

## Abschlussdokumentation



Quelle: a5-baustelle.de

## Evaluierung von Zeitverhalten und Datenintegrität einer virtuellen SBA → Ergebnisse

**Autor: Fraunhofer ESK**

Version: 2.3

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Überblick</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Legende / Begriffe</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Projektziel</b>	<b>7</b>
4.1	Überblick WWW	7
4.2	Überblick SBA	7
4.3	Systemarchitektur	9
4.4	Nachrichtenarchitektur	10
4.5	Auswertung	10
<b>5</b>	<b>Ergebnisse Testtag 23.05.2017</b>	<b>12</b>
5.1	Fischbach	13
5.2	Freimann Süd	19
5.3	Freimann Nord	24
5.4	Freising (WWW)	28

## 1 Überblick

Das vorliegende Dokument ist der Abschlussbericht für das Projekt „Evaluierung von Zeitverhalten und Datenintegrität einer virtuellen SBA“. Das Pilotprojekt selbst behandelt die Übertragung von Schaltungen zum MDM und ins Fahrzeug. Die Evaluation von Latenzzeitmessung und Datenintegrität ist ein Teil des Gesamtprojektes. Es wird die Übertragung von Verkehrsinformationen zwischen Schilderanlagen und einem Testfahrzeug untersucht. Verschiedene Zwischenstationen werden bei der Nachrichtenübertragung ebenso betrachtet wie die Ende-zu-Ende-Übertragung.

Die Herausforderung ist, dass das System und die gesamte Infrastruktur bisher nicht für eine Evaluierung angelegt ist. Es werden daher neben Ergebnissen auch aufgetretene Herausforderungen aufgezeigt.

Das Abschlussdokument besteht aus den Dokumenten:

- Abschlussdokumentation - Datenformate
- Abschlussdokumentation – Lessons Learned
- Dateien zur Auswertung des Testtages vom 23.Mai 2017

## 2 Zusammenfassung

Die Latenzzeit variieren abhängig von:

- Unterzentralen
- verwendeten Kommunikationstechnologien
- Anzeigetechnologien

UZ-Fischbach hat die kürzeste Latenz Ende zu Ende (von UZ bis zum Erhalt ins Fahrzeug).

Freimann Nord weist trotz gleicher Kommunikationstechnologie (TLS over IP) eine höhere Gesamtlatenz auf – resultierend aus der höheren Latenz im ersten Schritt von Schaltgrund nach Publish.

Freimann-Süd hat die höchste Latenzzeit der SBA-Anlagen. Hier wird eine ältere Kommunikationstechnologie (Inselbus mit 9600 Baut) verwendet.

In Freising wurden nur WWW-Anzeigen untersucht. Die Latenzzeit hierbei besonders hoch. Die Datenbasis umfasst lediglich 32 Anzeigenwechsel. Das Ergebnis sind daher nicht so aussagekräftig wie die der SBA-Anzeigen.

### Gegenüberstellung Ergebnisse P2P (7:30 – 11:30Uhr)

Station / Mittelwert	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	> Sp-Out	> Auto	Summe
<b>Fischbach</b>	2,51	0,00	1,34	1,58	0,45	0,43	0,63	<b>6,93</b>
<b>Freimann Süd</b>	3,52	3,47	1,24	1,46	0,32	0,33	0,78	<b>11,11</b>
<b>Freimann Nord</b>	0,02	0,79	3,57	1,47	0,35	0,82	0,95	<b>7,96</b>
<b>Freising (WWW)</b>	9,84	1,78	1,34	2,88	0,22	0,00	0,57	<b>16,63</b>

Die Übertragung über den MDM dauert ungefähr 2 Sekunden länger als eine Übertragung ohne MDM.

Da die Daten zum MDM nur zyklisch übertragen werden liegen die Ergebnisse jedoch weitaus höher (20-50s). In der aktuellen Standardbenutzeroberfläche des MDM ist der kleinste Aktualisierungszyklus für Verkehrsdaten 1 Minute. Diese Einstellung führt dazu, dass die Daten bis zum Abruf in der Datenbank gehalten werden<sup>1</sup>.

Die vorderen 3 Latenzzeiten (> Publish, >Zustand, >DB-In) unterscheiden leicht von den P2P Ergebnisse, da der Bearbeitungszeitraum unterschiedlich ist.

#### Gegenüberstellung Ergebnisse MDM (6:00 -9:48Uhr)

Station / Mittelwert	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	Summe
<b>Fischbach</b>	2,51	0,00	1,47	35,61	2,91	<b>42,50</b>
<b>Freimann Süd</b>	3,52	3,46	1,07	20,93	2,37	<b>31,37</b>
<b>Freimann Nord</b>	0,00	0,76	3,78	50,33	2,40	<b>57,26</b>
<b>Freising (WWW)</b>	9,84	1,78	1,34	38,28	0,88	<b>52,13</b>

<sup>1</sup> Die Daten, die im Rahmen der Strategie-DB geliefert werden, entsprechen dem Datenformat „Verkehrsdaten“. Dieses bietet die beiden Anlieferungsmodi PUSH und PULL PERIODIC, mit dem minimalen Aktualisierungsintervall von einer Minute.

### 3 Legende / Begriffe

Für ein einheitliches Verständnis aller Beteiligten im Projektverlauf, werden nachfolgend wichtige Begriffe definiert. Diese „Definition“ betrifft nur das Projekt „virtSBA“ und kann sich in folgenden Projekten ändern.

1. **„virtSBA“** = virtuelle Streckenbeeinflussungsanlage
2. **„ABDSB“** = Autobahndirektion Südbayern
3. **„AQ“** = Anzeigequerschnitt
4. **„SBA“** = Streckenbeeinflussungsanlage
5. **„WWW“** = Wechselwegweiser
6. **„UZ“** = Unterzentrale
7. **„MDM“** = Mobilitätsdatenmarktplatz
8. **„StratDBServer“** = strategischer Datenbankserver
9. **„VRZ“** = Verkehrsrechenzentrale
10. **„VIZ“** = Verkehrsinformationszentrale
11. **„Trace“** = Ablauf einer Nachricht über alle Logstationen hinweg
12. **„>Publish“** = von der vorausgehenden Station nach Publish

## 4 Projektziel

Ziel der Evaluierung des Routings ist es, Aussagen über das Zeitverhalten und die Datenintegrität der versendeten Nachrichten zu tätigen.

Dafür werden zwei unterschiedliche Arten von Schaltungen über jeweils den gesamten Weg von der Initiierung einer Schaltung bis zur Anzeige im Fahrzeug betrachtet. Die beiden Arten sind:

1. SBA -Streckenbeeinflussungsanlagen
2. WWW - Wechselwegweiser

Da es sich um ein Pilotprojekt handelt, werden ausgewählte Autobahnabschnitte in Bayern für diese Auswertung analysiert. Jeder Abschnitt wird von einer UZ (Unterzentrale) angesteuert. Die Abschnitte für die SBA-Auswertung werden von:

- der UZ-Fischbach (Nürnberg),
- UZ-Freimann-Süd (München) und
- UZ-Freimann-Nord(München)

aus gesteuert. Der Abschnitt für die WWW-Auswertung wird von der UZ-Freising (München) mit Daten beliefert. SBA und WWW unterscheiden in Anzeigehalt, in Nachrichtenaufbau sowie in der Art des Matchings für die Traces. Beide Anzeigen werden daher separat betrachtet.

### 4.1 Überblick WWW

WWW-Anzeige weisen auf geänderte Verkehrsführung hin (Abbildung 1). Die betrachteten Anzeigen sind Prismenwender. Die Anzeigen sind dadurch auf maximal 3 festgeschriebene Seitenbelegungen begrenzt. Der Wechsel zwischen den Anzeigen dauert aufgrund der physikalischen Drehung der Prismen länger als der Wechsel einer LED-Anzeige. Eine WWW-Anzeige sieht wie folgt aus:



Abbildung 1: WWW-Anzeige auf der A92

### 4.2 Überblick SBA

SBA-Anzeigen informieren Fahrer über Informationen zu Verkehrssituationen (Geschwindigkeitsbeschränkungen, Stau, Überholverbot) (Abbildung 2). Die SBA-Anlagen

verfügen über LED-Anzeigen, die es ermöglichen beliebige Informationen zu visualisieren. Es gibt dafür A, B und C-Anzeigen:

- A-Anzeigen beinhalten Geschwindigkeitsbegrenzungen
- B-Anzeigen beinhalten Hinweisschilder zur Verkehrssituation
- C-Anzeigen sind Textinformationen mit näheren Beschreibung



Abbildung 2: SBA Anzeige auf der A9

### 4.3 Systemarchitektur

Das Gesamtsystem besteht auf 6 verschiedenen Komponenten (s. Abbildung 3: Aufbau Systemarchitektur):

1. UZ
2. SBA /WWW
3. StratDBServer
4. MDM
5. Service Provider
6. Fahrzeug

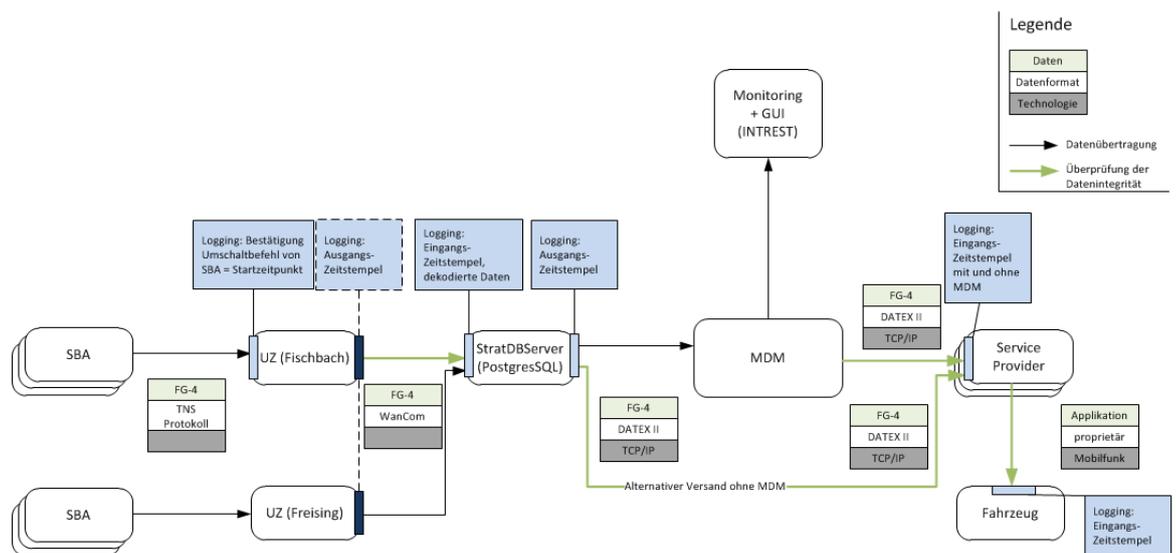


Abbildung 3: Aufbau Systemarchitektur

## 4.4 Nachrichtenarchitektur

Die Logdaten werden für das Tracing entsprechend der Stationen bezeichnet. Schaltgrund und Zustand sind Datensätze, die von der UZ zur Verfügung gestellt werden.

Published ist kein Logdatensatz. Der Wert für die Anzeige auf den SBA- oder WWW-Anzeigen wird aus anderen Logdaten extrahiert. Für die SBA-Anzeigen werden die Daten aus den DB-In-Daten extrahiert. Für die WWW-Anzeigen aus den Zustand-Logs.

DB-In und DB-Out werden von HeuschBoesefeldt getracked und bereitgestellt

Sp-In, Sp-Out und Auto-In werden von ATS bereitgestellt.

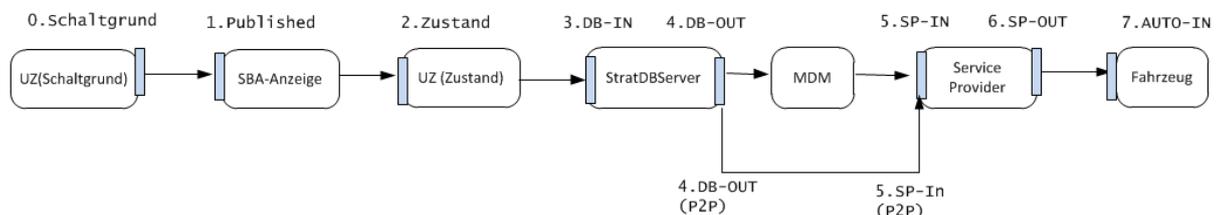


Abbildung 4: Überblick über Logstationen und Nachrichtenverlauf

## 4.5 Auswertung

Die Ergebnisse aller Datenanalysen sind in 2 Formen dargestellt:

- Als Datensätze
- Als Diagramm

Die *Datensätze* enthalten alle gematchten Nachrichten mit Key-Value-Informationen, sowie die Latenzzeiten zwischen allen Stationen. Aufgrund von Doppelschaltungen oder Schaltproblemen kann es teilweise vorkommen, dass trotz Zeitsynchronität negative Latenzzeiten auftreten. Diese wurden manuell für jeden Trace herausgefiltert. Die Ergebnisse wurden in einem eigenen Tabellenblatt gespeichert. Die bearbeiteten Dateien finden sich in jedem Auswertungsordner unter dem Namen: „...- **bearbeitet.xlsx**“

Als Ergebnis der Analyse enthält jede Auswertung einer UZ folgende Dateien:

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
graphs	06.10.2017 10:36	Dateiordner	
matched_packets_distribution.html	06.10.2017 12:04	Firefox HTML Doc...	1.773 KB
trace.csv	06.10.2017 12:04	Microsoft Excel-C...	518 KB

Abbildung 5: Hauptebene jedes Auswertungsordners

Die Datei **Matched\_packets\_distribution.html** enthält eine grafische Übersicht über die Anzahl der gematchten Daten je Logstation.

**Trace.csv** beinhaltet alle Ergebnisse ohne eine manuelle Bereinigung.

Der Ordner „graphs“ beinhaltet mehrere Unterordner:

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
 from_db_in	06.10.2017 10:36	Dateiordner	
 from_db_out	06.10.2017 10:36	Dateiordner	
 from_published	06.10.2017 10:36	Dateiordner	
 from_schaltgrund	06.10.2017 10:36	Dateiordner	
 from_sp_in	06.10.2017 10:36	Dateiordner	
 from_zustand	06.10.2017 10:36	Dateiordner	

Abbildung 6: Zweite Ebene von "graphs"

Jeder dieser Ordner enthält Grafiken zu den Latenzzeiten, ausgehend von der im Ordnernamen genannten Station, sowie Textdokumente mit statistischen Ergebnissen zur Anzahl der gematchten Daten, Minimal- und Maximalwerte, Durchschnittslatenzen, Standardabweichungen etc. Bei diesen Werten handelt es sich wieder um die Ergebnisse, die über alle Testdaten in dem jeweiligen Zeitraum getracked und gefiltert wurden. Die Ergebnisse sind nicht nachbearbeitet. Alle Grafiken können unter Umständen daher noch negative Latenzzeiten beinhalten.

## 5 Ergebnisse Testtag 23.05.2017

Am Testtag, den 23.05.2017, werden Schaltungen auf WWW- und SBA-Verkehrszeichen vorgenommen und von den Projektpartnern geloggt. Die Ergebnisse umfassen den ganzen Tag. Es werden vier Autobahnabschnitte untersucht. Jeder Abschnitt wird dabei einzeln ausgewertet.

Unterzentrale	UZ Freising	UZ Fischbach	UZ Freimann N	UZ Freimann S
<b>Komm-Technologie</b>	Inselbus Baut 9600	TLS over IP	TLS over IP	Inselbus Baut 9600
<b>Schilderanzeige</b>	Prismen	LED	LED	LED

Die Ergebnisse unterscheiden sich in der Quantität der Logdaten und in der Latenzzeit. Der Grund ist, dass es unterschiedlich viele Anzeigequerschnitte pro Abschnitt gibt und unterschiedliche Kommunikationstechnologien verwendet werden.

Für eine Vergleichbarkeit der gematchten Daten werden die Ergebnisse des Testtages auf bestimmte Zeiten eingeschränkt:

### P2P -Einschränkung

Die Testanwendung im Auto ist nur in der Zeit von 7:30Uhr bis 11:30Uhr aktiv. Die Ergebnisse werden auf diese Zeit eingeschränkt. Daraus ergibt sich, dass es für jeden Autobahnabschnitt jeweils zwei Auswertungen gibt:

1. Gesamter Tag – hier fallen die Daten in Richtung Auto erheblich ab
2. Zeit, in der die Anwendung aktiv war

### MDM-Einschränkung

Für die Auswertung der Latenzzeiten über den MDM werden die Daten ebenfalls eingeschränkt. Aufgrund der sehr umfangreichen Datenmengen (mehrere GB) mussten die Logdaten in Pakete unterteilt werden. Durch den Partner ATS wurde eine Unterteilung der JSON Daten vorgenommen. Anhand dieser richtet sich unsere Analyse aus. Der betrachtete Zeitraum umfasst 6:00 bis 9:48Uhr. Das Tracking wird bis SP-In vorgenommen, da es nicht relevant für die Unterscheidung MDM vs. Peer to Peer (P2P) ist, wann die Anwendung im Fahrzeug aktiv war.

### Datenbereinigung

Die Latenzzeitauswertung wird nach der abgeschlossenen mathematischen Analyse händisch für die Ermittlung des Mittelwertes und der Varianz bearbeitet. Einzelne Einträge, mit einer vielfach höheren Latenz als der Mittelwert, werden dabei herausgefiltert um ein aussagekräftigeres Ergebnis für die Varianz zu erzielen. Da die hohen Latenzausreißer nur eine sehr geringe Anzahl darstellen, wird der Mittelwert dadurch nur in der 1. Nachkommastelle oder geringer

beeinflusst. In jeder Auswertung wird dabei aufgeführt wie viele Nachrichten herausgefiltert wurden & ab welcher Latenzzeit.

## 5.1 Fischbach

### 5.1.1 P2P-Nachrichtenanzahl

- 3.340 Nachrichten von der UZ verschickt (gesamter Tag)
- 884 Nachrichten von der UZ verschickt (7:30 – 11:30Uhr)
- 717 Nachrichten im Auto angekommen

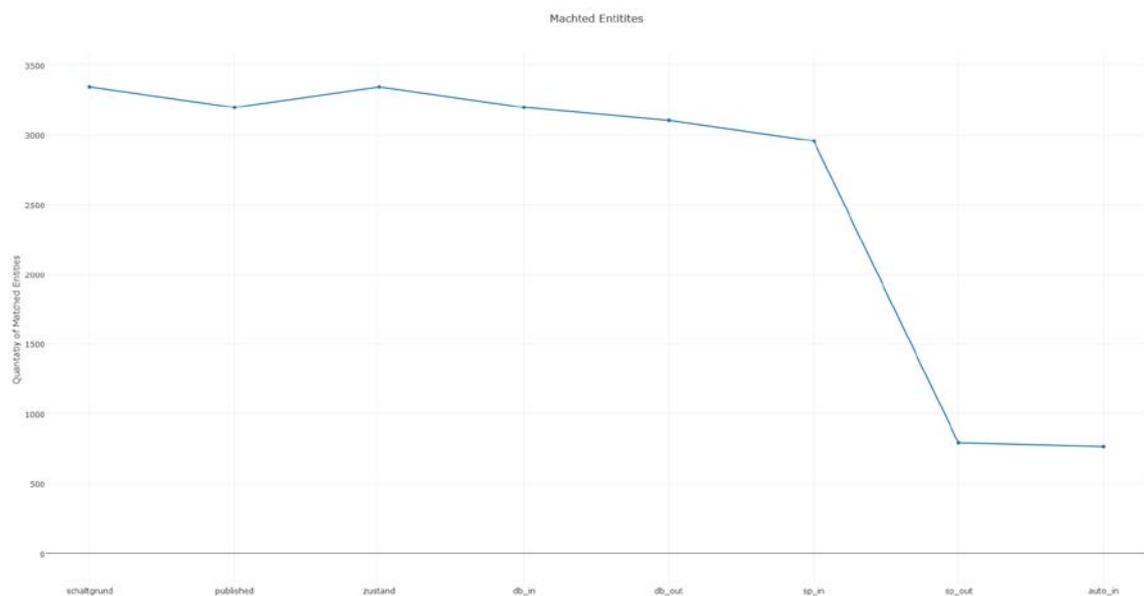


Abbildung 7: Anzahl versendeter Nachrichten Fischbach (P2P) ent-to-end – gesamter Tag

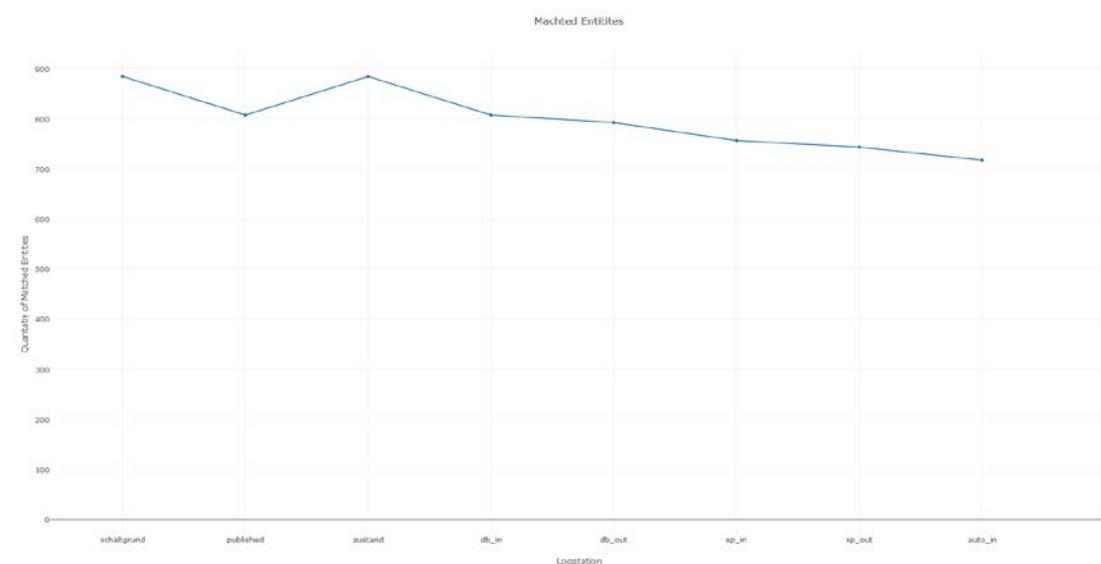


Abbildung 8: Anzahl versendeter Nachrichten Fischbach (P2P) ent-to-end 7:30 - 11:30Uhr

## Erläuterungen

### 1. Die Anzahl der Nachrichtenanzahl wechselt zwischen Schaltgrund und Zustand

Die Nachrichten für Schaltgrund und Zustand werden jeweils in der UZ gelogged. Die Nachrichten für published werden aus den DB-In-Daten extrahiert. Da diese in der Anzahl niedriger sind, ist auch die Anzahl der angezeigten Nachrichten niedriger.

### 2. Es werden weniger Nachrichten in „DB-In“ getracked als in Zustand

Der Abfall der Nachrichten resultiert daraus, dass einige Anzeigewünsche von der UZ als Schaltgrund gesendet werden, jedoch bereits auf der Anzeigetafel angezeigt werden (vgl. gelbe Zeilen in Abbildung 9: Beispiel für nicht publizierte (angezeigte) Schaltgründe). Diese redundanten Informationen werden nicht erneut auf der AQ angezeigt, sondern die bestehende Information bleibt. Auch in der DB wird kein neuer Eintrag angelegt.

schaltgrund	published	zustand	db_in
('35,208,49,98,32', [17, '05', '23', '08', '41', '55'], ('35,208,49,98,32', [17, 5, 23, 8, 41, 57]))	(35,208,49,98,32', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	(35,208,49,98,32', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	(35,208,49,98,32', [17, 5, 23, 8, 41, 58], [8, 41, 57])
('35,208,49,34,30', [17, '05', '23', '08', '41', '55'], None)	(35,208,49,34,30', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	(35,208,49,34,30', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	None
('35,208,49,97,32', [17, '05', '23', '08', '41', '55'], ('35,208,49,97,32', [17, 5, 23, 8, 41, 57]))	(35,208,49,97,32', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	(35,208,49,97,32', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	(35,208,49,97,32', [17, 5, 23, 8, 41, 58], [8, 41, 57])
('35,208,49,33,30', [17, '05', '23', '08', '41', '55'], None)	(35,208,49,33,30', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	(35,208,49,33,30', [17, '05', '23', '08', '41', '57'], None)	None

Abbildung 9: Beispiel für nicht publizierte (angezeigte) Schaltgründe

### 3. Es gibt einen weiteren Abfall nach DB-Out.

Ca. 10 Prozent der Nachrichten gehen von DB-In zu DB-Out verloren. Es ist auffällig, dass es sich lediglich um die Knoten 47,208, 49 und 51, 210, 49 handelt. Warum die Nachrichten innerhalb der Datenbank verloren gehen, kann anhand der Datenbasis nicht nachvollzogen werden.

### 4. Es werden weniger Nachrichten in SP-In, Sp-Out und Auto getracked

Das nicht Ankommen von Nachrichten beim Service Provider und im Fahrzeug kann verschiedene Gründe haben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Mobilfunkverbindung abreißt oder die Anwendung im Fahrzeug nicht verfügbar ist. Die Service Provider werden in realen Szenarien jedoch kaum von der Autobahndirektion beeinflussbar sein

## 5.1.2 P2P - Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Fischbach verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	> Sp-Out	> Auto	Summe
<b>Mittelw.</b>	2,51	0,00	1,34	1,58	0,45	0,43	0,63	<b>6,93</b>
<b>Varianz</b>	0,68	0,00	0,47	1,29	0,25	0,24	0,50	
<b>Min</b>	1	0	0	0	0	0	0	
<b>Max</b>	7	0	4	7	1	1	5	

Basis: 740 Nachrichten

Die Ergebnisse sind bereinigt. Einzelne Einträge, die sehr hohe Latenzen aufwiesen wurden gelöscht.

- 22 Dateien mit Latenz > 8s                      Schaltgrund -> Published
- 1 Dateien mit Latenz > 6s                      Published -> Zustand
- 24 Dateien mit Latenz > 41s                  Sp-In -> Sp-Out
- 17 Dateien mit Latenz > 50s                  Sp-Out -> Auto

## Einzelansicht Latenzen

Betrachtet man die Nachrichten einzeln, ergibt sich folgendes Diagramm für die Latenzzeiten von Schaltgrund bis Auto-In. Die Nachrichten zeigen eine leichte Anhäufung um die Latenzzeit von 5-8s.

Weitere Diagramme von und zu jeder Einzelstation liegen im Ordner P2P- Fischbach in der owncloud.

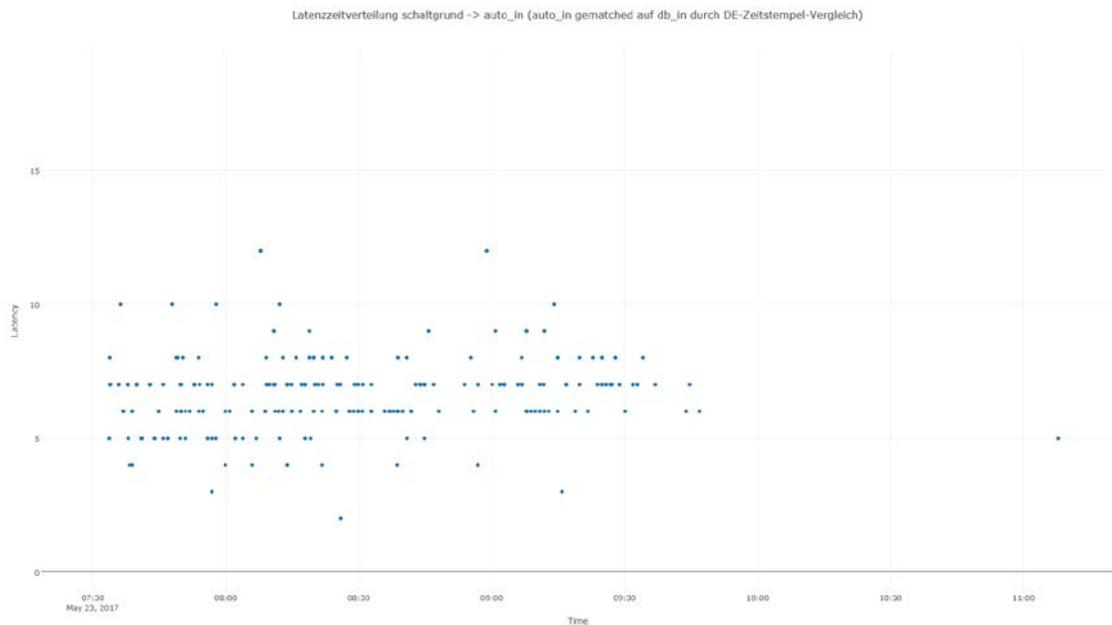


Abbildung 10: Latenzzeiten Fischbach (P2P) ent-to-end von 7:30 – 11:30Uhr

### 5.1.3 MDM

#### Tracking

- 1.335 Nachrichten werden in der Zeit von 6:00 – 9:48Uhr von der UZ versendet
- 1.046 Nachrichten werden in der Zeit von 6:00 – 9:48Uhr im Sp-In erhalten

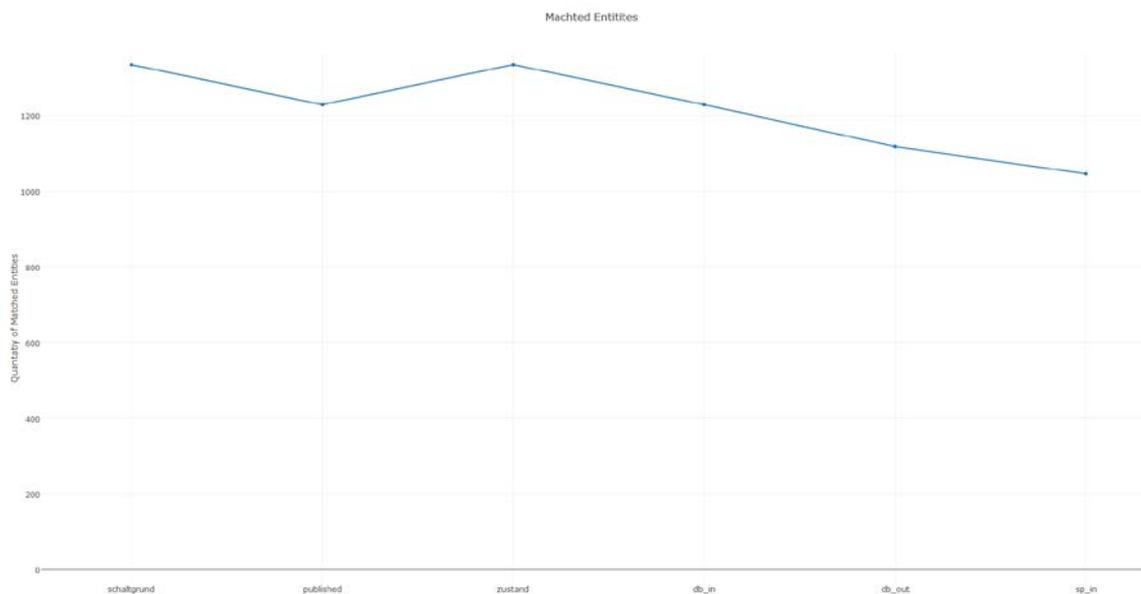


Abbildung 11: Anzahl versendeter Nachrichten von 6:00 - 9:48Uhr

#### Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Fischbach (MDM) verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	Summe
<b>Mittelw.</b>	2,51	0,00	1,47	35,61	2,91	<b>42,50</b>
<b>Varianz</b>	0,75	0,00	0,59	777,02	26,77	
<b>Min</b>	0	0	0	0	2	
<b>Max</b>	7	0	4	63	8	

Basis: 1.299 Nachrichten

Die Ergebnisse sind bereinigt. Einzelne Einträge, die negative Latenzen aufwiesen wurden gelöscht.

- 35 Dateien mit negativer Latenz                      Schaltgrund -> Published

## Erläuterungen

### 1. Die Latenzzeiten über den ganzen Trace sind wesentlich höher als bei der P2P-Übertragung

Der Grund dafür liegt in der Übertragung von DB-In nach DB-Out. Hier werden Latenzen zwischen 0 und 63 Sekunden gemessen (s. Tabelle). Während sie teilweise bei 1-3 Sekunden liegen, bewegen sie sich häufig zwischen 48 und 63 Sekunden

Da die Daten zum MDM nur zyklisch übertragen werden liegen die Ergebnisse weitaus höher (20-50s). In der aktuellen Standardbenutzeroberfläche des MDM ist der kleinste Aktualisierungszyklus für Verkehrsdaten 1 Minute. Diese Einstellung führt dazu, dass die Daten bis zum Abruf in der Datenbank gehalten werden

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> <b>DB-Out</b>	> Sp-In
('19,208,49,35,28', [7, 25, 57]) <sup>2</sup>	3	0	3	<b>60</b>	2
('19,208,49,98,32', [7, 25, 57])	3	0	3	<b>60</b>	2
('19,208,49,34,28', [7, 25, 57])	3	0	3	<b>60</b>	2
('19,208,49,97,32', [7, 25, 57])	3	0	3	<b>60</b>	2
('19,208,49,33,28', [7, 25, 57])	3	0	2	<b>61</b>	2
('19,208,49,98,52', [7, 28, 56])	2	0	2	<b>2</b>	3
('19,208,49,97,52', [7, 28, 56])	2	0	1	<b>3</b>	3
('19,208,49,98,32', [7, 32, 57])	2	0	1	<b>62</b>	2
('19,208,49,97,32', [7, 32, 57])	2	0	1	<b>62</b>	2
('19,208,49,35,30', [7, 38, 58])	3	0	1	<b>61</b>	3

### Einzelansicht Latenzen

Betrachtet man die Nachrichten einzeln, ergibt sich folgendes Diagramm für die Latenzzeiten von Schaltgrund bis Sp-In. Es sind zwei Latenzzeiträume festzustellen, um bei denen besonders viele Nachrichten im SP-In eintreffen: Einmal häufen sich die Nachrichten um 9s und bei ca 68s.

Weitere Diagramme von und zu jeder Einzelstation liegen im Ordner MDM - Fischbach in der owncloud.

<sup>2</sup> Der Schlüssel besteht aus: 3 Byte AQ-Bezeichner, 1 Byte Channel, 1 Byte WVZ Code, 3 Byte Publishzeit

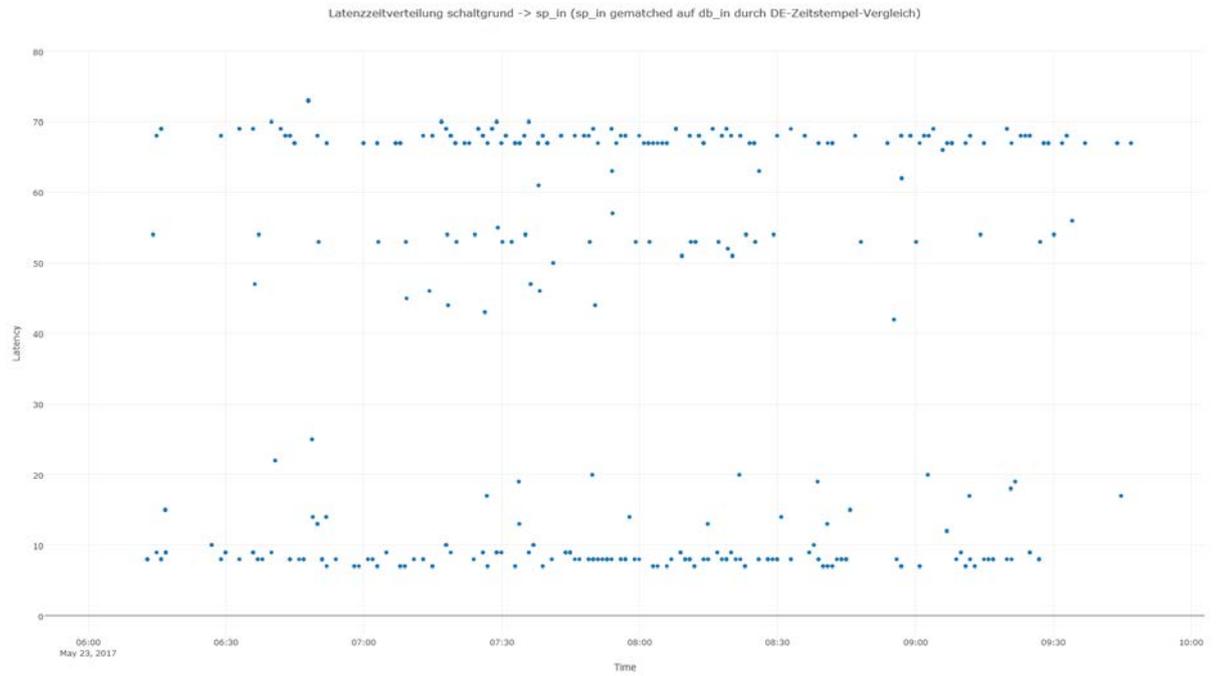


Abbildung 12: Latenzzeiten Fischbach (MDM) end-to-end von 6:30 – 9:48Uhr

## 5.2 Freimann Süd

### 5.2.1 P2P

#### Tracking

- 18.876 Nachrichten sind über den ganzen Tag von der UZ verschickt
- 6.846 Nachrichten sind in der Zeit von 7:30 – 11:30Uhr von der UZ verschickt
- 4.436 Nachrichten sind in der Zeit von 7:30 – 11:30Uhr im Auto angekommen

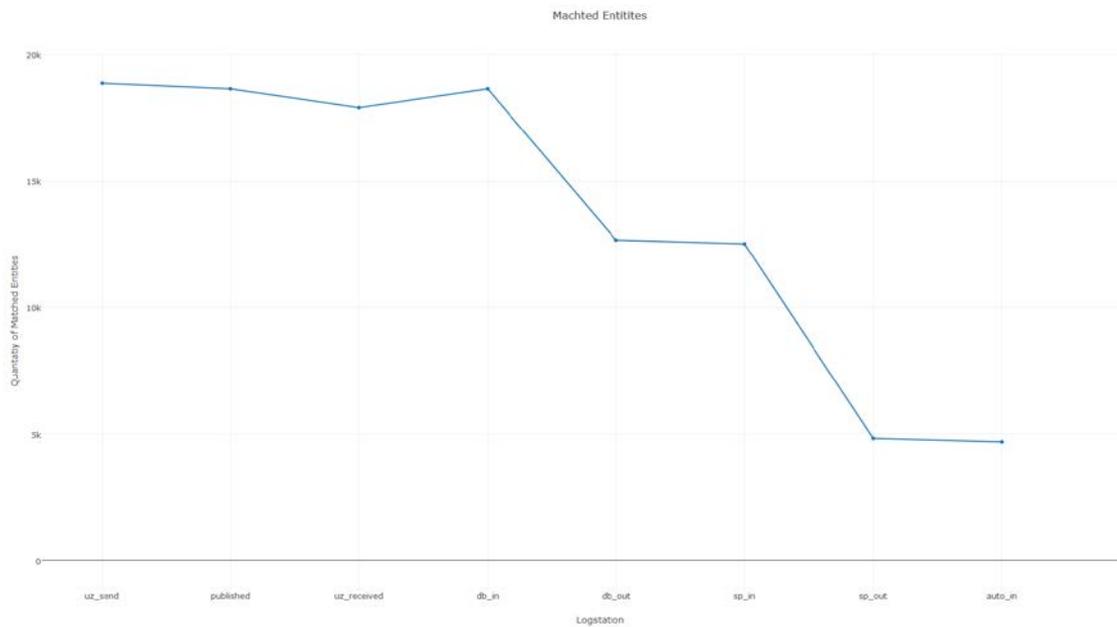


Abbildung 13: Anzahl versendeter Nachrichten Freimann-Süd (P2P) ent-to-end – gesamter Tag

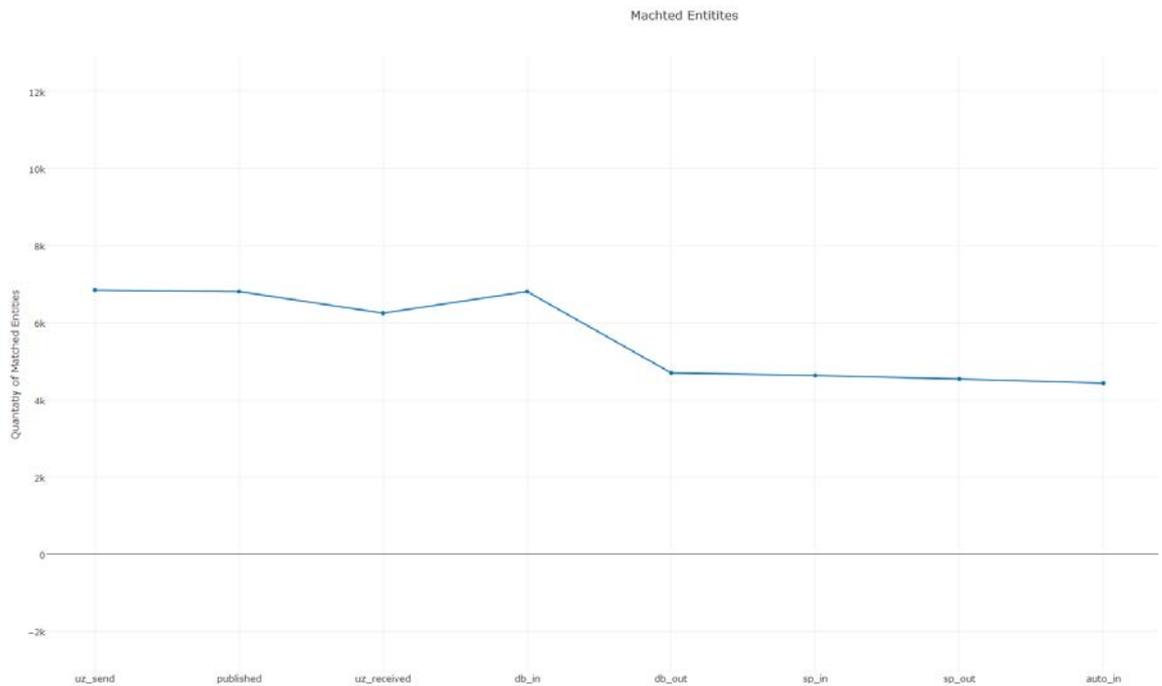


Abbildung 14: Anzahl versendeter Nachrichten Freimann-Süd (P2P) – end-to-end von 7:30 – 11:30Uhr

## Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Freimann Süd verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	> Sp-Out	> Auto	Summe
<b>Mittelw.</b>	3,52	3,47	1,24	1,46	0,32	0,33	0,78	<b>11,11</b>
<b>Varianz</b>	2,24	0,94	0,73	0,70	0,22	0,22	0,35	
<b>Min</b>	0	1	0	0	0	0	0	
<b>Max</b>	11	7	6	8	1	1	5	

Basis: 6.765 Nachrichten

Die Ergebnisse sind bereinigt. Einzelne Einträge, die sehr hohe Latenzen aufwiesen wurden gelöscht.

- DB-In -> DB-Out: 26 Dateien mit Latenz >30s
- DB-Out -> SP-In: 16 Dateien mit Latenz >147s
- Sp-In -> Sp-Out : 24 Dateien mit Latenz >19s
- Sp-Out -> Auto: 84 Dateien mit Latenz > 6s & <-1s

## Einzelansicht Latenzen

Betrachtet man die Nachrichten einzeln, ergibt sich folgendes Diagramm für die Latenzzeiten von Schaltgrund bis Auto-In. Es ist eine weite Streuung sichtbar und weniger eine bestimmte Latenzzeit, um die sich viele Nachrichten ansammeln.

Weitere Diagramme von und zu jeder Einzelstation liegen im Ordner P2P- Freimann-Süd in der owncloud.

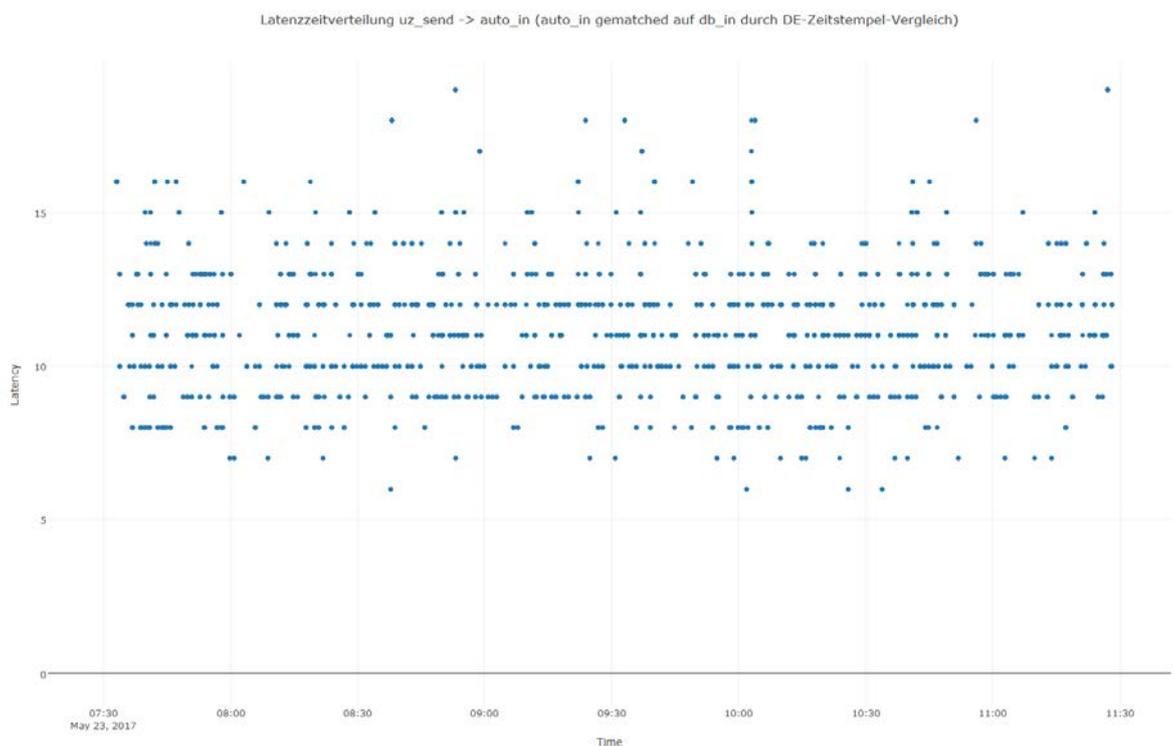


Abbildung 15: Latenzzeiten Freimann-Süd (P2P) ent-to-end von 7:30 – 11:30Uhr

## 5.2.2 MDM

### Tracking

- 5.856 Nachrichten werden in der Zeit von 6:00 – 9:48Uhr von der UZ versendet
- 3.538 Nachrichten werden in der Zeit von 6:00 – 9:48Uhr im Auto erhalten

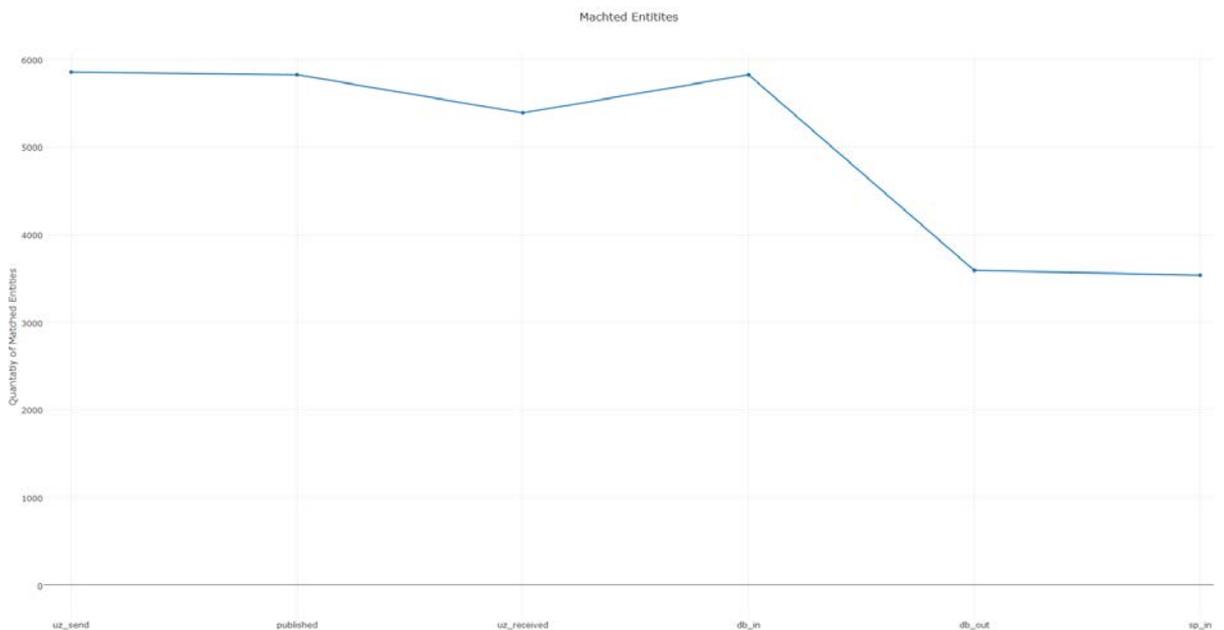


Abbildung 16: Anzahl versendeter Nachrichten Freimann-Süd (MDM) – end-to-end von 6:00 – 9:48Uhr

### Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Freimann Süde (MDM) verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	Summe
<b>Mittelw.</b>	3,55	3,46	1,07	20,93	2,37	<b>31,37</b>
<b>Varianz</b>	2,13	0,81	0,78	579,62	0,45	
<b>Min</b>	0	10	0	1	2	
<b>Max</b>	10	7	6	65	8	

Basis: 5.841 Nachrichten

Die Ergebnisse sind bereinigt. Einzelne Einträge, die sehr hohe Latenzen aufwiesen wurden gelöscht.

- 15 Dateien mit Latenz > 50s      Sp-Out -> Auto:

## Einzelansicht Latenzen

Betrachtet man die Nachrichten einzeln, ergibt sich folgendes Diagramm für die Latenzzeiten von Schaltgrund bis Sp-In. Dabei sind 3 Latenzzeiträume festzustellen. Einmal häufen sich die Nachrichten bei 12s, einmal bei 50-60s und einmal bei ca 72s.

Weitere Diagramme von und zu jeder Einzelstation liegen im Ordner MDM – Freimann-Süd in der owncloud.

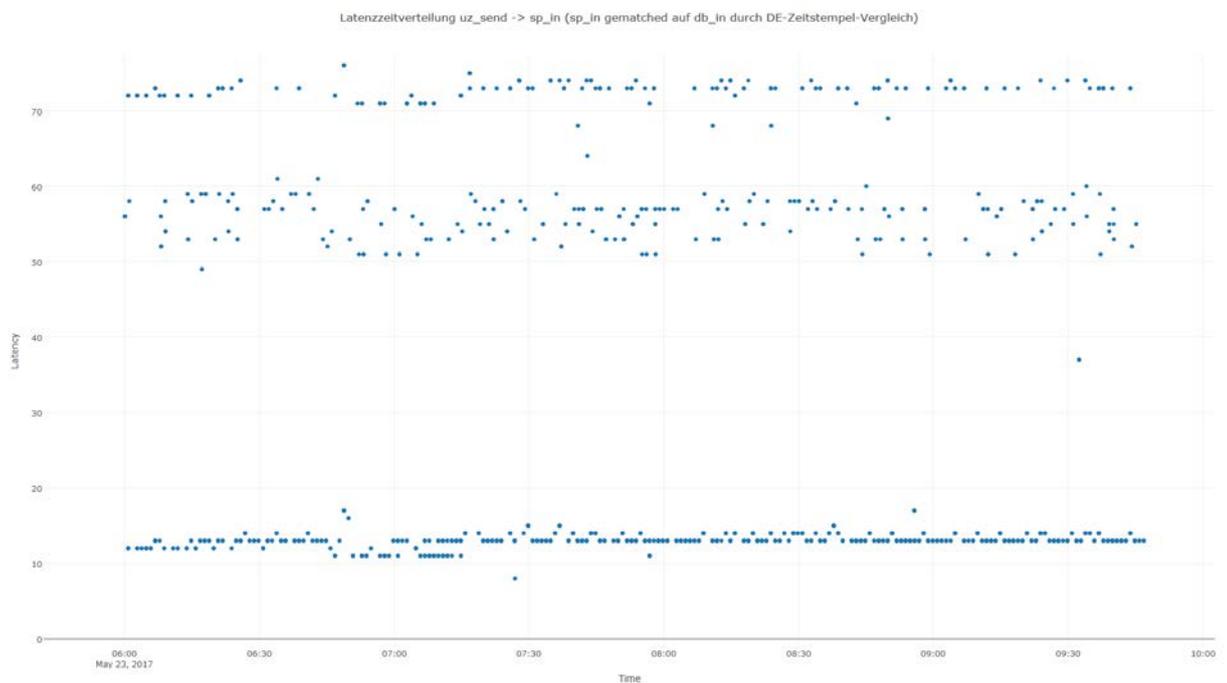


Abbildung 17: Latenzzeiten Freimann-Süd (MDM) ent-to-end von 6:30 – 9:48Uhr

### 5.3 Freimann Nord

#### 5.3.1 P2P

#### Tracking

- 37.253 Nachrichten sind über den ganzen Tag von der UZ verschickt
- 9.611 Nachrichten sind in der Zeit von 7:30 – 11:30Uhr von der UZ versendet
- 7.444 Nachrichten werden in der Zeit von 7:30 – 11:30Uhr im Auto erhalten

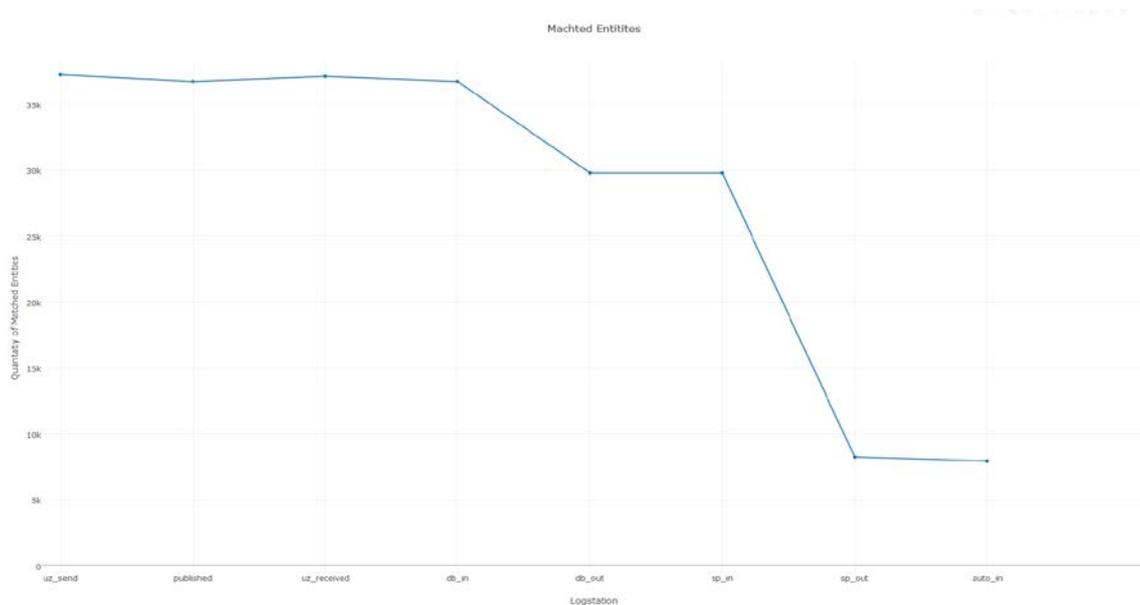


Abbildung 18: Anzahl versendeter Nachrichten Freimann-Nord (P2P) – end-to-end

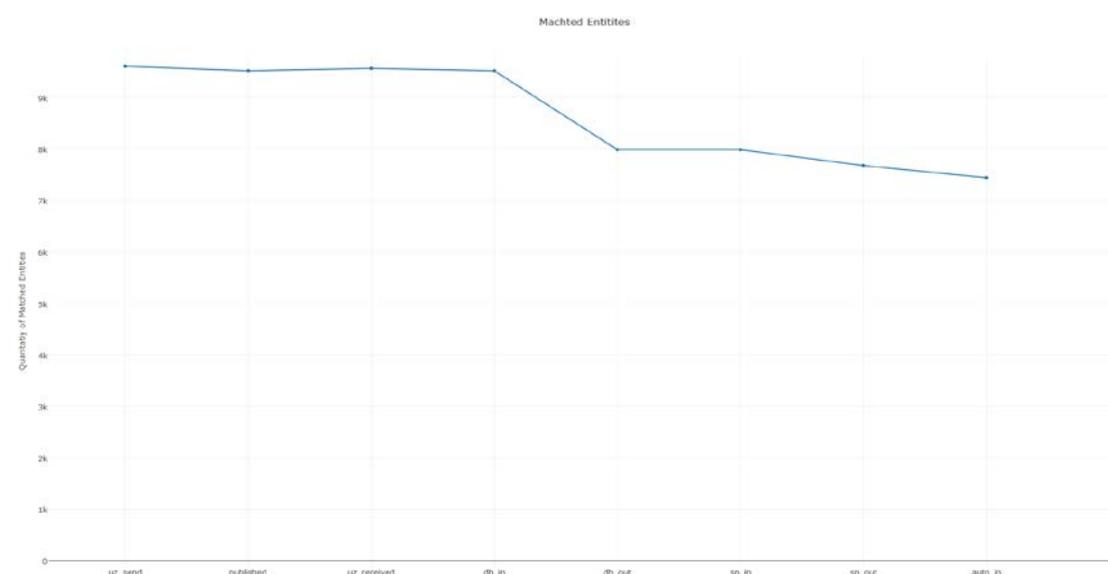


Abbildung 19: Anzahl versendeter Nachrichten Freimann-Nord (P2P) – 7:48 - 11:30Uhr

## Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Freimann-Nord verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	> Sp-Out	> Auto	Summe
<b>Mittelw.</b>	0,02	0,79	3,57	1,47	0,35	0,82	0,95	<b>7,96</b>
<b>Varianz</b>	0,38	0,18	2,02	0,78	0,34	0,42	0,40	

Die Ergebnisse sind bereinigt. Einzelne Einträge, die sehr hohe Latenzen aufwiesen wurden gelöscht.

- 44 Dateien mit Latenz > 38s DB-In -> DB-Out
- 113 Dateien mit Latenz > 58s Sp-In -> Sp-Out
- 131 Dateien mit Latenz > 6s & <-1s Sp-Out -> Auto

Betrachtet man die Nachrichten einzeln, ergibt sich folgendes Diagramm für die Latenzzeiten von Schaltgrund bis Auto-In. Jeder Punkt stellt dabei genau eine versendete Nachricht dar. Weitere Diagramme von und zu jeder Einzelstation liegen im Ordner P2P- Freimann-Nord in der owncloud.

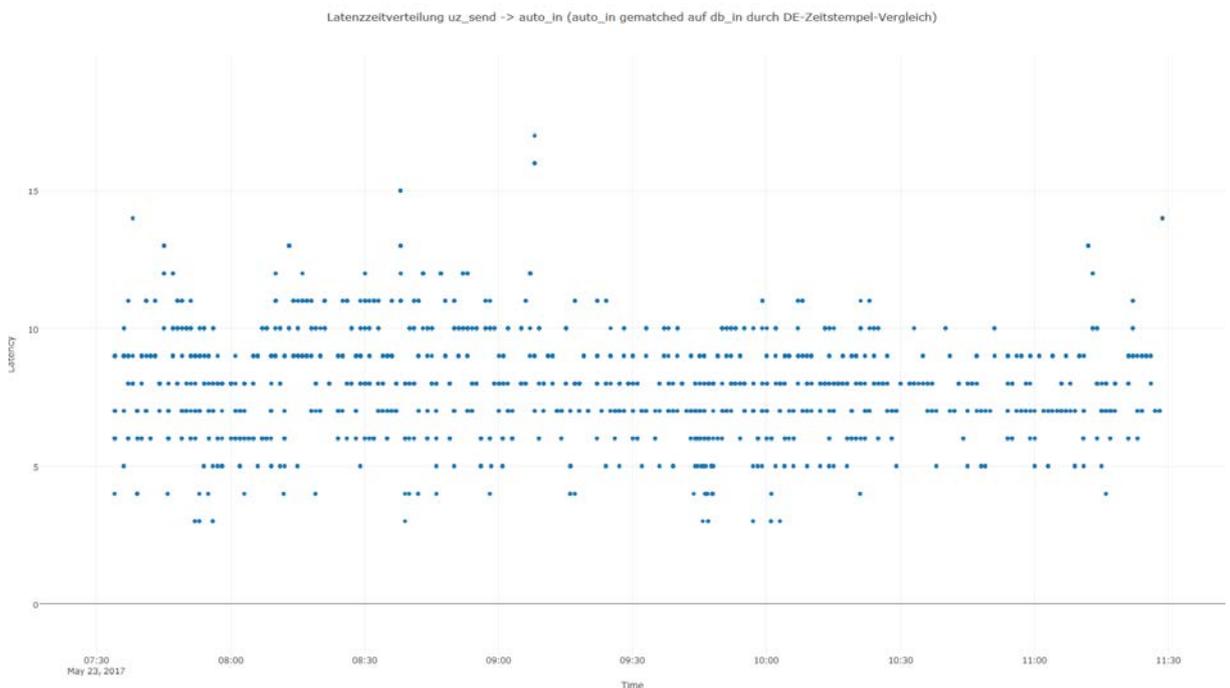


Abbildung 20: Latenzzeiten Freimann-Nord (P2P) ent-to-end von 7:30 – 11:30Uhr

### 5.3.2 MDM

#### Tracking

- 10.336 Nachrichten werden in der Zeit von 6:00 – 9:48Uhr von der UZ versendet
- 7.976 Nachrichten werden in der Zeit von 6:00 – 9:48Uhr in Sp-In erhalten

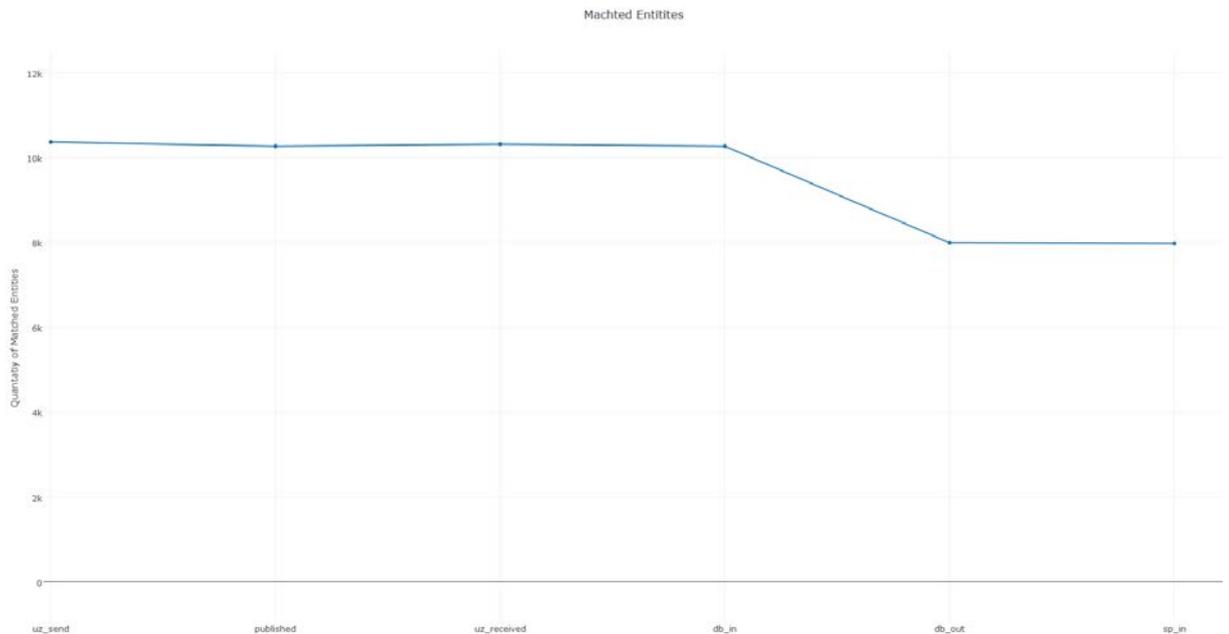


Abbildung 21: Anzahl versendeter Nachrichten Freimann-Nord (MDM) – end-to-end von 6:00 – 9:48Uhr

#### Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Freimann-Nord verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	Summe
<b>Mittelw.</b>	-0,01	0,76	3,78	50,33	2,40	<b>57,26</b>
<b>Varianz</b>	0,32	0,18	2,20	16,80	0,50	
<b>Min</b>	-1	0	-1	3	2	
<b>Max</b>	6	2	10	62	8	

Die Ergebnisse sind bereinigt. Einzelne Einträge, die sehr hohe Latenzen aufwiesen wurden gelöscht.

- 7 Dateien mit Latenz > 50s                      Sp-Out -> Auto

## Einzelansicht Latenzen

Betrachtet man die Nachrichten einzeln, ergibt sich folgendes Diagramm für die Latenzzeiten von Schaltgrund bis Sp-In. Es fällt auf, dass alle Zeiten oberhalb von 50 Sekunden Latenz liegen. Ausschlaggebend hierfür ist wieder die hohe Latenz zwischen DB-In und DB-Out.

Beim Bearbeiten der Daten fällt auf, dass 10% der Daten von Schaltgrund nach Publish eine Zeit von „-1s“ aufweisen. Es sollte noch einmal überprüft werden ob die Uhren aller Stationen synchron laufen.

Weitere Diagramme von und zu jeder Einzelstation liegen im Ordner MDM – Freimann-Süd in der owncloud.

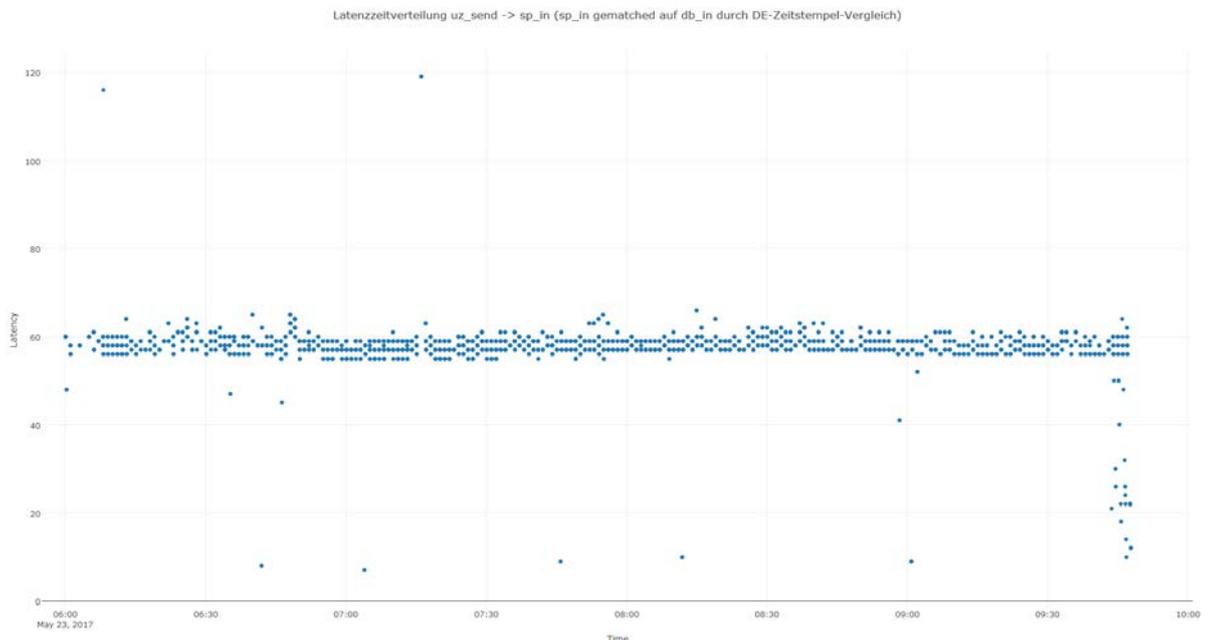


Abbildung 22: Übersicht Latenzzeiten (end-to-end) UZ-Freimann-Nord über MDM

## 5.4 Freising (WWW)

### 5.4.1 P2P

#### Tracking

- 32 Nachrichten sind in der Zeit von 10:00 – 10:30Uhr von der UZ versendet
- 28 Nachrichten werden in der Zeit von 10:00 – 10:30Uhr in Sp-In erhalten

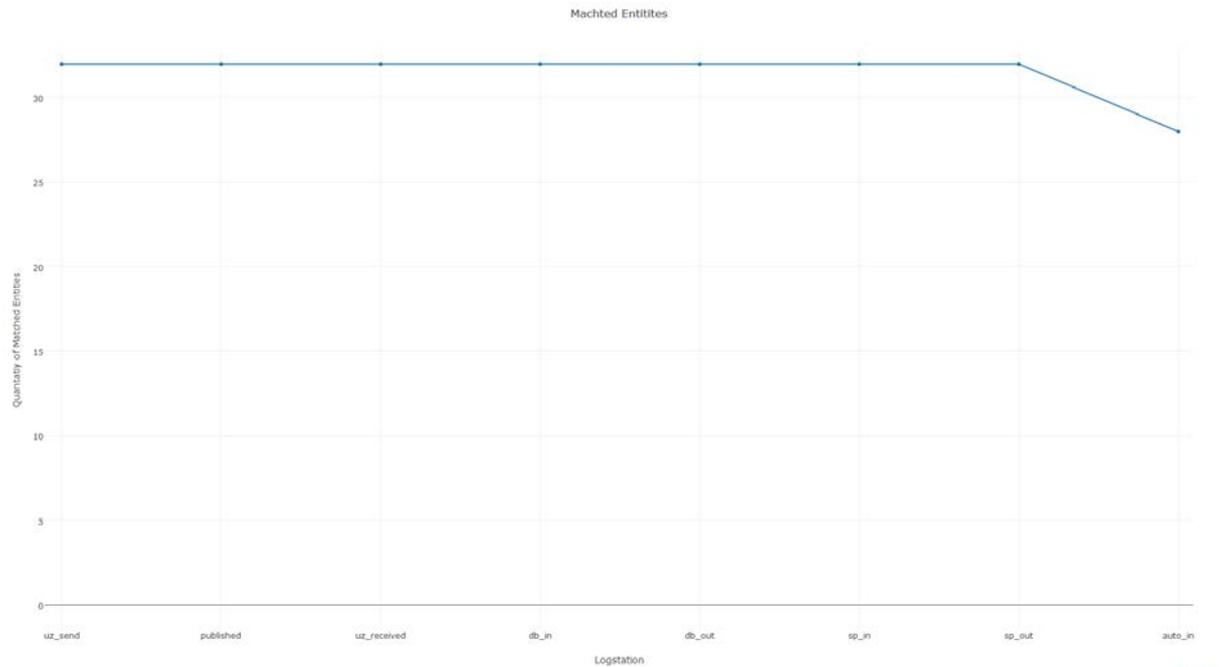


Abbildung 23: Anzahl versendeter Nachrichten Freising (P2P) – end-to-end

#### Latenzzeiten

Die Latenzzeiten für Freising verteilen sich wie folgt:

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	> Sp-Out	> Auto	Summe
<b>Mittelw.</b>	9,84	1,78	1,34	2,88	0,22	0,00	0,57	<b>16,63</b>
<b>Varianz</b>	3,62	0,37	0,49	1,27	0,18	0,00	0,25	
<b>Min</b>	5	1	0	1	0	0	0	
<b>Max</b>	12	3	2	5	1	0	1	

Basis: 32

### Einzelansicht Latenzen

Die Nachrichten von Schaltgrund bis Auto-In zeigen eine Latenz zwischen 13 und 20 Sekunden. Es ist keine Anhäufung in einem Bereich zu erkennen. Die Datenbasis ist dafür zu gering.

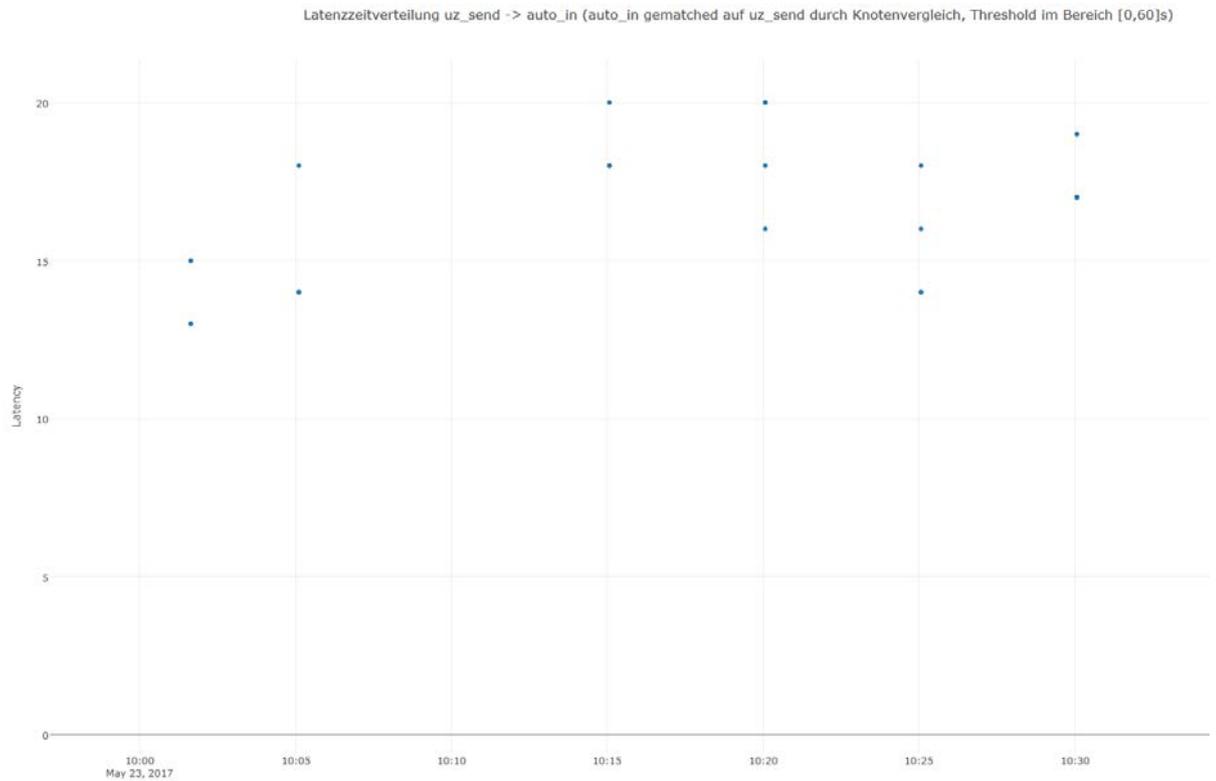


Abbildung 24: : Übersicht Latenzzeiten (end-to-end) UZ-Freising (P2P)

## 5.4.2 MDM

### Tracking

- 32 Nachrichten sind in der Zeit von 10:00 – 10:30Uhr von der UZ versendet
- 32 Nachrichten werden in der Zeit von 10:00 – 10:30Uhr in Sp-In erhalten

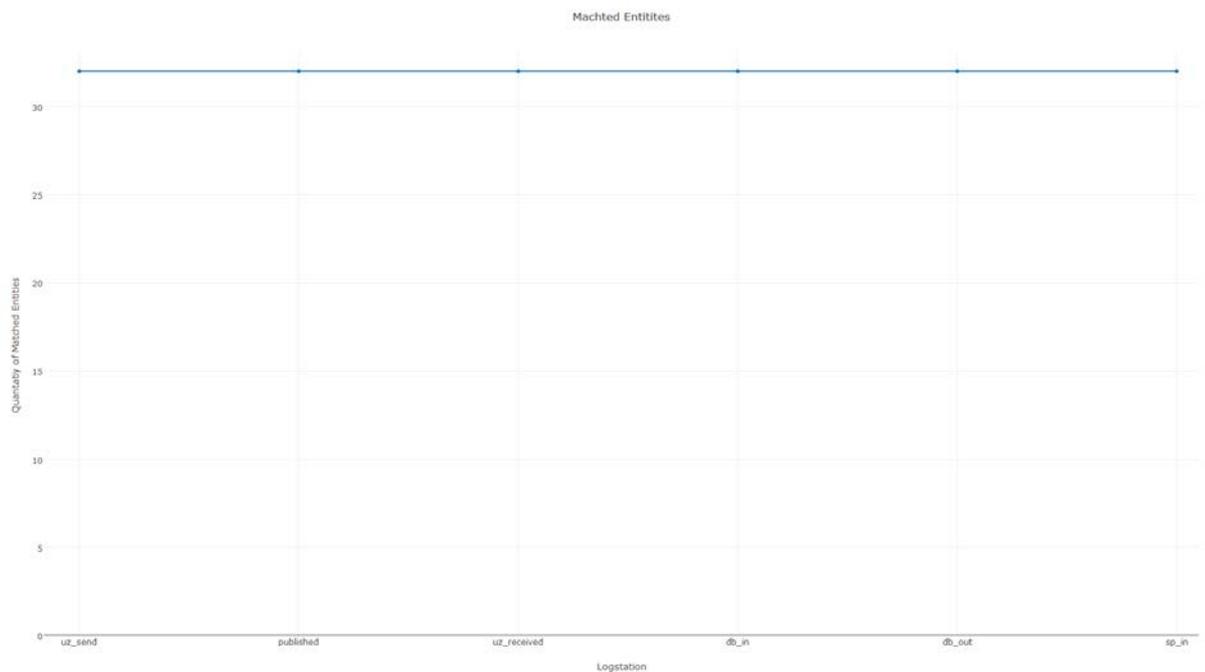


Abbildung 25: Anzahl versendeter Nachrichten Freising (MDM) – end-to-end

	> Publish	>Zustand	> DB-In	> DB-Out	> Sp-In	Summe
<b>Mittelw.</b>	9,84	1,78	1,34	38,28	0,88	<b>52,13</b>
<b>Varianz</b>	3,62	0,37	0,49	109,43	0,11	
<b>Min</b>	5	1	0	10	0	
<b>Max</b>	12	3	2	44	1	

Basis: 86

### Einzelansicht Latenzen

Alle Nachrichten haben mehr als 50 Sekunden Latenz. Da Die Abfrage vom MDM nur einmal in der Minute erfolgt haben alle Nachrichten zu einer Zeit die gleiche Gesamtlatenz (s. Grafik).

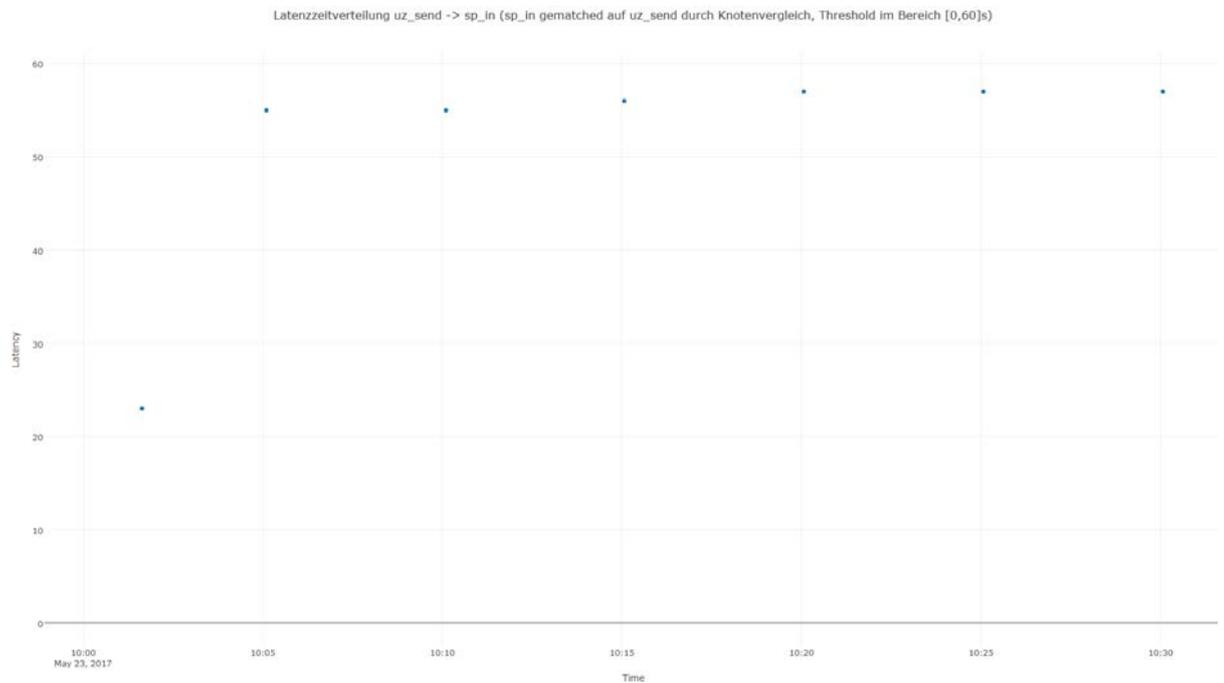


Abbildung 26: : Übersicht Latenzzeiten (end-to-end) UZ-Freising über MDM