

Informatik aktuell

Herwig Unger *Hrsg.*

Echtzeit 2020

Kommunikationssicherheit im
Internet der Dinge (IoT)



 Springer Vieweg

Informatik aktuell

Reihe herausgegeben von

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Ziel der Reihe ist die möglichst schnelle und weite Verbreitung neuer Forschungs- und Entwicklungsergebnisse, zusammenfassender Übersichtsberichte über den Stand eines Gebietes und von Materialien und Texten zur Weiterbildung. In erster Linie werden Tagungsberichte von Fachtagungen der Gesellschaft für Informatik veröffentlicht, die regelmäßig, oft in Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Gesellschaften, von den Fachausschüssen der Gesellschaft für Informatik veranstaltet werden. Die Auswahl der Vorträge erfolgt im allgemeinen durch international zusammengesetzte Programmkomitees.

Herausgegeben

im Auftrag der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/2872>

Herwig Unger
(Hrsg.)

Echtzeit 2020

Kommunikationssicherheit im Internet der Dinge (IoT)

Fachtagung des gemeinsamen Fachausschusses
Echtzeitsysteme von
Gesellschaft für Informatik e.V. (GI),
VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungs-
technik (GMA) und
Informationstechnischer Gesellschaft im VDE (ITG,
20. November 2020

GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK E.V.



VDE

VDI/VDE-Gesellschaft
Mess- und Automatisierungstechnik

ITG

**INFORMATIONSTECHNISCHE
GESELLSCHAFT IM VDE**



Springer Vieweg

Hrsg.

Herwig Unger
Lehrstuhl für Kommunikationsnetze
FernUniversität in Hagen
Hagen, Deutschland

Programmkomitee

R. Baran Hamburg
J. Bartels Krefeld
M. Baunach Graz
B. Beenen Lüneburg
J. Benra Wilhelmshaven
V. Cseke Wedemark
R. Gumzej Maribor
W. A. Halang Hagen
H. H. Heitmann Hamburg
P. Holleccek, Erlangen
M.M. Kubek Hagen
K. Kyamakya, Klagenfurt
R. Müller Furtwangen
S. Pareigis, Hamburg
M. Schaible München
G. Schiedermeier Landshut
U. Schneider Mittweida
D. Tutsch, Wuppertal
H. Unger Hagen
D. Zöbel Koblenz

<https://www.real-time.de/>

ISSN 1431-472X

Informatik aktuell

ISBN 978-3-658-32817-7

ISBN 978-3-658-32818-4 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-32818-4>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlage. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Petra Steinmüller

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Nach vier Jahrzehnten ist es bereits eine gute Tradition geworden, daß jedes Jahr im November im Hotel „Ebertor“ zu Boppard am Rhein die Tagung „Echtzeit“ des gleichnamigen GI/GMA/ITG-Fachausschusses stattfindet. Durch Covid-19 wird das Jahr 2020 nach einer solchen Vielzahl von Veranstaltungen die allererste Ausnahme von dieser Tradition werden: neben gesetzlichen Vorgaben gebieten es Vernunft und Vorsicht, in diesem Jahr auf ein Präsenztreffen zu verzichten und dieses Mal moderne Videokonferenz-Software zu nutzen, um uns im virtuellen Raum zu treffen. Bis zum letztmöglichen Zeitpunkt, nämlich bis Juni, hat die Fachausschußleitung die Entscheidung darüber aufgeschoben, in der Hoffnung doch noch ein Präsenztreffen veranstalten zu können – ein Wunsch, der sich leider nicht erfüllt hat.

Mit dieser späten Entscheidung ist auch eine Änderung des Erscheinungstermins des Ihnen jetzt vorliegenden Tagungsbandes verbunden. Dieser wird nun einmalig aus den genannten Zeitgründen nicht vor, sondern erst nach unserer Tagung herausgegeben werden. Neben einem großen Dank an Frau Jutta Düring für die teilweise zeitkritisch zu bewältigende technische Gestaltung des Buches gilt unser Dank an dieser Stelle auch dem Springer-Verlag, der uns bei den wiederkehrenden Zeitplanänderungen immer entgegengekommen ist.

Das diesjährige Thema „Kommunikationssicherheit im Internet der Dinge (IoT)“ dürfte dabei hochaktuell sein: Arbeiten von zuhause aus sowie weniger vor Ort im Einsatz befindliche Techniker und Datenschutzbeauftragte führten gerade in Zeiten geschlossener Büros und Geschäfte zu einer erheblichen Anzahl sicherheitstechnischer Lücken und Operationen, eine Vielzahl von Daten wurde oft ohne die notwendigen Schutzmaßnahmen aus der Ferne verwendet oder bewegt, viele Nutzer ergriffen die Chance der häuslichen Präsenz, um ihr Zuhause und Büro mit neuen elektronischen Geräten aufzurüsten und ihr Leben damit bequemer zu machen. Diese Nachlässigkeiten riefen natürlich in gleichem Maße Angreifer und Hacker auf den Plan, wie nicht zuletzt zahlreiche Nachrichten mit diesem Thema aus den verschiedenen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens bestätigten.

Die Einschränkungen des Lebens haben wir in diesem Jahr leider auch in der Anzahl der Beitragseinreichungen für unsere Tagung erfahren: lediglich elf statt üblicherweise 14 Beiträge wurden vom Programmkomitee für die (virtuelle) Präsentation und den Abdruck im Tagungsband ausgewählt. Neben einem historischen Rückblick von Frau Holleczeck auf die Geschichte der Echtzeiterfassung von Fluglärm und dem diesmal bereits am Anfang gehaltenen Vortrag des Siegers in unserem Wettbewerb um die beste Abschlusarbeit gibt es je drei Artikel zu den Themen Systementwurf, Sicherheit und Anwendungen.

Obwohl sich die Beiträge mit allen Ebenen der Systemarchitektur beschäftigen, scheinen Transportsysteme sich als ein gemeinsames Rahmenthema herauszukristallisieren, da sie auf Grund der notwendigen Autarkie ihrer Entscheidungen und Handlungen natürlich neben ethischen auch eine Reihe von Fragen hinsichtlich der funktionalen Sicherheit aufwerfen. Dies ist sicherlich ein Thema, das durch den verstärkten Einsatz dieser Systeme zu Lande und in der Luft auch in den Folgejahren an Bedeutung gewinnen und uns alle sicher mehr oder weniger direkt betreffen und beschäftigen wird.

Gerne haben wir den verbleibenden Raum im Tagungsband genutzt, um erstmalig ein Tutorial zu OpenPEARL, der einzigen genormten, deutschen Echtzeitprogrammiersprache, der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die dreißigseitige Ausarbeitung ist ein Komprimat aus dem Kurs „Echtzeitprogrammierung“, der gegenwärtig von Rainer Müller für die Lehre an der FernUniversität in Hagen entwickelt wird und hoffentlich zur Verbreitung des Wissens über und der Anwendung von OpenPEARL wird beitragen können.

Wie wir alle gemerkt haben, lassen sich persönliche Kontakte mit Kollegen und Freunden kaum ersetzen. Inspiration und neue Ideen resultieren vor allem auch aus dem Beisammensein: dennoch haben wir versucht, das Beste aus der 41. Tagung „Echtzeit“ zu machen und hoffen natürlich, daß wir uns 2021 wieder alle gesund und munter im traditionellen Tagungsort am Rhein werden treffen können.

Inhaltsverzeichnis

Eröffnungsvortrag und Preisträger

Die Anfänge der Fluglärm-Erfassung in Deutschland..... 1
Brigitta Holleczek

Realistic Scheduling Models and Analyses for Advanced Real-Time
Embedded Systems..... 11
Georg von der Brüggen

Systementwurf

Hardware/Software Co-Design für eine Modulare Systemarchitektur 21
Carsten Weinhold, Nils Asmussen, Michael Roitzsch

Hard Real-Time Memory-Management in a Single Clock Cycle (on
FPGAs) 31
Simon Lohmann, Dietmar Tutsch

Künstliche Intelligenz in der Miniaturautonomie 41
*Stephan Pareigis, Tim Tiedemann, Markus Kasten, Morten Stehr,
Thorben Schnürpel, Luk Schwalb, Henri Burau*

Sicherheit

Integration realer Angriffe in simulierte Echtzeit-Ethernet-Netzwerke 51
*Sandra Reider, Philipp Meyer, Timo Häckel, Franz Korf,
Thomas C. Schmidt*

Sichere Mobilfunkkommunikation für ein Fahrzeugsleitsystem..... 61
Christoph Maget

Programmunbeeinflussbare Authentifikation von Eingaben auf
berührungssensitiven Sichtfeldern 71
Robert Fitz

Aktuelle Anwendungen

Automated Testbed for Various Indoor Position Systems and Sensors
for Evaluation and Improvement 81
Jan-Gerrit Jaeger, Christoph Brandau, Dietmar Tutsch

Automatisierte Erkennung von Transportbehältern bekannter Versender . 89
Roman Gumzej

Eine Komplexitätsmetrik basierend auf der kognitiven Wahrnehmung
des Menschen 99
Daniel Koß

Tutorial OpenPEARL

Tutorial OpenPEARL 109
Rainer Müller, Marcel Schaible



Die Anfänge der Fluglärm-Erfassung in Deutschland

Brigitta Holleczeck

Nürnberg

b.holleczeck@gmx.de

Zusammenfassung. Die frühesten Fluglärm-Messungen in Deutschland wurden im Umfeld des Frankfurter Flughafens in den 1960er Jahren noch mit mobilen Messstationen durchgeführt. Stationäre rechnergestützte Messungen waren erst mit dem Aufkommen handlicher, robuster, anspruchsloser Kleinrechner bzw. Mikroprozessoren und entsprechender Peripherie, die auch „im Feld“ aufstellbar waren. Das war Mitte der 1970er / Anfang der 1980er Jahre der Fall. Gegenstand des Berichts ist, ohne Beschränkung der Allgemeinheit, ein Projekt zum Aufbau von Fluglärm-Messanlagen mit Hilfe der ersten 16bit Siemens-Prozessrechner, hier des Typs 320, und dezentralen Messstellen. Eingegangen wird auf die gesetzlichen Messvorschriften und die Realisierung. Einsätze werden skizziert. Die heutige Technik wird kurz gestreift.

1 Einleitung und Motivation

Beschwerden über Fluglärm haben Tradition. Flughäfen und Fluggesellschaften reagieren darauf mit angepassten Flugschneisen, mit empfohlenem Anstellwinkel beim Start und – besonders in jüngerer Zeit – mit immer leiseren Flugzeugen. Um angemessene Maßnahmen ergreifen zu können, war es von Anfang an wichtig, Fluglärm messbar zu machen.

Die deutschlandweit ersten regelmässigen Aufzeichnungen (1969) hält sich der Flughafen Stuttgart zugute (siehe [9] Seite 2).

Die frühesten Messungen generell in Deutschland wurden im Umfeld des Frankfurter Flughafens in den 1960er Jahren noch mit mobilen Messstationen durchgeführt (siehe [8] Seite 6). Solche Messungen gelten aber immer nur örtlich/zeitlich. Dauerhafte und weitgehend flächendeckende Messungen wären gefragt gewesen, bedurften aber intensiver Rechnerunterstützung. Wirtschaftlich/-technisch realisierbar waren solche Fluglärm-messungen erst mit dem Aufkommen handlicher, robuster, anspruchsloser Kleinrechner bzw. Mikroprozessoren und entsprechender Peripherie (Mikrophone und A/D-Wandler), die auch „im Feld“ aufstellbar waren.

2 Grundlagen

Eine Handlungsanleitung lieferte damals das deutsche Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30.03.1971 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 1971 Teil I Nr. 28,

ausgegeben am 02.04.1971 [2], Seite 282). Es wurde 2007 novelliert und verschärft [3]. Zielrichtung des Gesetzes war und ist das Baurecht (Bauverbote, bauliche Nutzung, Schallschutz, Entschädigungen und Erstattungen). Zum Phänomen des Fluglärms selbst wurden messtechnisch Anforderungen gesetzt, die, leicht detailliert, heute noch gelten.

- §2 (1) führt den Begriff „äquivalenter Dauerschallpegel“ ein.
- §2 (2) führt Lärmschutzbereiche ein, mit zwei Schutzzonen: I mit >75 dBA und II mit >67 dBA
- §3 (Anlage)
 - gibt die Ermittlung des äquivalenten Dauerschallpegels L_{eq} vor, unterschiedlich für Tag- (6 – 22 h) und Nachtflüge (22 – 6 h)
 - bestimmt, dass das Maximum unter Berücksichtigung des Abstands zur Flugbahn und der Schallausbreitungsverhältnisse zu ermitteln ist
 - legt die Bestimmung der Geräuschkdauer durch die Zeit des Vorbeiflugs (vom Zeitpunkt mit -10 dBA unter Maximum im Anstieg bis zum Zeitpunkt mit -10 dBA unter Maximum im Abfall) fest („Rechteckmethode“)
 - gibt die Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels (für einen Bezugszeitraum) als Summe gewichteter und zeit-normierter Pegel von Einzel-Schallereignissen vor
- §19a verpflichtet Verkehrsflughäfen, Anlagen zur fortlaufend registrierenden Messung von Fluggeräuschen zu betreiben

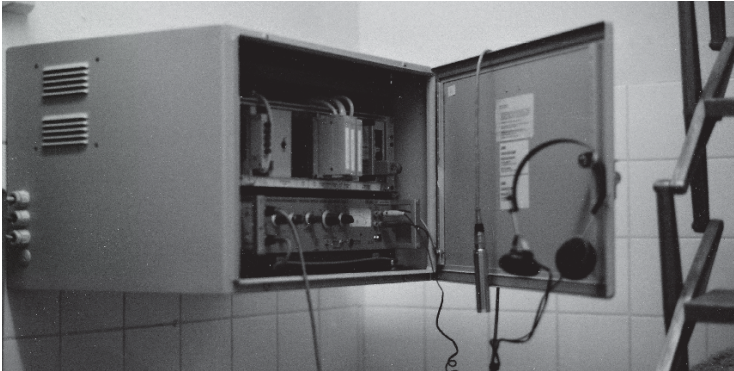


Abb. 1. Geöffnete Messstelle mit Dachausstieg und Prüfausrüstung (Mikrophon, Kopfhörer)

Die deutsche Norm zum Thema „Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen“ wurde als DIN 45643-1 erst 1984 [4] veröffentlicht und lag zum Realisierungszeitraum nur in einer vorläufigen Form vor. Überarbeitet wurde sie in 2011 [5]. Näher eingegangen wird auf die Norm und ihre Fortschreibung in [7].

Die Neuerungen betreffen, wie es heisst, u.a. die Erfassung und Verarbeitung von Daten zur Ereigniserkennung, -klassifizierung und -identifizierung. Insbesondere können zur Identifizierung neuerdings auch Radar-Daten hinzugezogen werden. Ansonsten geht es um verschärfte Toleranzen. Eigens für die Mittelwertbildung wurde später eine eigene DIN-Vorschrift [6] eingeführt.

3 Aufgabe und Realisierung

Stellvertretend für viele Anbieter soll berichtet werden, wie Siemens Mitte der 1970er / Anfang der 1980er-Jahre das Thema angegangen ist. Der erste Einsatz war am Flughafen Nürnberg. Insofern startete das Redesign an der Zweigniederlassung Nürnberg [1] im Rahmen eines kleinen Teams, das auch folgende Einsätze begleiten sollte.

3.1 Software und Architektur

Aufgabe des Gesamtsystems war die Bestimmung von einzelnen Schall-Ereignissen, das Bilden des äquivalenten Dauerschallpegels, tagesweise und für längere Zeiträume. Nebenbedingung war auch, Fluglärm möglichst von Alltagsgeräuschen zu unterscheiden.



Abb. 2. Mikrophongalgen mit Windschutz auf Flachdach

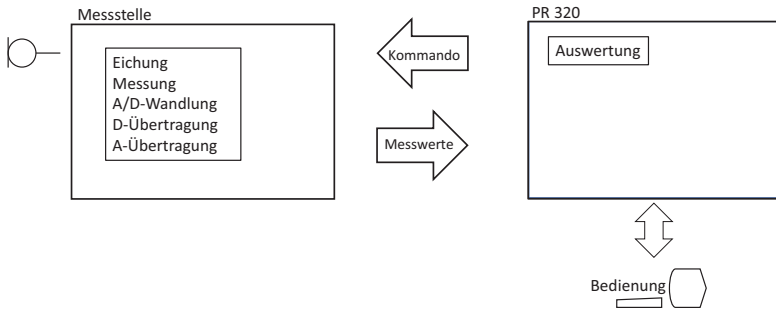


Abb. 3. Kommunikationsstruktur

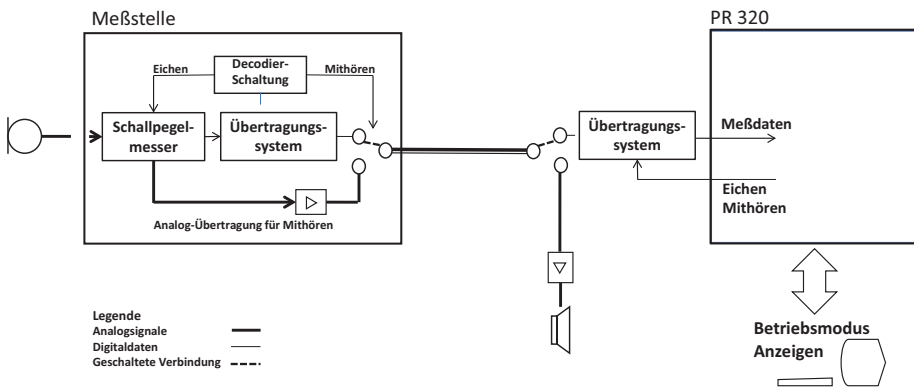


Abb. 4. Signal- und Datenfluss, siehe [1] S. 15, vereinfacht

Zur Realisierung lag ein verteiltes System nahe, bestehend aus einem am Flughafen aufgestellten Zentralrechner und abgesetzten Messstationen. Als Zentrale dienten die ersten Rechner vom Typ 320 mit Digital Ein-/Ausgabe in der damals neuen Register-Architektur bei 16 bit Wortlänge. Eine Pufferbatterie erlaubte ein geordnetes Herunterfahren bei Stromausfall (und Hochfahren bei Stromwiederkehr). Die Messstationen bestehend aus einem Z20 Fernwirkssystem auf Basis von 8086-Mikroprozessoren waren mit Statusanzeigen, Übertragungsgeräten, externen Mikrofonen mit Windschutz, Schallpegelmessern und A/D-Wandlern ausgestattet.

Verbunden waren Zentralrechner und Messstationen mit analogen doppeladrigen Telefonleitungen, die wahlweise digital oder analog betrieben wurden. Bei der digitalen Übertragung wurde nicht über 200 Baud hinausgegangen. Die Messwerte wurden als Telegramme im Format 6 Bit plus Parity-Bit von den Stationen an den Zentralrechner übertragen.

Zur Abgrenzung von Alltagsgeräuschen dienten einstellbare messstellenspezifische Zeitschranken (z. B. deutlich kürzere Dauer) bzw. die Nicht-Koinzidenz mit anderen Messstellen. Die Messungen erfolgten im Sekundentakt. Die Zuord-

nung zu Start- oder Landevorgängen und zur Bewegungsrichtung gelang durch Vergleich unterschiedlicher Messstellen. Flugnummern bzw. Fluglinien wurden den Lärmereignissen erst im Nachgang zugeordnet, sofern Daten verfügbar waren.

Die Aufgabenverteilung zwischen Zentrale und Messstellen wird mittels Kommunikationsstruktur (s. Abb. 3) und Signal- und Datenfluss (s. Abb. 4) beschrieben.

Neben der Messung gab es folgende Zusatzfunktionen, verbunden mit einem Wechsel der Übertragung:

- tägliches Eichen des Schallpegelmessers (dazu wurde von der Zentrale aus an der Messstelle ein Generator zugeschaltet)
- Mithören (im Fall von unklaren Messergebnissen konnte die Verbindung analog durchgeschaltet werden und erlaubte das „Zuhören“ an der Zentrale)

Umgeschaltet werden konnte immer nur für eine kurze feste Zeit. Die Grundeinstellung war Messen und Messwertübertragung.

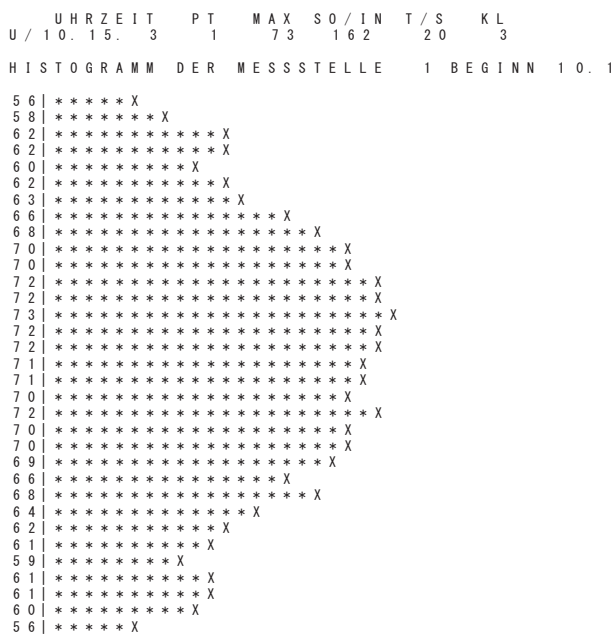


Abb. 5. Geräusch-Histogramm eines Überflugs, siehe [1] Seite 19, neu gesetzt

Abb. 3 zeigt die Kommunikationsstruktur im verteilten System. Die Zentrale dient zur Bedienung und zur Auswertung, die Messstelle zur Eichung, Messung,

```

11. 9. 74 SEITE 1
SIEMENS FLUGLAERM - UEBERWACHUNGSANLAGE NUE
AUSWERTUNG NACH FLUGLAERMGESETZ
START 10 UHR
GI= 1.5/0.0/1.0/5.0

UHRZEIT PT MAX SO/IN T/S KL S/L REF UE/DB UE/T
U/ 6. 7. 7 7 79 149 23 3
U/ 6. 8. 7 2 84 164 19 4
U/ 6. 8. 41 1 91 193 18 6 L 28 90 1 7
U/ 6. 11. 52 3 84 182 41 4
U/ 6. 12. 18 4 87 175 19 5 S 28
U/ 6. 13. 24 5 82 176 40 4
U/ 6. 13. 37 6 78 145 22 3
U/ 6. 15. 16 1 82 152 16 4
U/ 6. 15. 43 2 82 154 17 4 S 10
U/ 6. 31. 24 3 82 176 41 4
U/ 6. 32. 1 4 81 160 26 4 S 28
U/ 6. 33. 10 5 86 186 33 5
U/ 6. 56. 50 8 77 115 7 3
MH 8/ 6. 56

UHRZEIT PT MAX SO/IN T/S KL S/L REF UE/DB UE/T
U/ 6. 57. 50 8 71 94 8 2

UHR PT/LEQ
S/ 7 1/65 2/56 3/61 4/59 5/62 6/49 7/50 8/43

```

Abb. 6. Folge von Überflügen und L_{eq} -Werte, siehe [1] Seite 17 oben, neu gesetzt

A/D-Wandlung, Digitalübertragung und Analogübertragung. Die Kommunikation besteht aus Kommandos bzw. aus Messwerten. Aufgabe der Messstelle war das Aufnehmen, Digitalisieren und Versenden der Geräuschelemente.

Abb. 4 zeigt den Signal- und Datenfluss. Zwischen Messstelle und Zentrale ist ein Übertragungssystem geschaltet. Im Normalzustand werden Digitaldaten übertragen. Auf das Kommando Mithören wird die Verbindung auf Analogübertragung geschaltet und kehrt dann wieder zur Digitalübertragung zurück. Die zu Kontrollzwecken fallweise analog empfangenen Daten werden an der Zentrale über einen Lautsprecher mithörbar gemacht. Die Tonqualität beim Mithören hing von der Qualität der Analogverbindung ab. Auf das Kommando Eichen wird für eine feste Zeit ein Frequenzgenerator an den Schallpegelmesserschaltet.

Programmiert wurde grundsätzlich in Assembler. Der Speicherausbau der Zentrale betrug 16 kWorte.

3.2 Installation

Beliebter Aufstellungsort für Messstelle und Mikrofon waren „erhabene“ Standorte, z. B. Dachböden und Dächer von Wohnhäusern bzw. Flachdächer von Industrieanlagen, die sich in der Nähe typischer Flugrouten befinden. Die Orte waren vom Betreiber vorgegeben. Gefertigt wurden die Messstationen in der Zweigniederlassung Nürnberg.

Abb. 1 zeigt eine geöffnete Messstelle und den Dachausstieg am Flughafen Stuttgart. Der untere Einschub der Messstelle beherbergt den Schallpegelmessersch, die obere Baureihe das Fernwirksystem. Zu Testzwecken angeschlossen sind ein Mikrofon und Kopfhörer.