

# **SACHBERICHT ZUM VERWENDUNGSNACHWEIS WAS4WOS**

Teil I: Kurzbericht

# 1

## Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Drahtlose Notrufsysteme erkennen und übertragen Notfallsituationen von Alleinarbeitern in Echtzeit, sind jedoch anfällig für Funkstörungen und unzuverlässige Mobilfunkabdeckung. Alternativen wie Bluetooth, WIFI oder DECT bieten nur begrenzte Reichweite und sind nicht für große Bereiche geeignet. Um Alleinarbeitern in netzarmen Umgebungen Schutz zu bieten, ist eine sichere Kommunikation erforderlich.

Die veröffentlichte ETSI-Spezifikation TS 103 357 bietet eine äußerst zuverlässige Konnektivität über große Entfernungen. Es existiert eine Implementierung des ETSI-Standards unter der Marke mioty®. Der Beitrag vom Fraunhofer IIS in diesem Projekt war, ein bidirektionales Funkprotokoll zur Durchdringung ganzer Gebäude und mit geringen Latenzen auf Basis des mioty-Protokolls weiterzuentwickeln und prototypisch umzusetzen.

Fraunhofer IIS als Hauptverantwortlicher für die Definition der ETSI TS 103 357-Spezifikation, welche die Grundlage von mioty bildet, hat in diesem Umfeld mehr als 25 Patentfamilien angemeldet. Dafür wurde Hard- und Software-IP entwickelt. Um weitere Anwendungsfälle zu ermöglichen, hat Fraunhofer IIS in Vorprojekten Technologiekomponenten entwickelt und 10 Patentfamilien für eine neue synchrone Downlink-Kommunikation (Kommunikation von der Basisstation zum End-Point) angemeldet, die die Basis für eine Kommunikation im Downlink mit geringer Latenz ermöglichen.

Aufbauend auf den Ergebnissen von mioty und den Vorentwicklungen im Bereich der synchronen Downlink-Kommunikation wurden folgende Ziele definiert, die als Ergebnis in was4wos erreicht werden sollten:

- ↳ *Ergebnis 1:* Systemdesign „mioty Class B“, als Input für eine weitere Standardisierung und zur Lizenzierung
- ↳ *Ergebnis 2:* End-Point-Core-Bibliothek mit Unterstützung von Class B als Referenz-Implementierung für Hersteller von Endgeräten
- ↳ *Ergebnis 3:* Base-Station-Core-Bibliothek mit Unterstützung von Class B als Referenz-Implementierung für Hersteller von Basisstationen

# 2

## Ablauf des Vorhabens

Im Systementwurf wurde der Prozess der Konzeption und Planung des Systems detailliert beschrieben, wobei Architekturen und Technologien festgelegt wurden. Auf dieser Basis entstand ein Dokument zu Funkkommunikationskonzepten, das bestehende Spezifikationen aktualisierte und wichtige Systemanforderungen, wie max. Latenzen und die Implementierung eines Low-Latency-Modus, in einem 57-seitigen Bericht festhielt.

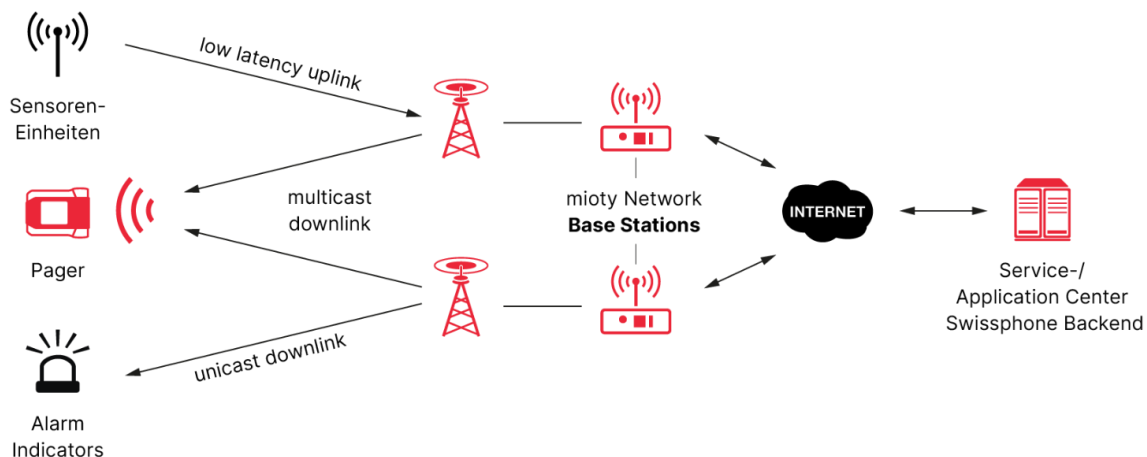
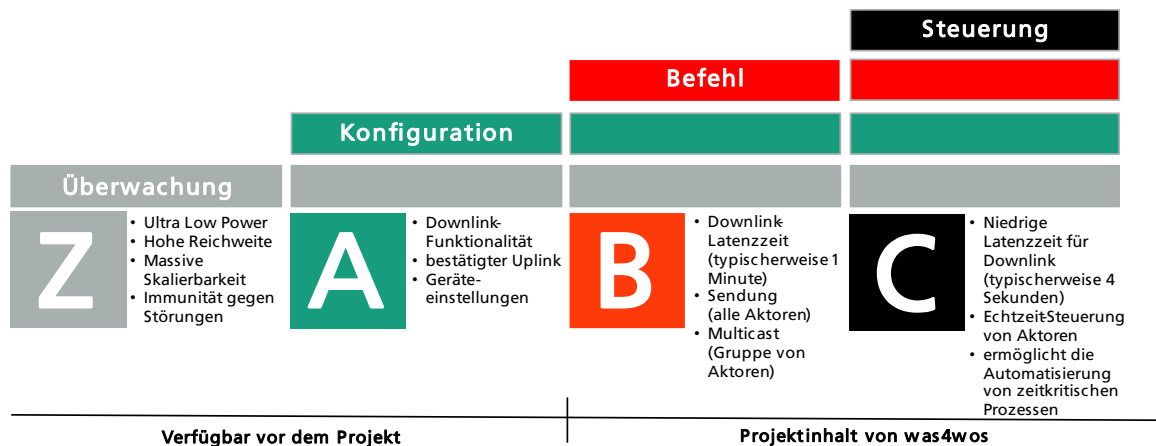


Abbildung 1 Komponenten des Gesamtsystems

Abbildung 1 zeigt das Gesamtsystem des Projektes mit den beteiligten Komponenten.

In der Software-Entwicklung folgte die Implementierung der Funkkommunikation für End-Points und für die Basisstation, gefolgt von umfassenden Tests zur Sicherstellung der Funktionalität. Abbildung 2 zeigt die vorhandenen Geräteklassen Z+A und die neu entwickelten Geräteklassen B+C.

Darauf aufbauend wurde das Funkkommunikationssystem entwickelt, indem Protokolle entworfen und ein Kommunikationsprototyp implementiert wurde. Parallel dazu optimierte man das Antennendesign und evaluierte Anpassungsnetzwerke.



**Abbildung 2 Geräteklassen des mioty-Protokolls**

Die validierte Kommunikationstechnologie wurde schließlich in einer Laborumgebung getestet, was zur erfolgreichen Integration aller Systemkomponenten (bspw. Pager, Basisstationen) führte. Bei den Anwendungsfeldtests wurde die optimierten Prototypen eingesetzt und die Performance des Sicherheitssystems in realen Situationen geprüft. Finale Tests in der Produktionsstätte des Industrieunternehmens ifm zeigten die Zuverlässigkeit des Systems.

Im Rahmen des Projektmanagements unterstützte Fraunhofer IIS die Koordination und schützte die IP der Ergebnisse, während Lizenzvereinbarungen erstellt und der IPR-Bericht kontinuierlich aktualisiert wurde.

### 3

## Wesentlichen Ergebnisse sowie ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

Die Ergebnisse des Projekts haben die erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen, um nach Abschluss des Projekts eine marktreife Lösung zu realisieren. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines funktionsfähigen Prototypsystems, das von den Industriepartnern Swissphone Wireless AG und Swissphone Telecommunications GmbH in marktreife Produkte weiterentwickelt wird.

Dank der Zusammenarbeit mit Swissphone Wireless AG wird die Marktdurchdringung in weiteren EU-Ländern gefördert.

Das entwickelte System wurde im Industrial-IoT-Lab des Fraunhofer IIS zu Demonstrationszwecken installiert, um es bei Besuchen und Veranstaltungen vorzuführen. Außerdem wird es mit Informationsmaterialien auf gezielten Messen eingesetzt, um

- unsere wissenschaftliche Präsenz in der Industrie zu stärken,
- unser Partnernetzwerk auszubauen,
- neue potenzielle F&E-Vorhaben zu gewinnen und
- die Kundengewinnung zu unterstützen.

Die Erweiterungen des Kommunikationsprotokolls konnten während der Projektlaufzeit zusammen mit weiteren Partnern aus der mioty-Alliance in einer neuen Version des ETSI-Standards verankert werden. Sowohl für die Basisstation als auch für die End-Points konnten Implementierungen erweitert werden. Damit wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen und eine solide Basis für die zukünftige Entwicklung geschaffen.

**SACHBERICHT ZUM  
VERWENDUNGSNACHWEIS**  
Teil II: Eingehende Darstellung WAS4WOS

# TEILPROJEKT

Entwicklung eines bidirektionalen Funkprotokolls zur Durchdringung ganzer Gebäude und mit geringen Latenzen

**Ferdinand Kemeth**

**Josef Bernhard**

**Maximilian Burger**

**Alexej Jarresch**

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Projektnummer: 01QE2145C

Projektpartner: Swissphone Telecommunications GmbH, Swissphone Wireless AG

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Projektüberblick .....</b>	<b>4</b>
1.1	Einleitung.....	4
1.2	Aufgabenstellung und Ziele .....	4
1.3	Voraussetzungen .....	4
1.4	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	5
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	5
<b>2</b>	<b>Darstellung der Forschungsergebnisse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Systementwurf (AP1).....	6
2.1.1	Definition der Systemanforderungen.....	6
2.1.2	Definition von Softwareschnittstellen .....	7
2.2	Entwicklung des Funkkommunikationssystems (AP2) .....	9
2.2.1	Entwurf des Funkkommunikationsprotokolls.....	9
2.2.2	Entwicklung von Algorithmen und Performance-Simulation .....	10
2.2.3	Implementierung eines Kommunikationsprototypsystems .....	11
2.3	Hardware-Entwicklung (AP3) .....	11
2.4	Software-Entwicklung (AP4).....	12
2.4.1	Implementierung der Funkkommunikation auf dem End-Point.....	12
2.4.2	Implementierung der Funkkommunikation auf der Basisstation.....	13
2.4.3	Softwaresystemtests.....	13
2.5	Integration, Validierung, Herstellung der Prototypen (AP5).....	14
2.5.1	Kommunikationstechnologie in Laborumgebung validiert .....	14
2.5.2	Vollständige Systemintegration von Subsystemen .....	15
2.6	Anwendungsfeldtests (AP6) .....	15
2.6.1	Interne Vortests.....	15
2.6.2	Tests im großen Maßstab .....	15
2.7	Projektmanagement und Koordination (AP7) .....	16
2.7.1	Gesamtverwaltung des Projekts .....	16
2.7.2	IP-Überwachung, Bewertung und Schutz .....	16
2.8	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	16
2.9	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten	17
2.10	Voraussichtlicher Nutzen .....	17
2.11	Fortschritt bei anderen Stellen .....	18
2.12	Erfolge oder geplante Veröffentlichungen .....	18

# 1 Projektüberblick

## 1.1 Einleitung

Im nachfolgenden Dokument werden die durchgeführten Arbeiten und erzielten Ergebnisse des Partners Fraunhofer IIS in dem Forschungsprojekt was4wos beschrieben. Als Gesamtkonzept des Projektes galt es ein drahtloses Alarmierungssystem zu entwickeln, das insbesondere den Schutz von Alleinarbeitern sicherstellt. Durch das Fraunhofer IIS wurde das Teilprojekt zur Entwicklung eines bidirektionalen Funkprotokolls zur Durchdringung ganzer Gebäude und mit geringen Latenzen bearbeitet.

## 1.2 Aufgabenstellung und Ziele

Die Aufgabe von drahtlosen Notrufsystemen besteht darin, Notfallsituationen von Alleinarbeitern in Echtzeit zu erkennen und zu übertragen. Eine große Herausforderung sind Funkstörungen, welche durch andere Funksysteme verursacht werden und somit einen Teil der Übertragung behindern. Personen, welche in Gefahrenbereichen oder allein arbeiten, müssen sich jedoch auf Technologien wie einem drahtlosen Alarmierungssystem besonders verlassen können. Hinsichtlich der Übermittlung der Gefahrensituation könnte auch Mobilfunk benutzt werden. Bei geringer Mobilfunkabdeckung können Echtzeitinformationen über den Unfall allerdings oft nicht zuverlässig oder gar nicht übertragen werden und die Hilfe im Falle eines Notfalls bleibt aus. Alternativtechnologien zu Mobilfunk wie Bluetooth, WIFI oder DECT bieten nur eine begrenzte Kommunikationsreichweite. Keine dieser Technologien kann große Gebäude oder Gebiete abdecken, ohne dass kostspielige Netzinfrastrukturen installiert werden müssten. Daher wird eine sichere Kommunikation mit hoher Ausfallsicherheit benötigt, um dadurch dem Alleinarbeiter in netzarmen Umgebungen, wie z. B. Kellern, Schutz ohne externe Infrastruktur zu bieten. Damit ist eine Technologie gemeint, welche eine zuverlässige Kommunikation über mehrere Stockwerke hinweg, auch tief im Inneren von Gebäuden, ermöglicht.

Die Lösung hierfür ist eine LPWAN-Verbindung wie beispielsweise mioty®. Damit wird die Information über die Gefahrensituation in Echtzeit auch in schwierigen Umgebungen wie z. B. Kellern, an eine Zentrale und anschließend automatisch an Pager von Ersthelfern bzw. an Alarmanzeigen übermittelt. Im Projekt was4wos erforscht das Fraunhofer IIS dazu Echtzeitmechanismen für LPWAN. Über einen sogenannten „Multicast-Downlink“ sollen Pager der zuständigen Ersthelfer innerhalb kürzester Zeit über den Vorfall informiert werden. Parallel werden Alarmleuchten und -signale in Echtzeit aktiviert, um auch andere über den Notfall zu warnen.

## 1.3 Voraussetzungen

Das in der veröffentlichten ETSI-Spezifikation TS 103 357 beschriebene Verfahren „Telegram Splitting Ultra Narrow Band“ (TS-UNB) bietet eine äußerst zuverlässige Konnektivität über große Entfernungen. Es existiert eine Implementierung des ETSI-Standards unter der Marke mioty®. Die DIN VDE 0825-1 fordert für drahtlose Personen-

Notsignal-Anlagen für gefährliche Alleinarbeiten eine Verzögerung von *weniger als zwei Sekunden* zwischen einem Alarmereignis und der Verarbeitung des Ereignisses auf der Seite der Basisstation. In der vorliegenden mioty®-Implementierung fehlt ein Low-Latency-Mode für Uplink-Nachrichten (Nachrichten z. B. vom Alleinarbeiter zu einer Basisstation). Im Rahmen des Projektes soll der in der ETSI TS 103 357 Spezifikation optional definierte Low-Latency-Mode in das mioty®-System implementiert und damit eine Gesamtkommunikationsverzögerung von weniger als einer Sekunde erreicht werden.

## 1.4 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Systementwurf wurde der Prozess der Konzeption und Planung des Systems detailliert beschrieben, wobei Architekturen und Technologien festgelegt wurden. Auf dieser Basis entstand ein Dokument zu Funkkommunikationskonzepten, das bestehende Spezifikationen aktualisierte und wichtige Systemanforderungen, wie max. Latenzen und die Implementierung eines Low-Latency-Modus, in einem 57-seitigen Bericht festhielt.

Darauf aufbauend wurde das Funkkommunikationssystem entwickelt, indem das Funkprotokoll entworfen und ein Kommunikationsprototyp implementiert wurde. Parallel dazu optimierte man das Antennendesign und evaluierte Anpassungsnetzwerke. In der Software-Entwicklung folgte die Implementierung der Funkkommunikation für End-Points und für die Basisstation, gefolgt von umfassenden Tests zur Sicherstellung der Funktionalität.

Die validierte Kommunikationstechnologie wurde schließlich in einer Laborumgebung getestet, was zur erfolgreichen Integration aller Systemkomponenten (bspw. Pager, Basisstationen) führte. Bei den Anwendungsfeldtests wurde die Performance des Sicherheitssystems in realen Situationen geprüft, und die optimierten Prototypen wurden in einem Pilotprojekt eingesetzt. Finale Tests in der Produktionsstätte des Industrieunternehmens ifm zeigten die Zuverlässigkeit des Systems.

Im Rahmen des Projektmanagements unterstützte Fraunhofer IIS die Koordination und schützte die IP der Ergebnisse, während Lizenzvereinbarungen erstellt und der IPR-Bericht kontinuierlich aktualisiert wurde.

## 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Neben der Zusammenarbeit mit den Projektpartnern des Forschungsprojektes hatten wir einen intensiven Austausch mit dem Chiphersteller Silicon Labs, dessen neue Plattform EFR32FG23x wir im Rahmen des Projektes mit dem Funkprotokoll ertüchtigt und genutzt haben.

Insbesondere zum Einholen von Feedback und zur Identifikation von weiteren Anwendungsfällen nutzten wir das Partnernetzwerk der mioty alliance e.V..

## 2 Darstellung der Forschungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die im Rahmen unseres Teilprojektes gewonnenen Erkenntnisse umfassend präsentiert. Ziel ist es, die Ergebnisse klar und nachvollziehbar aufzubereiten, um deren Bedeutung und Relevanz für die Entwicklung innovativer Lösungen im Bereich der Funkkommunikation hervorzuheben. Die folgenden Abschnitte bieten eine detaillierte Analyse der durchgeführten Arbeitspakete, der verwendeten Methodiken sowie der daraus abgeleiteten Ergebnisse.

### 2.1 Systementwurf (AP1)

Im Unterkapitel "Systementwurf" wird der Prozess der Konzeption und Planung des Systems detailliert beschrieben, einschließlich der grundlegenden Architekturen, der ausgewählten Technologien und der Designentscheidungen, die zur Erreichung der angestrebten Funktionalitäten getroffen wurden.

#### 2.1.1 Definition der Systemanforderungen

Ein erstes Dokument mit technischen Vorschlägen für Systemkonzepte wurde erstellt, wobei sich Fraunhofer IIS auf die Funkkommunikationskonzepte konzentriert hat. Die bestehenden Basisspezifikationen, die unter anderem im Rahmen des aktuellen ETSI-Standards entwickelt wurden, wurden aktualisiert, um die Anforderungen des neuen Funkmodus zu reflektieren und Schwellenwerte für zukünftige Qualitätskontrollmaßnahmen festzulegen.

Die veröffentlichte ETSI-Spezifikation TS 103 357 bietet eine äußerst zuverlässige Konnektivität über große Entfernungen. Es existiert eine Implementierung des ETSI-Standards unter der Marke mioty®. In diesem Teilpaket wurden die Systemanforderungen gesammelt, um notwendige Erweiterungen und Anpassungen an die existierende Lösung zu identifizieren.

Abbildung 1 zeigt das Gesamtsystem des Projektes mit den beteiligten Komponenten:

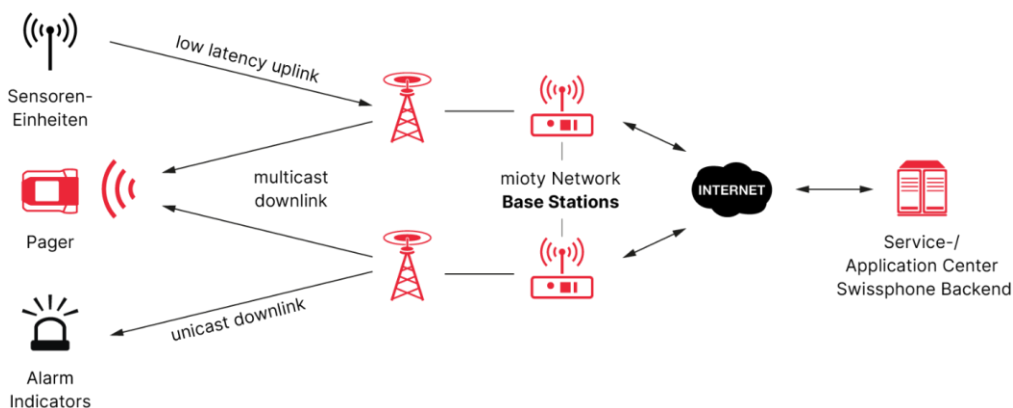


Abbildung 1 Komponenten des Gesamtsystems

Die DIN VDE 0825-1 fordert für drahtlose Personen-Notsignal-Anlagen für gefährliche Alleinarbeiten eine Verzögerung von weniger als zwei Sekunden zwischen einem Alarmereignis und der Verarbeitung des Ereignisses auf der Seite der Basisstation. In der

vorliegenden mioty®-Implementierung fehlt ein Low-Latency-Mode für Uplink-Nachrichten (Nachrichten z. B. vom Alleinarbeiter zu einer Basisstation). Im Rahmen des Projektes soll der in der ETSI 103 357 Spezifikation optional definierte Low-Latency-Mode in das mioty®-System implementiert und damit eine Gesamtkommunikationsverzögerung von weniger als einer Sekunde erreicht werden. Weiterhin erfordert der Use Case sogenannte „Multicast-Downlink“-Nachrichten, über welche eine Gruppe von Pägern der zuständigen Ersthelfer innerhalb kürzester Zeit über den Vorfall informiert werden können.

Die funktionalen und nicht funktionalen Systemanforderungen wurden in einem gemeinsamen 57-seitigen Dokument „WP1 — System Use Cases and Requirements“ (D1.1) festgehalten. Eine wichtige Anforderungsklasse sind die max. Latenzen bei der Kommunikation zw. Melder (Sensoren) zur Infrastruktur und von der Infrastruktur zu den Alarmgebern (Aktoren).

Einen Einblick dazu liefert folgende Tabelle:

Timeout	Bedeutung	Wert
T <sub>VORALARM_WILLENTLICH</sub>	Dauer des Voralarms in Sekunden bei einem willentlich ausgelöstem Personennotruf.	3 s
T <sub>VORALARM_UNWILLENTLICH</sub>	Dauer des Voralarms in Sekunden bei einem unwillentlich ausgelöstem Personennotruf.	15 s
T <sub>REAKTIONSZEIT_WILLENTLICH</sub>	Siehe [VDEV0825-1] (Seite 7, <i>Willensabhängiger Personenalarm</i> ) und [DGUV112139] (Seite 23).	≤ 2 s
T <sub>REAKTIONSZEIT_UNWILLENTLICH</sub>	Siehe [VDEV0825-1] (Seite 7, <i>Willensunabhängiger Personenalarm</i> ) und [DGUV112139] (Page 23).	≤ 90 s
T <sub>FOLGERUF</sub>	Sobald der Initial- und erste Folgeruf an die PNEZ übermittelt wurde, wird weiterhin (kontinuierlich) nach Lokalisierungsinformationen gesucht. Die weiteren Folgerufe werden in regelmäßigen Abständen von T <sub>FOLGERUF</sub> Sekunden an die PNEZ übertragen.	180 s
T <sub>PNG-MELDUNG</sub>	Höchstzulässige Übermittlungszeit einer Meldung vom Personen-Notsignal-Geräte (PNG) an die Personen-Notsignal-Empfangszentrale (PNEZ)	≤ 2 s
T <sub>STATUS_INTERVAL</sub>	Der zeitliche Abstand zwischen zwei Statusmeldungen (in Sekunden)	180 s

### 2.1.2 Definition von Softwareschnittstellen

Das Gesamtsoftwaresystem des ausfallsicheren drahtlosen Warnsystems ist in mehrere relevanten Subsysteme unterteilt. Nach der Definition der Systemanforderungen und Definition der Systemkomponenten erfolgte die Beschreibung der Softwareschnittstellen zwischen den Subsystemen. Unser Fokus lag auf den Schnittstellen des Radio Core Moduls (End-Points). Diese finden einmal im Pager Anwendung (zum Partner: SWI) und einmal in der IO-Bridge (zum Partner: SWT). Des Weiteren musste die Schnittstelle der Basisstation zu den höheren Schichten im Backend erweitert werden. Der vorgeschlagene Systementwurf lässt sich in die nachstehend aufgeführten Software-Komponenten und Schnittstellen untergliedern:

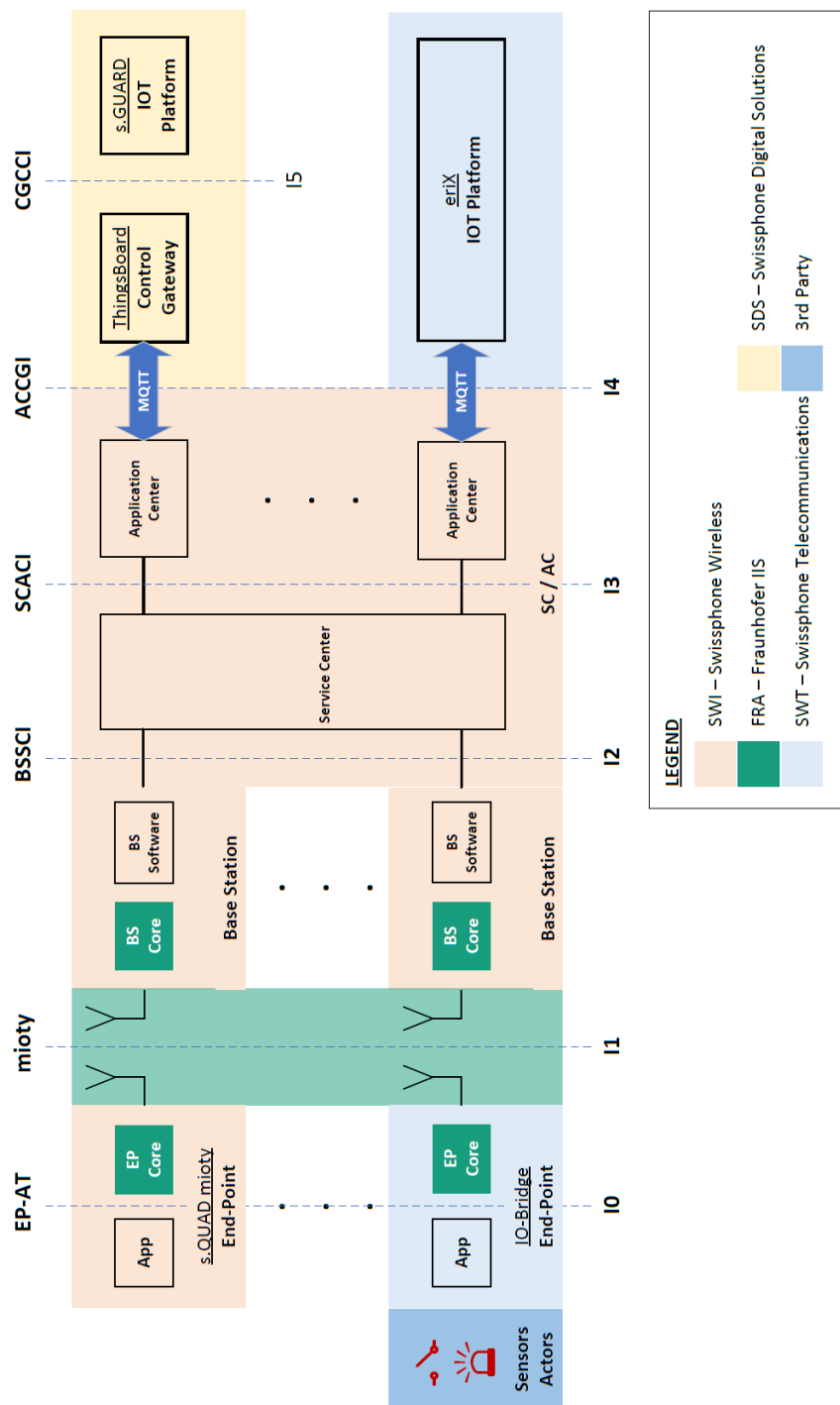


Abbildung 2 Software-Komponenten

Folgende Schnittstellen lagen in unserem Zuständigkeitsbereich:

**EP-AT:**

Diese Schnittstelle wird zur Steuerung eines mioty-Endpunktmodems verwendet. Es ermöglicht dem Benutzer, das Modem zu konfigurieren und benutzerdefinierte Nutzdaten mit der Funktechnologie zu übertragen. Die Protokollspezifikation wurde einem 46-seitigem Dokument „MIOTY® EP AT PROTOCOL - AT Command Set Specification - v3.0.0“ niedergeschrieben.

Darstellung der  
Forschungsergebnisse

**BSSCI:**

Das Base-Station-Service-Center-Interface (BSSCI) beschreibt die Kommunikation zwischen einer mioty-Basisstation und dem Service Center. BSSCI basiert auf einer persistenten TLS-gesicherten TCP-Verbindung zwischen der Basisstation und dem Service Center. Diese Verbindung wird von der Basisstation nach dem Systemstart aufgebaut und bei einem Verbindungsverlust wiederhergestellt. Die Spezifikation erfolgte im Dokument „Base Station Service Center Interface - v1.1.0“ (39 Seiten).

**SCACI:**

Das ServiceCenter-ApplicationCenter-Interface (SCACI) beschreibt die Kommunikation zwischen dem Service Center und dem Application Center. Das SCACI basiert auf einer persistenten TLS-gesicherten TCP-Verbindung zwischen dem Service Center und dem Application Center. Diese Verbindung wird vom Anwendungszentrum nach dem Systemstart aufgebaut und bei einem Verbindungsverlust wiederhergestellt. Dokumentiert wurde die Schnittstelle im Dokument „Service Center Application Center Interface - v1.1.0“ (29 Seiten).

Für jede Schnittstelle existiert also ein separates Dokument. Zusammen bilden sie D1.2..

2.2

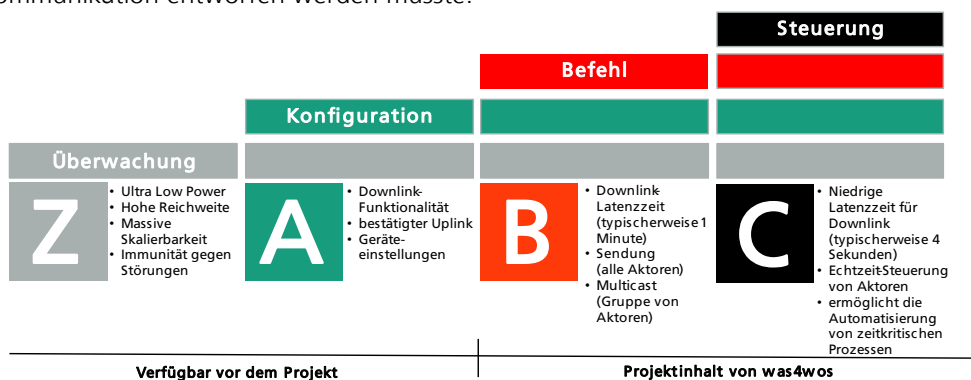
Entwicklung des Funkkommunikationssystems (AP2)

Dieses Arbeitspaket wurde exklusiv von Fraunhofer IIS bearbeitet und gliederte sich in die Teilarbeitspakete „Entwurf des Funkkommunikationsprotokolls“, „Entwicklung von Algorithmen und Performance-Simulation“ und „Implementierung eines Kommunikationsprototypsystems“.

2.2.1

**Entwurf des Funkkommunikationsprotokolls**

Entsprechend den Anforderungen aus dem Alleinarbeiterschutz wurde das Funkkommunikationsprotokoll entworfen. Abweichend zum Projektantrag stellte sich heraus, dass eine Class B Funktionalität für die hohen Zeitanforderungen nicht ausreichend war, sondern für die Allarmierung der Alleinarbeiter zusätzlich eine Class C Kommunikation entworfen werden musste.



**Abbildung 3 Geräteklassen des mioty-Protokolls**

Class B beschreibt ein mioty®-Netzwerke bestehend aus Basisstation (BS) und N-beliebigen End-Points (EP), welche - zu fest definierten Zeiten – Downlink-Nachrichten von einer BS zu einzelnen (Singlecast), mehreren (Multicast) oder allen (Broadcast) EPs senden kann. Wesentlich hier ist, dass im Vergleich zu Class A kein Uplink zuvor nötig ist, da der/die EPs dauerhaft Zeit- und Frequenzsynchron zur BS Beacons empfangen. In

dem dazugehörigen Beacon-Raster können dazu zusätzlich von der BS an adressierte EPs Daten gesendet werden. Round-trip-times liegen, bedingt durch das Beacon Raster und den damit fest vorgeschriebenen Bursts in den Core- und Extension-Frames, bei etwa einer Minute.

Class C baut auf Class B, bei dem die EPs bereits synchronisiert sind, auf. Class C (light) soll hierbei die Latenz auf Kosten des Energieverbrauchs nochmal drastisch reduzieren, indem die dazugehörigen Daten zwischen den Class-B-Bursts ausgesendet werden. Das Beacon-Raster, bestehend aus den Core-Frames für die Synchronisierung und den Extension-Frames für die Daten, gilt für Class C nicht mehr. Lediglich das Raster für mögliche Bursts wird beibehalten, damit sich Class B und C nicht gegenseitig negativ beeinflussen. Weiterhin benötigt Class C keinen Core-Frame als solchen mehr und kann im Prinzip zu einem beliebigen Zeitpunkt zwischen den Class-B-Bursts ausgesendet werden. Damit reduziert sich die Latenz. Dafür muss der EP jedoch zwischen jedem Class-B-Burst-Paar das Radio zum Empfangen einschalten.

### 2.2.2 Entwicklung von Algorithmen und Performance-Simulation

Abbildung 4 stellt für den mioty® Class B Downlink die Paketfehlerrate (PER) für unterschiedlich lange Payloads dar. Ausgehend vom Core Frame, ist ein Sensitivitätsverlust von circa 1,5 dB bei einer Payload von 153 Byte beobachtbar. Für geringere Datenmengen liegt der Verlust jeweils bei 1,0 dB und geringer.

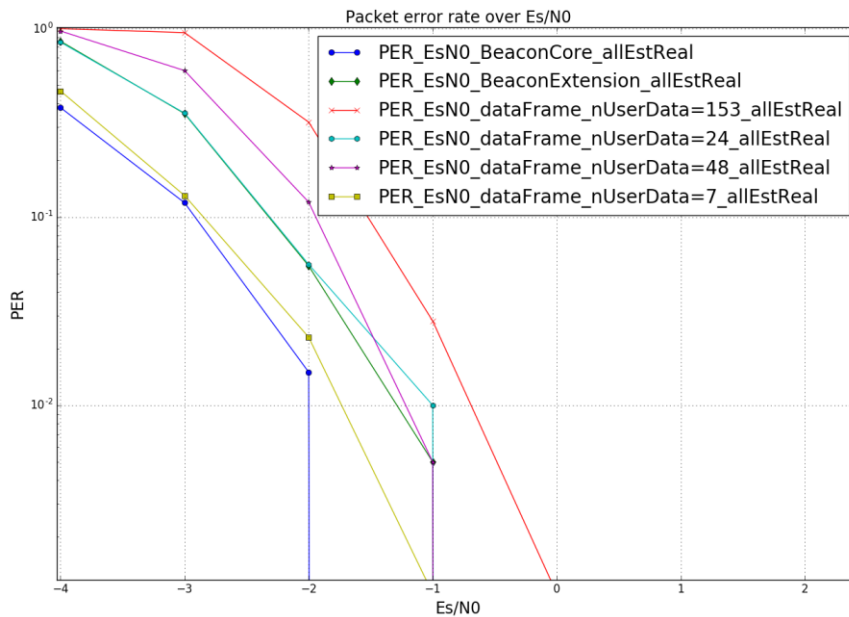
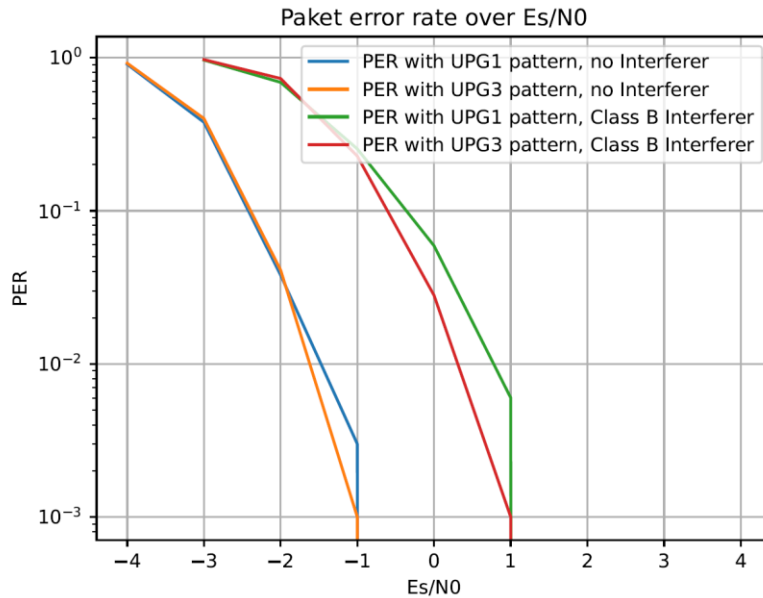


Abbildung 4 Paketfehlerrate über dem Symbolenergie-Rauschleistungsdichte-Verhältnis für verschiedene Paketlängen

Abbildung 5 zeigt besonders den Vergleich zwischen der Low-Latency-Variante (UPG3) und dem normalen Sendemuster (UPG1) für den Uplink bei gleichzeitigen Class-B-Downlink-Übertragungen mit einem Duty Cycle von 20%. Als Vergleich sind ebenfalls die Übertragungen für beide Muster ohne Class-B-Störer gezeigt. Die 20% Downlink-Duty-Cycle führen zu einem ungefähren Verlust der Sensitivität von 2 dB. Darüber hinaus ist die Empfindlichkeit bei ungestörtem Betrieb, also ohne Downlink, für beide Sendemuster ihrer Leistungsfähigkeit in etwa gleich. Bei gestörtem Betrieb hingegen zeigt sich das Low-Latency-Muster um circa 0,5 dB leistungsfähiger.



-----  
**Darstellung** der  
 Forschungsergebnisse  
 -----

**Abbildung 5 Paketfehlerrate: Low Latency vs. Normal**

### 2.2.3 Implementierung eines Kommunikationsprototypsystems

Für eine erste Erprobung der neu konzipierten Class-BC-Algorithmik wurde ein bereits vorhandener Class A EP (basierend auf dem Chip EFR32FG23x von Silicon Labs) dahingehend modifiziert, dass dieser mit einem externen Takt von einem Signalgenerator versorgt wird, welcher ebenfalls die BS speist. Hiermit konnte ein Frequenzversatz zwischen beiden Systemen vermieden werden und ein notwendiges Nachregeln der EP auf die BS-Frequenz vermieden werden. Die mioty® Core-Library wurde um die notwendigen Funktionen auf EP und BS für eine erste synchrone Kommunikation erweitert. Zur Analyse der Rohdaten (IQ-Basisband-Abtastwerte) wurden diese via serieller Schnittstelle auf dem PC visualisiert und ausgewertet. Damit konnte eine erste erfolgreiche synchrone Class-B-Kommunikation realisiert werden.

## 2.3 Hardware-Entwicklung (AP3)

Ein optimiertes Antennendesign ist entscheidend, um die gewünschte Kommunikationsreichweite für die Uplink-Verbindung (vom Pager zur Basisstation) sowie die Downlink-Verbindung (von der Basisstation zum Pager) zu gewährleisten. Im Rahmen des Teilpakets „Verbesserung des Antennensystems“ hat das Fraunhofer IIS das bestehende Antennensystem des Pagers analysiert und Konzepte entwickelt, um das integrierte Antennensystem trotz strenger Vorgaben bezüglich Größe, Design, Mechanik, Kosten und Komplexität zu optimieren. Dabei wurden auch Optimierungspotenziale durch den Einsatz aktiv abstimmbarer Antennen identifiziert.

Zwei Anpassungsnetzwerke aus diskreten Komponenten für die Anpassung des Radio-Front-End EFR32FG23x an die Johanson Chip Antenne 0830AT54A2200E für den mioty® Sende- und Empfangsbetrieb wurden ausgearbeitet und mittels kombinierter Simulation aus Layoutdaten und diskreten Komponentenwerten in PathWave Advanced Design System (ADS) evaluiert.

Die beiden ausgearbeiteten Netzwerke (TX-RX Direct-Tie-Matching und Separate TX-RX Matching) erzielen ähnliche Verluste im Sendemodus als auch im Empfangsmodus und zeigen sich ähnlich empfindlich gegenüber Bauteilvariationen:

-----  
**Darstellung** der  
Forschungsergebnisse  
-----

- Beim „TX-RX Direct-Tie Matching“ sind Sendepfad und Empfangspfad direkt miteinander verbunden. Die Komponenten in den Pfaden sind so ausgelegt, dass der Empfangspfad im Sendebetrieb hochohmig ist und im Gegenzug der Sendepfad im Empfangsbetrieb hochohmig ist. Zudem gewährleistet der Sendepfad im Sendebetrieb eine effektive Unterdrückung gegenüber der 3ten Harmonischen.
- Beim „Separate TX-RX Matching“ sind Sendepfad und Empfangspfad durch einen Schalter (BGS12WN6) getrennt, der entsprechend dem Betriebsmodus geschaltet werden kann.

Eine Yield-Analyse bezüglich erzieltm TX-Matching wurde für beide Netzwerke durchgeführt und kritische Komponenten, die eine erhöhte Anforderung an die Bauteiltoleranzen haben, wurden identifiziert.

Entsprechend den vorgeschlagenen Netzwerken wurde das PCB-Layout von SWI angepasst und in die Simulationen mit einbezogen und die benötigten Bauteilwerte neu berechnet.

## 2.4 Software-Entwicklung (AP4)

Unsere Arbeiten im Bereich Software-Entwicklung konzentrierten sich auf Implementierung der Funkkommunikation auf dem Funkknoten (EP) und auf der Basisstation (BS). Abgeschlossen wurde das Arbeitspakete mit umfangreichen Softwaresystemtests.

### 2.4.1 Implementierung der Funkkommunikation auf dem End-Point

In der mioty Core-Library wurde der aktuelle Software-Stack erfolgreich um die neuen Funktionen erweitert. Zur Umsetzung der geringen Latenzen im Downlink wurde eine völlig neue Softwarearchitektur im End-Point entwickelt und umgesetzt. Diese ist nun nicht-blockierend und kann die asynchrone Downlink-Information verarbeiten.

Je nach den Spezifikationen in WP1 wurde sowohl eine Single-Mikrocontroller-Lösung als auch eine Lösung mit zwei Mikrocontrollern (einer für die Anwendungsfunktionalität und einer für die Funkkommunikation) implementiert. Bei der Ausführung beider Funktionen auf einem Controller wird die Funkbibliothek über eine Funktionsschnittstelle gesteuert. Bei der Verwendung von zwei Controllern kommt das AT-Protokoll über eine serielle Schnittstelle (UART) oder alternativ über ein binäres SPI-Schnittstellenprotokoll zum Einsatz. Diese Schnittstellen gewährleisten zudem die Trennung der Aufgaben zwischen Fraunhofer IIS (Funkprotokoll) und Swissphone (Anbindung an die Applikation).

Die im Arbeitspaket 2 neu entwickelte Funkkommunikation wurde bis zur Hannover Messe 2023 auf dem EP vollständig implementiert und in Form eines Demonstrators dort vorgeführt. Für den EP galt es zwei wesentliche Softwareteile zu implementieren. Die oben bereits beschriebene Schnittstelle stellt den ersten Teil der Software dar. Die neu hinzugekommenen AT-Befehle zum Synchronisieren und Zuweisen von Gruppen-EUIs zur Realisierung von Gruppennachrichten (Single Cast/Multicast/Broadcast) wurden implementiert. Die AT-Schnittstelle wurde an die aktualisierte Rückgabe-Funktionalität der neuesten Core-Library-Version angepasst. Jetzt

erscheinen die Rückgabewerte nicht mehr in fester Reihenfolge. Stattdessen wird jeder Schritt von der Core-Library bestätigt, sobald er abgeschlossen ist. Ein Beispiel dafür ist ein Sendebefehl, der von der Core-Library quittiert wird, sobald er angenommen wurde. Dieser wird sofort als AT-Befehl zurückgegeben, obwohl der Sendevorgang noch nicht abgeschlossen ist. Der Abschluss des Sendevorgangs wird erst quittiert, sobald dieser tatsächlich abgearbeitet ist. In der Zwischenzeit können andere Befehle ausgeführt werden, was in den Vorgängerversionen nicht möglich gewesen ist.

Der zweite Software-Teil umfasst die Einbettung der mioty® Core-Library in einen dafür vorgesehenen Hardware Abstraction Layer (HAL), welcher die notwendigen Hardware-Ressourcen des eingesetzten Mikrocontrollers einbindet. Im Rahmen des Projektes wurde die mioty-Funktionalität auf die moderne System-on-Chip (SoC) Plattform Flex Gecko EFR32FG23x der Firma Silicon Labs implementiert. Die wesentlichen Schwierigkeiten lagen beim Scheduling der einzelnen Bursts der gleichzeitig einsetzbaren Übertragungen (Class Z/A und Class B/C). Im Vergleich zur Class-Z/A-Implementierung des mioty®-Stacks muss nun ein Time-Tracking über die gesamte Betriebsdauer des EP realisiert werden, damit dieser zeitsynchron zur BS bleibt.

In einem letzten finalen Schritt waren noch Optimierungen an der Code-Basis der mioty® Core-Library und des Hardware Abstraction Layers (HAL) nötig, da die neue Geräteklasse gesteigerte Anforderungen an die Rechenzeit und das Scheduling stellt.

## **2.4.2 Implementierung der Funkkommunikation auf der Basisstation**

Die Basisstation ist über eine Netzwerkschnittstelle (BSSCI: BaseStation-ServiceCenter-Interface) mit dem Backend verbunden. Das Radio-Frontend ist über eine Transceiver-API angebunden, mit der die Implementierung auf verschiedenen Hardwareplattformen ausgeführt werden kann. Fraunhofer IIS war für die Kernimplementierung des Funkprotokolls (Detektion, Dekodierung, usw.) verantwortlich, die auf dem definierten Zielsystem ausgeführt wird.

Es wurde eine C++-Implementierung der entwickelten Algorithmen zur Funkkommunikation erstellt und auf Echtzeitverarbeitung hin optimiert. Die Algorithmen zur Funkkommunikation wurden in einem weiteren Schritt in die BS Software Architektur integriert. Die neuen Funktionalitäten auf Funkebene wurden über entsprechende Erweiterungen der Schnittstellen zwischen den Protokollschichten auf der BS und in Richtung des Backends durch die Verarbeitungskette fortgeführt und verfügbar gemacht. Um in der BS die zeitgenaue Aussendung von Beacon-Übertragungen zu ermöglichen, wurden neue Scheduling-Mechanismen implementiert.

Durch diese Maßnahmen konnte ein erster funktionsfähiger Echtzeitbetrieb auf der Zielhardware erreicht werden. Ebenso ist eine Steuerung der neuen Funktionen durch die Systemkette in das Backend hinein möglich.

Die Steuerung der Geräteklassefunktionalität wurde durch die Systemkette in das Backend hinein ermöglicht, die das Aktivieren von neuen Features sowie das Beauftragen von Datenpaketen über einen Downlink ermöglicht.

## **2.4.3 Softwaresystemtests**

Parallel zur Software-Entwicklung wurden kontinuierlich Softwaretests implementiert und nachgezogen. Diese beinhalten für den EP im Wesentlichen die Grundfunktionalität der mioty® Core-Library. Hierfür kommen die vom Fraunhofer IIS selbst betriebene Gitlab-Umgebung mit der CI/CD-Funktionalität inklusive der Google-Test-Bibliotheken zum

Einsatz. Um die neuen Funktionalitäten auf MAC- und LLC-Ebene isoliert und mit höherer Geschwindigkeit testen zu können, wurde ein Softwaretest mit direkter MAC-zu-MAC-Kommunikation zwischen EP- und BS-Implementierung erstellt. Darüber hinaus wurde ein Software-EP implementiert, um HW spezifische Probleme im Gesamtsystem von der reinen Softwareverarbeitung der Daten zu entkoppeln. Die Funktionalität der Plattformspezifischen Software (HAL), wurde während der Validierung unter Teilpaket 5.3 überprüft und optimiert.

Die Software- und Firmware-Tests wurden um Funktionen für die neue Geräteklasse erweitert. Diese umfassen die CI/CD-Umgebung in Gitlab, einen Software-End-Point, sowie Tests auf MAC-zu-MAC-Ebene mit dem Ziel, mögliche Fehler effizient zu lokalisieren und die Implementierung softwareseitig zu validieren.

## 2.5 Integration, Validierung, Herstellung der Prototypen (AP5)

In Vorbereitung und im Rahmen der Integration wurde in einem ersten Schritt die Kommunikationstechnologie in Laborumgebung validiert und in einem weiteren Schritt die Subsysteme zu einem vollständigen System integriert.

### 2.5.1 Kommunikationstechnologie in Laborumgebung validiert

Bei den Tests zur Validierung der Kommunikationstechnologie werden in einem kabelgebundenen Laboraufbau durchgeführt, um Interferenzen auf der Funkschnittstelle möglichst gering zu halten und die reine Funktionalität des Systems sicher zu stellen. Um die Performance auf EP und BS zu verifizieren werden nacheinander Class-Z-, Class-A-, Class-B- und Class-C-Telegramme versendet und deren Empfang geprüft. Darüber hinaus werden die Telegramme auch gemischt versendet, um sicherzustellen, dass ein gleichzeitiges Empfangen auf dem EP zu jeder Zeit gewährleistet ist und keine Daten verloren gehen. Außerdem wurden mittels Splitter zwei EPs an eine BS angeschlossen, um ebenfalls die durch Class B/C hinzugekommenen Funktionalitäten der Gruppenadressierung, Multicasts und Broadcast in minimal Konfiguration und möglichst Interferenzfrei zu erproben.

**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt typische Latenzzeiten d er verschiedenen Device-Klassen, wie sie nun implementiert und validiert wurden:

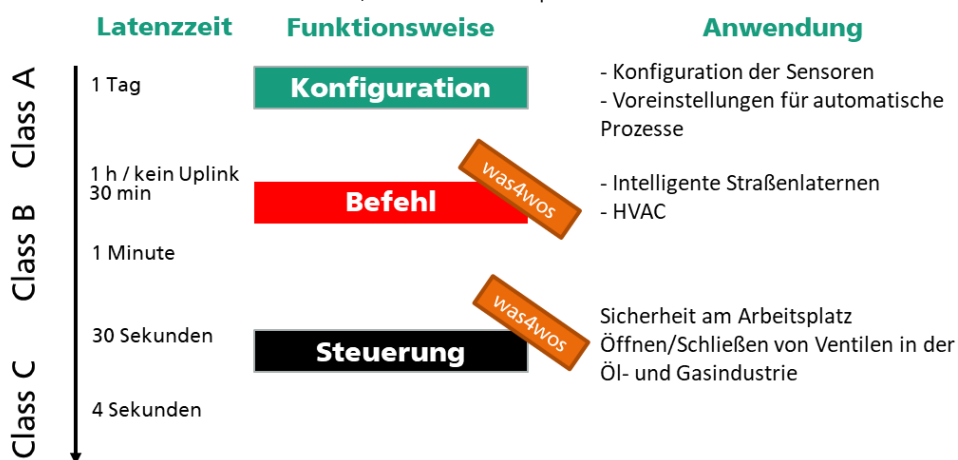


Abbildung 6 Typische Latenzzeiten für die verschiedenen Downlink-Klasse

## 2.5.2

### Vollständige Systemintegration von Subsystemen

Das Fraunhofer IIS hat die Funktionalität und die Leistung des gesamten Kommunikationssystems validiert und die durch die neue Gerätelasse hinzugefügten Funktionen der Gruppenadressierung, der Multicasts und des Broadcasts überprüft und sichergestellt. Eine wichtige Aufgabe war die Vorbereitung des Demonstrators für die Hannover Messe 2023 dessen Designkonzept in Abbildung 7 zu sehen ist. AP 5 wurde damit abgeschlossen.



Abbildung 7 Designkonzept des Messedemonstrators

## 2.6

### Anwendungsfeldtests (AP6)

Im finalen technischen Arbeitspaket führten wir Feldtests bei einem Anwender durch, um das System in der Zielumgebung zu erproben. Dazu wurden in einem ersten Schritt interne Vortests durchgeführt, bevor das System beim Unternehmen ifm installiert wurde.

#### 2.6.1

##### Interne Vortests

Die Aussagekraft der bei Anwendungsfeldtests gesammelten Daten hängt in hohem Maße von der Methodik ab, die für die Datenerfassung und -analyse gewählt wurde. Wir haben erste Testkriterien für die Bewertung der Ergebnisse der groß angelegten Tests definiert. Unser Fokus lag dabei auf der Sicherheit der Kommunikation und der Qualität der Konnektivität. Im Rahmen von Task 6.1 wurden bei internen Systemtests kleinere Fehler identifiziert und behoben.

#### 2.6.2

##### Tests im großen Maßstab

Gemeinsam mit den Projektpartnern haben wir die technischen Aspekte der Feldtests vorbereitet. Probleme, die während der Tests auftraten, konnten schnell und unkompliziert gelöst werden. Bei einer Abschlussveranstaltung beim

Anwendungspartner wurde die Testumgebung überprüft und ein Feedback zum abgeschlossenen Test eingeholt.

-----  
**Darstellung** der  
Forschungsergebnisse  
-----

Die Leistungsfähigkeit des Projektergebnisses konnte in einem letzten Schritt auf dem Werksgelände der ifm electronic GmbH an deren Logistik- und Vertriebsstandort in Tettngang beweisen:

Auf dem ifm-Gelände galt es auf einer Fläche von 45.000 m<sup>2</sup> zwei Gebäude mit jeweils über 2.500 m<sup>2</sup> und mehreren Etagen zu überwachen. Eine Herausforderung, an der viele drahtlose Notfallsysteme wegen der vorhandenen Komplexität solcher Szenarien scheitern und die zeitkritischen Funksignale nur schwer Außenfassaden bzw. Betonwänden durchdringen können. Mit nur zwei Basisstationen konnten wir das Umfeld der Alleinarbeiter abdecken, so dass alle Notfallalarmlösungen der Tests die Ersthelfer erreichten. Die getestete mioty-Alleinarbeitenden-Lösung besteht aus drei Komponenten. Dem Pager s.QUAD M55-Gerät für Alleinarbeitende und Ersthelfer, der m.Base mioty-Basisstation und dem webbasierten SOS-Portal zur Absicherung des Alleinarbeitenden.

Im Test wurden nach der erfolgreichen Durchführung auch weitere Potenziale für den Einsatz über den Alleinarbeiterschutz hinaus identifiziert, die an die Forschenden des Fraunhofer IIS herangetragen wurden. Die Optimierung von Produktionsprozessen, z. B. mittels mioty-Pager zur zügigen manuellen Fehlerbehebung, nicht nur in einem Werk, sondern auch in weiteren Niederlassungen, konnten so ebenfalls komfortabel und sicher realisiert werden. Zusätzlich können auch weitere Nachrichten zur Steuerung von Fertigungsprozessen, Anlagenzuständen und Logistiksteuerung gesendet werden. Die Komplettlösung soll so perspektivisch aussehen, dass sie z. B. in einem größeren Konzern für alle Standorte weltweit übernommen werden könnte.

## 2.7

### Projektmanagement und Koordination (AP7)

#### 2.7.1

##### **Gesamtverwaltung des Projekts**

Wir unterstützten den Koordinator bei der Projektkoordination und übernahmen die interne Projektleitung.

#### 2.7.2

##### **IP-Überwachung, Bewertung und Schutz**

Fraunhofer IIS hat die IP ihrer eigenen Ergebnisse in den Mittelpunkt gestellt und sorgte gemäß interner Verfahren für deren Schutz. Die Ergebnisse von Patentrecherchen wurden in einer ersten Version des IPR-Berichts, in dem die aktuellen Ergebnisse in Bezug auf die Rechte an geistigem Eigentum erläutert werden, fixiert. Dieser Bericht wurde im späteren Projektverlauf aktualisiert und fortgeschrieben.

## 2.8

### Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Der zahlenmäßige Nachweis wurde von der Fraunhofer Zentrale gesondert zugestellt.

## 2.9

### Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die geleisteten Arbeiten, die in Kapitel 2.1 bis Kapitel 2.7 beschrieben wurden, waren alle notwendig und angemessen, um ein bidirektionales Funkprotokoll zur Durchdringung ganzer Gebäude und mit geringen Latenzen zu realisieren. Der Prototyp heute zeigt sich so vielversprechend, dass es mehrere Interessenten dafür gibt.

## 2.10

### Voraussichtlicher Nutzen

Die Ergebnisse aus dem Projekt was4wos sollen mittels eines zuverlässigen und ausfallsicheren Echtzeitsystems zukünftig Alleinarbeiter schützen und unbemerkte Unfälle vermeiden – Menschenleben sollen gerettet werden. Die entwickelte Notsignal-Anlage für Alleinarbeiter hilft damit Endanwendern wie großen Firmen, die Sicherheit ihrer Mitarbeiter zu erhöhen und gleichzeitig Kosten zu senken. Ebenso besteht die Option, das System für weitere kundenspezifische Anwendungsfälle zu erweitern.

Diese neuartige Technologie erhöht den Kundennutzen:

- **Ausfallsicher:** Höchste Verfügbarkeit dank vollständiger Unabhängigkeit von der Infrastruktur Dritter, sowohl für Downlink- als auch für Uplink-Anwendungen - Alarmierung und Schutz von Einzelpersonen.
- **Vereinheitlichung:** Einheitliches System für den Schutz und die Alarmierung von Alleinarbeitern mit robusten, ergonomischen und einfach zu bedienenden, einheitlichen Geräten, die auf industrielle Umgebungen zugeschnitten sind.
- **Kosteneinsparungen durch Synergieeffekte:** Optionale Systemerweiterung für kundenspezifische geschäftskritische IoT-Anwendungen, die eine bidirektionale Kommunikation mit geringer Latenz erfordern.

Da Fraunhofer nicht selbst in der Vermarktung von Hardware tätig ist, sind unsere Kunden die Hersteller der einzelnen Komponenten, welche die Funktechnologie integriert haben.

Wir unterscheiden dabei zwischen folgenden Herstellergruppen:

- Hersteller von Endgeräten (Pager, Bridges, Sensoren, Aktoren)
- Hersteller von Basisstationen

Im Rahmen eines Kooperationsvertrags, der zu Beginn des Projektes abgeschlossen wurde, wird sichergestellt, dass das Konsortium die Veröffentlichung der Projektergebnisse unterstützt.

Die Schutzrechte und urheberrechtlich geschützten Werke, die Fraunhofer IIS im Projekt was4wos mit einbringt, wurden im Konsortialvertrag detailliert erfasst und werden im Rahmen der Möglichkeiten nach dem Projektende gegen angemessene Lizenzgebühren zur Verwertung angeboten.

Folgende Ergebnisse und dazugehörige Verwertungsschritte sind geplant:

- Patent-Lizenzen durch Ansprache von mioty-Alliance-Mitgliedern, Einbringen in die Standardisierung und Erweiterung des Lizenzpools
- Software-Lizenzen End-Point: Portierung auf weitere Hardware-Plattformen, Lizenzverträge aufsetzen bzw. ergänzen und bisherige Endgerätehersteller ansprechen

- Software-Lizenzen Basisstationen: Dokumentation für Entwickler und Evaluierungs-Software erstellen, Lizenzverträge aufsetzen bzw. ergänzen und bisherige Basisstationshersteller ansprechen.

-----  
**Darstellung** der  
Forschungsergebnisse  
-----

Der Projektpartner Swissphone plant derzeit Produktentwicklung auf Basis unserer Projektergebnisse. Weitere Industrieunternehmen, insb. KMU, haben ebenfalls Interesse an der Lizenzierung unserer Ergebnisse.

Eine weitere sinnvolle Verwertung ist die Erschließung weiterer Märkte mit Lösungen auf Basis der Projektergebnisse.

## 2.11

### Fortschritt bei anderen Stellen

Nach unserer Recherche und dem Austausch mit den Partnern gibt es keine relevanten Veränderungen zu den im Antrag benannten Entwicklungen und Produkten.

## 2.12

### Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Pressemitteilung (November 22, 2021): Das mioty LPWAN- und IoT-Technologieprotokoll von Fraunhofer ist in die neueste Silicon Labs Series 2 sub-GHZ SoC-Plattform EFR32FG23 integriert,

[https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/en/doc/pr/2021/20211122\\_mioty\\_silicon\\_labs.pdf](https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/en/doc/pr/2021/20211122_mioty_silicon_labs.pdf)

Am 19-20.9.2022 veranstaltete die mioty alliance zum ersten Mal ein "mioty Plugfest" mit mehr als 20 Unternehmen der mioty alliance. Ziel war es, Komponentenhersteller zusammenzubringen und die Kompatibilität sowie die Kommunikationskette zu testen. In diesem Zusammenhang konnten wir das Projekt dem bestehenden mioty-Ökosystem vorstellen und bewerben.

Wir hatten im gleichen Jahr eine Projekt-Website eingerichtet:

<https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv/net/projekte/alleinarbeiterschutz.html>

Die Website ist derzeit auf Deutsch und Englisch verfügbar.

Wir haben mioty auf der Wireless IoT tomorrow 2022 in Wiesbaden vorgestellt und eine Vorschau auf die neuen Features des was4wos-Projektes gegeben.

Fraunhofer IIS ist Gründungsmitglied der mioty-Alliance (<https://mioty-alliance.com>). Im Rahmen der Jahreshauptversammlung der mioty-Alliance im Dezember 2022 wurden die ersten Zwischenergebnisse vorgestellt und beworben. Insbesondere nach Projektabschluss soll die Alliance als Multiplikator-Plattform für die Ergebnisse des Projektes genutzt werden.

Wir haben den Alleinarbeiterschutz-Demonstrator auf der Hannover Messe 2023 und der IoT visions 2023 in Zürich vorgestellt und eine Vorschau auf die neuen Features gegeben.

Die neuesten Projektergebnisse haben wir den Mitgliedern der mioty-Allianz auf den mioty days im Dezember 2024 in Nürnberg und den Tagungsteilnehmern auf dem Wireless Congress 2024 in München vorgestellt.

Bereits im Verlauf des Projekts konnte Fraunhofer IIS zusammen mit Partnern die Überarbeitung der ETSI TS 103 357-Spezifikation, welche die Grundlage von mioty bildet, anstoßen. Im Rahmen dieser Standardisierungsaktivität konnten bereits die

Projektergebnisse von was4wos eingebracht werden. Die technischen Errungenschaften und Erweiterungen des mioty-Protokolls wurden in eine neue Version der ETSI-Norm aufgenommen und im Jahr 2024 veröffentlicht. Sie ist unter folgendem Link abrufbar: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/103300\\_103399/10335702/02.01.01\\_60/ts\\_10335702v020101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103300_103399/10335702/02.01.01_60/ts_10335702v020101p.pdf)

-----  
**Darstellung** der  
Forschungsergebnisse  
-----