zugunsten von IBIS-IP entschieden.

Alle Lösungen haben gemeinsam, dass IBIS und IBIS-IP in den Fahrzeugen nebeneinander existieren. So können Verkehrsunternehmen beispielsweise bereits vorhandene IBIS-basierte Fahrgastzählensysteme weiter verwenden, während neu beschaffte Innenanzeiger bereits IBIS-IP basiert arbeiten. Die Verwendung von IBIS-IP erfordert also keinen harten Schnitt, bei dem ab einem bestimmten Zeitpunkt alle Komponenten im Fahrzeug von IBIS auf IBIS-IP umgestellt sein müssten. Es ist vielmehr eine schrittweise Migration entsprechend der Anforderungen und Möglichkeiten der Verkehrsbetriebe möglich.

Die folgenden Beispiele stammen aus der Projektpraxis der IVU.

### 3.1 Superbus

Das weltweit erste Verkehrsunternehmen, bei dem IBIS-IP auf einer signifikanten Fahrzeugflotte zum Einsatz kam, ist Superbus, ein überregional verkehrendes Busunternehmen aus Israel.

Die IVU lieferte in diesem Projekt unter anderem die Bordrechner und musste die Innen-Anzeiger (LED-Anzeiger für „nächste Haltestelle“ und TFT-Anzeiger mit Vorschau der nächsten vier Haltestellen) eines israelischen Herstellers, mit dem die IVU erstmals zusammenarbeitete, ansteuern. Von der Vielzahl an Diensten, die in der VDV-Schrift 301 beschrieben werden, war dafür lediglich der IBIS-IP-Dienst für die Fahrgastinformation (CustomerInformationService) erforderlich.

Bemerkenswert sind dabei mehrere Tatsachen:

1. Die kurze Umsetzungsdauer:  
Der IBIS-IP-Standard wurde in Q2/2014 veröffentlicht und bereits in Q4/2014 war eine Flotte von mehr als 150 Bussen mit Bordrechnern und Anzeigern ausgestattet, die über den neuen IBIS-IP-Standard kommunizierten.
2. Die leichte Umsetzung hebräischer Schriftzeichen:  
Wie oben bereits angedeutet, war (der ebenfalls deutsche) IBIS-Standard nur in sehr begrenztem Umfang erweiterungsfähig. Insbesondere die Darstellung hebräischer Schriftzeichen war nur möglich durch proprietäre Erweiterungen und/oder den Missbrauch einzelner IBIS-Datensätze.  
Mit IBIS-IP hingegen war die Darstellung hebräischer Schriftzeichen kein Problem. Sämtliche anzuzeigende Daten sind UTF8-kodiert und problemlos über die IP-basierten Protokolle zu übertragen.

### 3.2 RET

Bei der Metro Rotterdam (RET) ist die IVU unter anderem für die Lieferung der Bordrechner verantwortlich. Bemerkenswert sind dabei wiederum mehrere Tatsachen:

1. Weitere IBIS-IP-Dienste:  
Neben den Diensten zur Fahrgast-Information (wie bei Superbus) werden bei RET weitere IBIS-Dienste zum Einsatz kommen. So erfolgt nach Projektabschluss eine IBIS-IP-konforme Kommunikation des IVU-Bordrechners auch mit speziellen Routern, die den GNSSLocationService anbieten, um die aktuelle GPS-Koordinate im Fahrzeugnetzwerk zu veröffentlichen. Weiterhin werden die IBIS-IP-Geräte über IBIS-IP-kon-

forme Dienste (SystemManagementService, DeviceManagementService) gesteuert werden, die beispielsweise eine Überwachung des Zustands der Geräte oder einen Neustart ermöglichen.

2. Umsteigeinformationen in Echtzeit:  
Die Informationen, die nach der Inbetriebnahme auf den Fahrgast-Innenanzeigern in Rotterdam zur Verfügung gestellt werden, stellen einen echten Mehrwert für die Fahrgäste dar. Dank IBIS-IP wird es möglich sein, Fahrgästen bereits in der Zufahrt auf eine Haltestelle alle Umsteige-Informationen in Busse, andere Metrolinien oder Züge an der nachfolgenden Haltestelle in Echtzeit anzuzeigen. Dazu ist es selbstverständlich notwendig, die Informationen auch aller anderen Fahrzeuge, die die nachfolgenden Haltestellen bedienen, in Echtzeit in einem Hintergrundsystem zu erfassen und an das Fahrzeug weiterzuleiten, in dem diese Informationen angezeigt werden sollen (Bild 3).

### 3.3 Kunden in Deutschland

In 2016 werden die ersten Kunden in Deutschland IBIS-IP-Dienste einsetzen. Hauptanwendungsbereich ist hierbei die zukunftssichere und idealerweise verbesserte Fahrgastinformation im Fahrzeug. In allen nachfolgend genannten Projekten liefert die IVU die Bordrechner und das Leitstellensystem.

Bei der Neuanschaffung von 32 neuen Mercedes-Benz Citaro für die Nahverkehr Schwerin GmbH (NVS) wurde für die Fahrgastinformation IBIS-IP gefordert und bereits ab Werk geliefert. EvoBus trat hierbei als Generalunternehmer auf, der die entsprechende IP-Verkabelung und Instal-

**Sick TL26**

**Ersatz-Leuchtmittel**

mit Infrarot-LED, plug and play

Sick-Original-Leuchtmittel

**Vertrieb: SOILTEC**

DIE ENTWICKLER

Vereinigte Elektronikwerkstätten GmbH  
Edisonstraße 19 • 28357 Bremen  
Fon: 0421/271530 www.vew-gmbh.de

IVU		29 Eilendorf Bahnhof		16:30
Nächster Halt: 16:30 Aachen Hauptbahnhof				 
Ihre Umstiegsmöglichkeiten zu Bussen				
16:30	24	Bayernallee		H1
16:31	14	Brand		H2
16:32	27	Bayernallee		H1
16:35	24	Bayernallee		H1
16:37	29	Eilendorf Bahnhof		H1
16:39	26	Ponttor (LZ)		H2
16:40	29	Eilendorf Bahnhof		H1
16:41	151	Brand		H2
www.ivu.de				

Bild 3: Beispiel des Layouts auf Innenanzeigern bei RET. Es werden Umstiegsmöglichkeiten zu Zügen an der folgenden Haltestelle in Echtzeit dargestellt (Bild: IVU)

lation der IBIS-IP-Geräte im Fahrzeug (hier Bordrechner und Anzeiger) verantwortete und ab Werk lieferte. Die ersten Fahrzeuge wurden im Mai 2016 in Betrieb genommen.

Bei den Stadtwerken Kaiserslautern (SWK) werden im laufenden Jahr 63 Busse mit IBIS-IP-fähigen Innenanzeigern ausgerüstet. Auch hier geht es um Kommunikation zwischen dem IVU-Bordrechner und Innenanzeigern.

In den Verkehrsverbänden Stuttgart (VVS) und Bremen/Niedersachsen (VBN) lieferte die IVU bereits mandantenfähige Leitstellensysteme und hat somit Zugriff auf die Anschlussinformation aller Fahrzeuge auch über Grenzen einzelner Verkehrsunternehmen hinweg. Verkehrsunternehmen der o. g. Verkehrsverbände, deren Fahrzeuge mit Bordrechnern der IVU ausgestattet sind, werden im Laufe der nächsten Monate ihren Fahrgästen mit Hilfe von IBIS-IP Umstiegs- und Anschlussinformationen in Echtzeit anbieten können.

#### 4. Weiterentwicklung des Standards

Der IBIS-IP-Standard, so wie er in der VDV 301 beschrieben ist, stellt die Version 1.0 des Standards dar. Er hat seine Praxistauglichkeit bereits in mehreren Projekten gezeigt, basiert aber auf den Erfahrungen und Erwartungen derjenigen Unternehmen, die bis 2014 am Forschungsprojekt IP-KOM-ÖV beteiligt waren.

Es ist zu erwarten, dass sich in der praktischen Nutzung des Standards Erkenntnisse für Erweiterungen und Verbesserungen ergeben. Diese Erfahrungen ergeben sich in der Regel aus Bedürfnissen

in Projekten und erfordern zunächst eine „Off-Standard“-Erweiterung. Deshalb ist der IBIS-IP-Standard 1.0 von Beginn an auf hohe Flexibilität und Erweiterungsfähigkeit ausgelegt.

Damit der Standard sich basierend auf diesen Erfahrungen weiterentwickeln kann, wurde vom VDV folgender Prozess ins Leben gerufen:

- Verkehrsunternehmen, Hersteller oder Berater erläutern ihre Ideen für Erweiterungen im IBIS-IP-Forum.<sup>2)</sup> Das Forum wird vom VDV verwaltet und ist nur für registrierte Nutzer verfügbar.
- Im Forum werden die Ideen diskutiert.
- Vorschläge für neue Dienste oder Änderungen werden in eine formale Dienstbeschreibung überführt.
- In regelmäßigen Arbeitskreisen werden beschlussreife Ideen verabschiedet. Zusätzlich organisiert der VDV regelmäßig sogenannte „Plug-Fests“. Bei diesen Treffen kommen die verschiedenen Hersteller IBIS-IP-fähiger Endgeräte zusammen, um deren technische Kompatibilität zu testen und sich über die Entwicklung des Standards auszutauschen. Das soll dabei helfen, Fehler zu finden, bevor die Systeme in der Praxis eingesetzt werden. Zuletzt fand ein solches Plug-Fest am 21./22. Juni 2016 im Rahmen des IBIS-IP-Forums in Köln statt.

Es ist dabei zu erwarten, dass sich die einzelnen Dienste mit verschiedenen Geschwindigkeiten weiterentwickeln werden. Statt einer umfassenden Schnittstellenspezifikation wie in der VDV 301-2 plant man zukünftig für fast alle Dienste einzelne Schnittstellenspezifikationen. So wird beispielsweise der CustomerInforma-

tionService in der VDV 301-2-3 beschrieben werden, der GNSSLocationService hingegen in der VDV 301-2-5.

Durch diesen Prozess hofft man zum einen, eine dynamischere Weiterentwicklung auch einzelner Teile des Standards zu ermöglichen sowie insbesondere auch die Abstimmungsprozesse in Arbeitskreisen zu fokussieren und damit zu verkürzen.

#### 5. Fazit und Ausblick

Der IBIS-Wagenbus stößt technisch und fachlich seit langem an seine Grenzen. IBIS-IP ist der IP-basierte Nachfolger des IBIS-Standards bei der Kommunikation zwischen Geräten in ÖPNV-Fahrzeugen. IBIS-IP setzt dabei auf bestehenden IP-Kommunikationsstandards auf. Durch die deutlich höhere Bandbreite der IP-Kommunikation und eine erweiterbare dienstorientierte Architektur stellt IBIS-IP eine zukunftssichere Lösung dar.

Die IVU hat von Beginn an an der Entwicklung des neuen Standards mitgewirkt und als erster Lieferant in Projekten im In- und Ausland positive Erfahrungen zur Praxistauglichkeit des IBIS-IP-Standards gesammelt. Für ihr Engagement bei der Verbreitung des IBIS-IP-Standards erhielt sie den ITCS Innovations-Award 2015.

Auch in Zukunft wird die IVU die Weiterentwicklung des IBIS-IP-Standards unterstützen und begleiten. Für die Weiterentwicklung wurde unter Federführung des VDV ein Prozess entwickelt, der eine höhere Dynamik ermöglicht und der alle Verkehrsunternehmen, Hersteller und Berater zur Mitarbeit einlädt. Denn die Weiterentwicklung des IBIS-Standards lebt von der freiwilligen Mitarbeit aller Teilnehmer der Branche.

2) <https://forum.vdv.de/viewforum.php?f=3>.