

## Beitrag O: Raoul Schabinger, Tobias Derucki

### INAA – Fluglärm-Monitoring am Flughafen Frankfurt

Raoul Schabinger<sup>1</sup>, Tobias Derucki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Innovapps GmbH, info@innovapps.de*

#### **Abstract**

INAA – flight and noise monitoring at Frankfurt Airport - visualizes flights and measures of noise made around Frankfurt airport. It calculates emissions of single flights and displays height profiles of arriving and departing planes. So-called “flight doors” describe no-flight-zones for noise abatement. They show in a three-dimensional way how planes are within horizontal and lateral limits.

Flight data is delivered by Deutsche Flugsicherung (DFS), noise data by Gemeinnütziges Umwelthaus, Fraport and cities in the Rhein-Main-Area.

The application can publicly be accessed via <http://inaa.umwelthaus.org>, (last accessed 19/05/2017).

#### **Zusammenfassung**

INAA visualisiert Flüge und Lärmstation-Messungen rund um den Flughafen Frankfurt. Es berechnet Emissionen der einzelnen Flüge und stellt An- und Abflüge in Höhenprofilen dar. In sog. „Flugtoeren“, die die Lärmschutzkorridore markieren, kann dreidimensional dargestellt werden, ob ein Flugzeug innerhalb der erlaubten vertikalen und lateralen Grenzen bewegt.

Flugdaten werden von der Deutschen Flugsicherung, Lärmdaten vom Gemeinnützigem Umwelthaus, Fraport und den Kommunen im Rhein-Main-Gebiet geliefert.

Die Applikation kann öffentlich unter <http://inaa.umwelthaus.org>, (aufgerufen am 19.05.2017) aufgerufen werden.

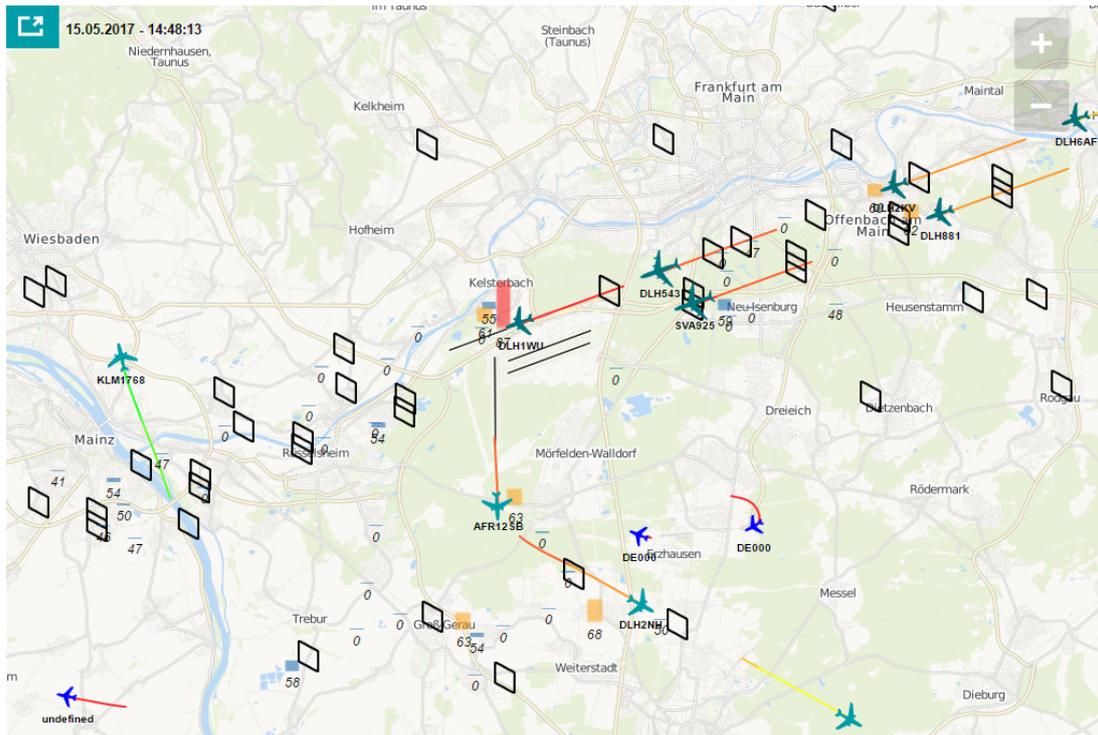


Abbildung 1: Screenshot INAA

## 1 Einsatzbereiche von INAA

- Allgemein: Monitoring von Flugbewegungen und Lärmaufkommen
- Hilfe bei Fragen:
  - Werden Flugrouten von Airlines eingehalten?
  - Erkennen Lärmmessstationen Überflüge korrekt?
  - Werden Höhenvorgaben bei Start und Landung eingehalten?
- Umfangreiche Auswertungen liefern Grundlagen für eigene Gutachten
- Jahresvergleiche nach Lärm, Flugrouten und -höhen
- Trägt zur Erfüllung der Mediationsaufgabe durch Information der Bürger bei
- Liefert Antworten im Beschwerdemanagement

## 2 Zusammenspiel der Komponenten

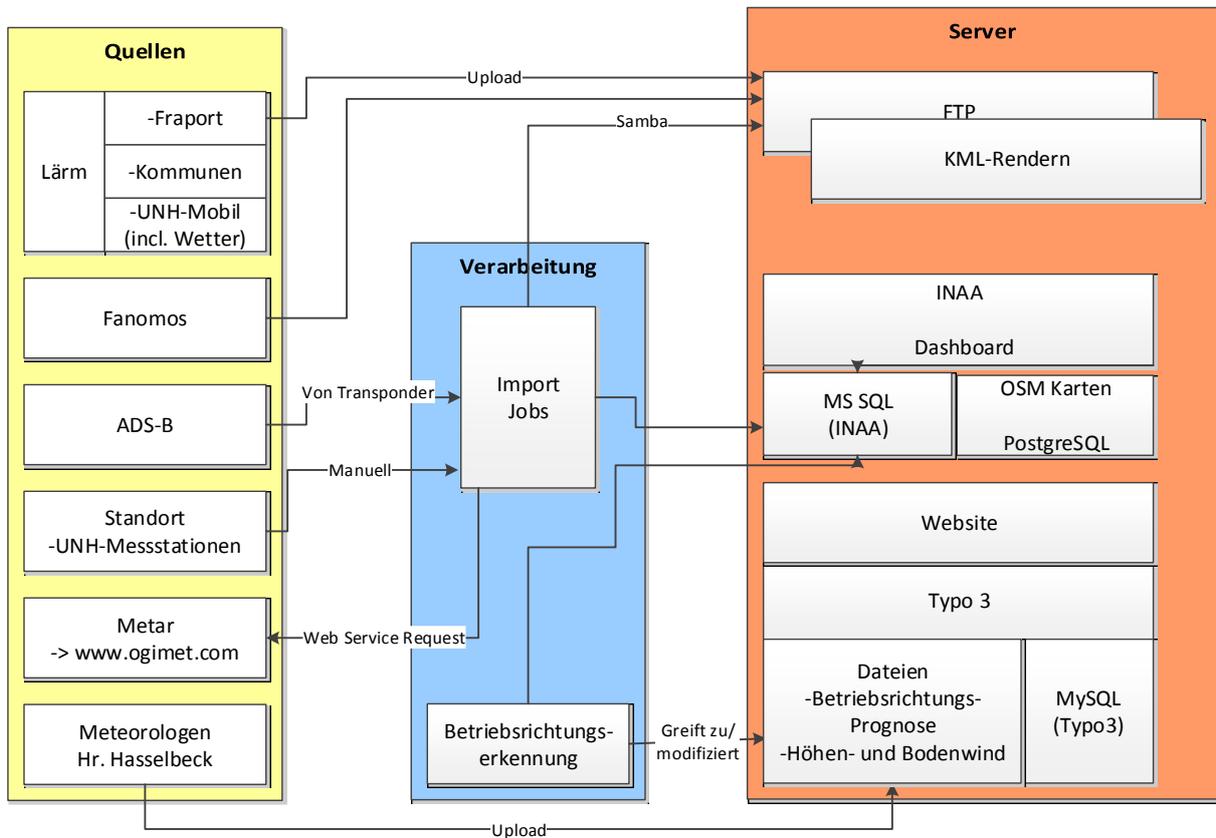


Abbildung 2: Datenquellen & -organisation

### 2.1 Quellen

INAA wird von vielen verschiedenen Quellen gespeist. Die wesentlichen sind die FANOMOS Flugdaten (Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System), die von der Deutschen Flugsicherung geliefert werden [FANOMOS 2017]. Alternativ empfängt INAA auch ADS-B-Daten über das Umwelthaus direkt. Lärmessstationen vom Umwelthaus, Fraport und Kommunen liefern Dateien in unterschiedlichsten Formaten von binär bis textbasiert [AIR Avionics 2017].

### 2.2 Überwachung

Die Datenlieferungen werden fortlaufend überwacht. Sollte ein Datenfeed unterbrochen sein, so wird eine Meldung in INAA eingestellt, die darauf hinweist. Kontinuierliche Datenlieferungen haben große Priorität.

### 3 Flugtore

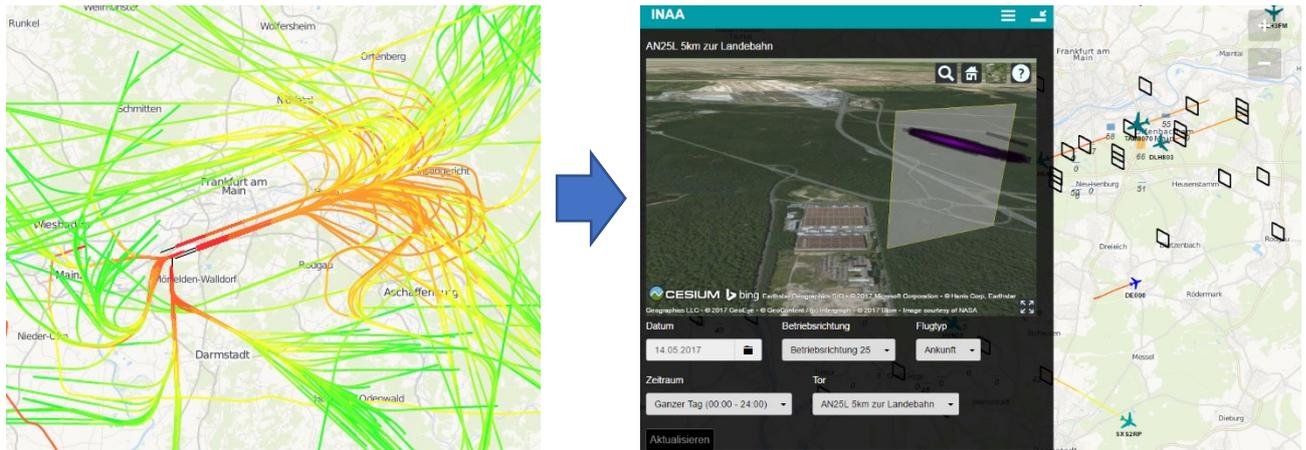


Abbildung 3: Flugtore in 3D Darstellung

Flugtore werden vom Gemeinnützigen Umwelthaus in der Applikation angelegt. Sie beschreiben Korridore, innerhalb derer Durchflüge statistisch ausgewertet werden. Sie werden dreidimensional dargestellt und mit dem Open Source Framework Cesium visualisiert, das auf Javascript basiert.

### 4 Höhenprofile

Höhenprofile werden für startende und landende Flugzeuge gezeigt. Lande-Flugphasen werden über einen Algorithmus und linearer Algebra automatisch erkannt und in XLS-Export statistisch erfasst: Gegenanflug (blau), Eindrehen (Grün) & Endanflug (Rot). Starts werden nicht unterteilt.

Ein Grafik-Export sorgt für eindrucksvolle DIN A3 Farbausdrucke.

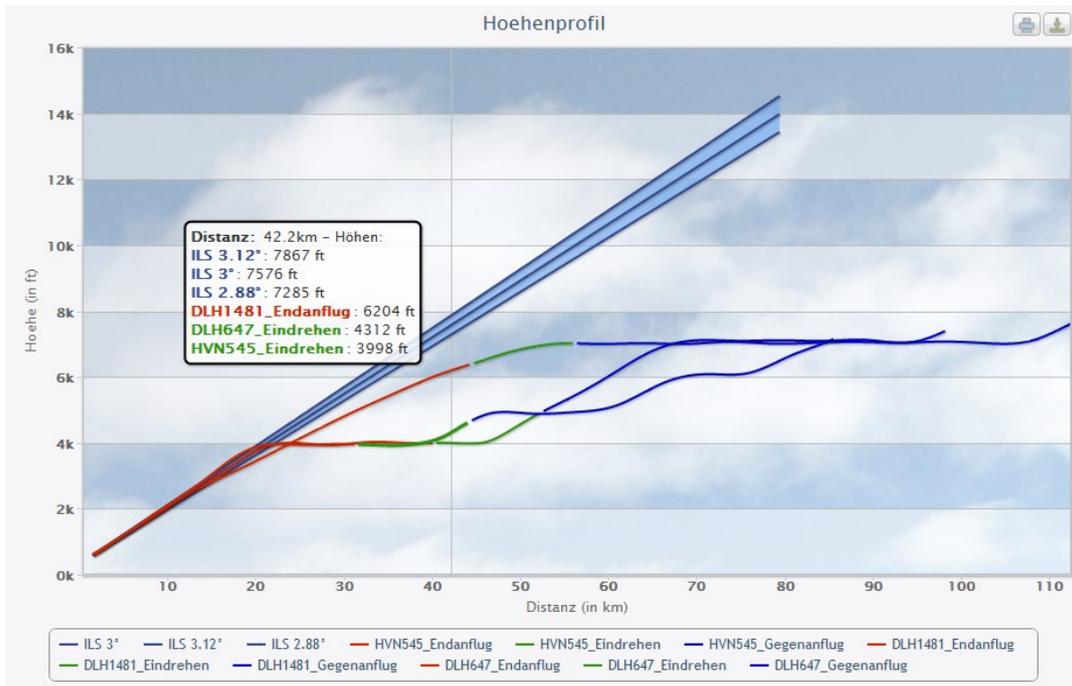
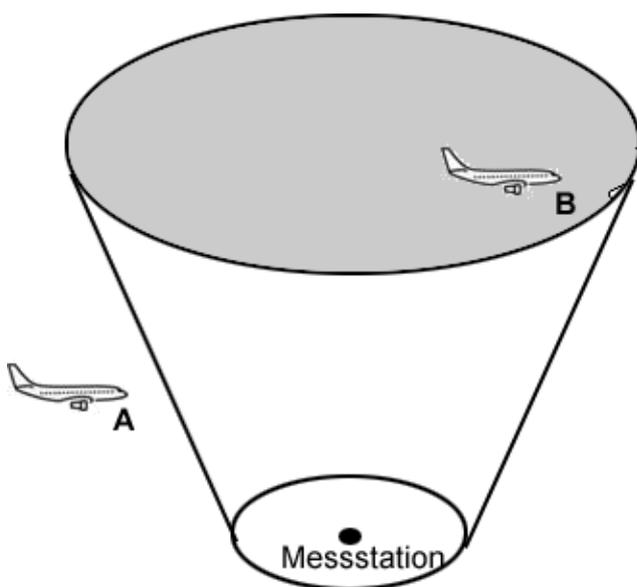


Abbildung 4: Höhenprofile von landenden Flugzeugen

## 5 Einfache Pegelkorrelation

Es ist nicht grundsätzlich bei jedem Pegelausschlag von Fluglärm auszugehen. Die Klasse1-Lärmmessstationen sind bereits mit einer automatische Erkennung von Fluglärm anhand physikalischer Modelle ausgestattet. Jedoch kann ein Donnerrollen bei Gewitter durchaus zu einer Fehlerkennung führen.



Mit der Korrelation des Pegels und den Flugzeugpositionen im Gebiet der Lärmmessstation kann über die Entfernung von Flugzeug und Station und der Ausbreitung des Schalls mit ca. 343 m/sec genau gekoppelt werden, ob der Pegelausschlag durch ein Flugzeug ausgelöst werden konnte.

Abbildung 5: Einfache Pegelkorrelation, schematisch

Existiert ein korrelierendes Flugzeug zum Pegelausschlag, so wird dies in der Grafik der Schalldruckpegel dargestellt.

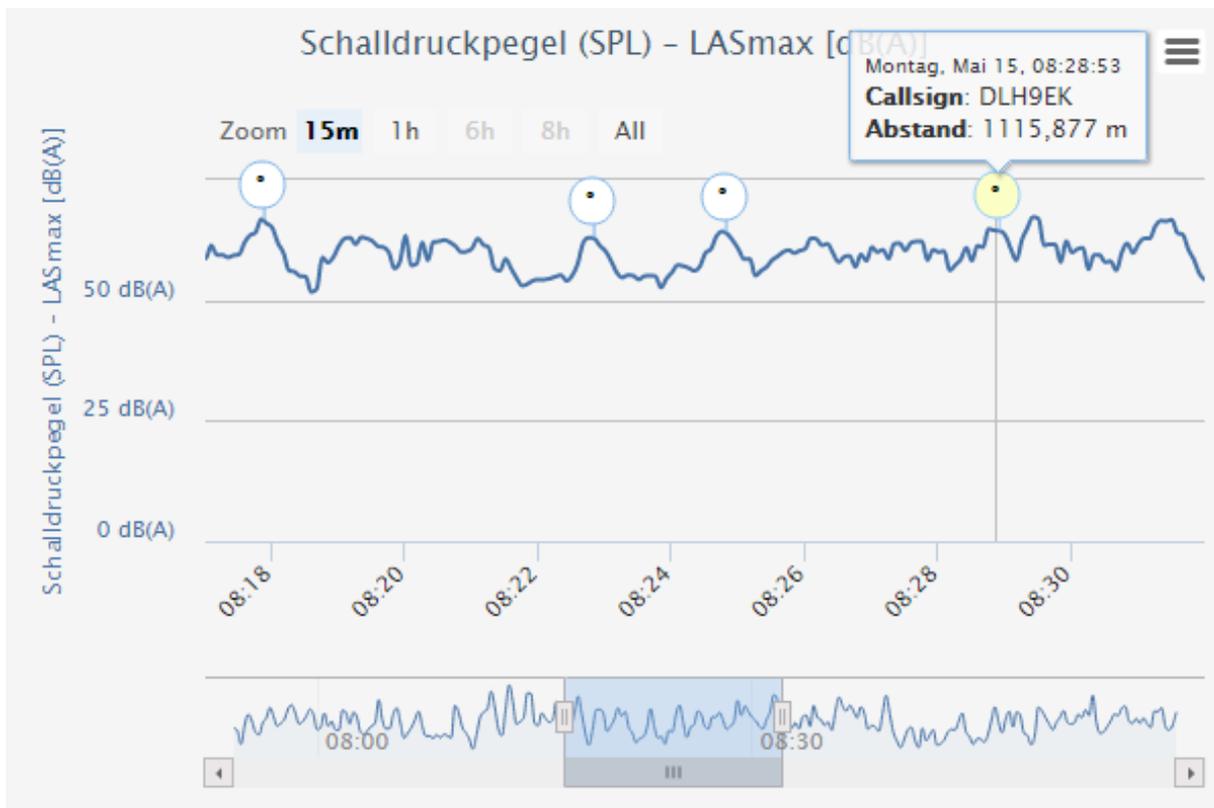


Abbildung 6: Schalldruckpegel mit identifizierten Flugzeugen

### 5.1 Daten kombinieren bringt Vorteile

Die Fluginformationen basieren auf Flugspuren der DFS (Fanomos). Lärmdaten der Messstationen dagegen werden von Fraport, Kommunen und mobilen Messstationen gespeist und in der Datenbank von INAA zusammengeführt. Das Datenmodell ist dazu extra für sehr große Datenmengen optimiert. Durch den zusätzlichen Import von historischen Daten ist die Anfertigung von Langzeitstudien möglich.

## 6 Weitere Flugzeug-Positionsdaten per ADS-B

Um den Empfang von ADS-B Daten, über die Flugzeuge ihre Positionen kontinuierlich per Funk übermitteln, zu optimieren, wurde eine redundante Lösung auf Basis von Raspberry Pis geschaffen. Diese günstigen Kleinstrechner wurden mit Hardware für den Empfang ausgestattet und das System auf den Empfang optimiert.

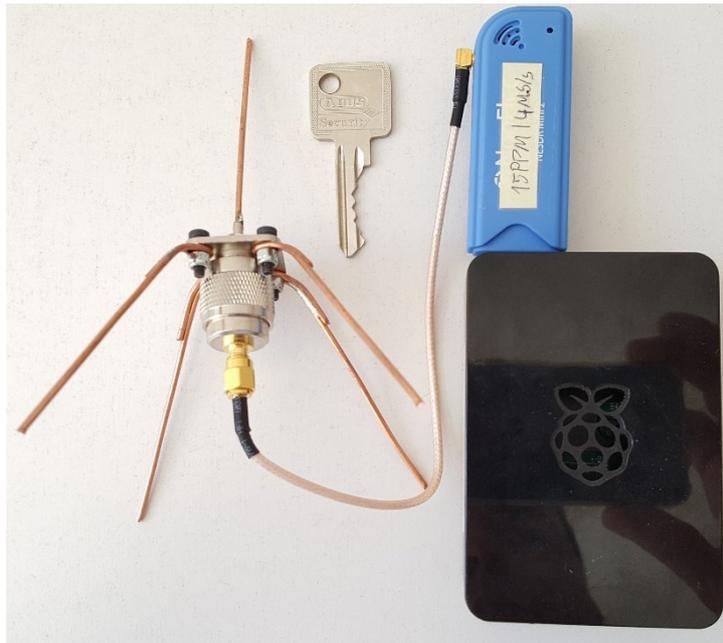


Abbildung 7: Foto der ADS-B Empfänger auf Basis von Raspberry Pis

Der Empfang geschieht an verschiedenen bereits vorhandenen und per Mobilfunk an das Rechenzentrum angebundene Lärmmessstationen um den Flughafen herum. Die verteilten Stationen und redundante Aufstellung beugen Ausfällen vor und optimieren den Empfang. Die per Funk empfangenen ADS-B-Daten werden an das Rechenzentrum gesendet, die eintreffenden Daten-Duplikate dann dort gefiltert.



Abbildung 8: ADS-B-Empfangsstationen rund um den Flughafen

## 7 DROps - Lärmpausen in den nächtlichen Randstunden

DROps steht für Dedicated Runway Operations, was wiederum mit „bevorzugte Bahnnutzung“ übersetzt werden kann. Das Ziel dieser Maßnahme ist es, auch über die Kernruhezeit zwischen 23 und 5 Uhr hinaus die Anwohner zu entlasten – mit

siebenstündigen Lärmpausen. Damit das gelingt, nutzt der Flughafen bei Westbetrieb von 22 bis 23 Uhr abends und von 5 bis 6 Uhr morgens einzelne Start- und Landebahnen nicht.

Um die meiste Entlastung und geringste Mehrbelastung der einzelnen Runways gegenüberzustellen, wurden für die Erarbeitung des Betriebskonzepts Kommunalgrenzen & Einwohner von disy übermittelt. Gemeinsam mit den Daten der Flugbewegungen in dieser Zeit und den im Start und Anflug pro Runway betroffenen Gebieten konnte so die Anzahl der Anwohner mit Mehr- und Minderbelastung festgestellt werden. Auf dieser Zahlenbasis wurde ein Betriebskonzept für den Wegfall einzelner Start- und Landebahnen in den Randstunden erarbeitet, ein Jahr erprobt und letztendlich in den regulären Betrieb übernommen.

Die tägliche Prognose des Betriebskonzeptes auf Basis der Betriebsrichtungsprognose ist auf einer von uns erstellten Website sichtbar.



Abbildung 9: Prognose des Betriebskonzepts DROps

## 8 Literaturverzeichnis

AIR Avionics (2017): ADS-B Technologien, <http://www.butterfly.aero/ADS-B/index.php/ads-b-im-detail/ads-b-technologien> zuletzt zugegriffen 30.08.2017.

FANOMOS (2017): Glossar FANOMOS - Webseite der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, [https://www.dfs.de/dfs\\_homepage/de/Flugsicherung/Glossar%20Flugsicherung/F/](https://www.dfs.de/dfs_homepage/de/Flugsicherung/Glossar%20Flugsicherung/F/) . Zuletzt zugegriffen 30.08.2018

Wikipedia (2017): Automatic Dependent Surveillance, [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Automatic\\_Dependent\\_Surveillance&stable=1](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Automatic_Dependent_Surveillance&stable=1) zuletzt zugegriffen 30.08.2017.