

NFC Einsatz im Spital

Obwohl Near Field Communication eine relativ neue Technologie ist und noch nicht von allen grossen Smartphone Herstellern unterstützt wird, werden immer neue Anwendungsfälle entdeckt, wo der Einsatz dieser Technologie eine sinnvolle Verwendung findet. In einem Forschungsprojekt mit der Firma SenTec haben wir NFC im Spitalumfeld evaluiert und zwei konkrete Anwendungsfälle gefunden, wo dank NFC die Bedienung einer mobilen Applikation viel einfacher gestaltet werden konnte. In diesem Artikel geben wir zuerst einen Überblick über NFC und dessen Anwendungsgebiete und zeigen dann, wie wir NFC für unser Projekt konkret eingesetzt haben.

Emanuel Hediger, Jürg Luthiger | juerg.luthiger@fhnw.ch

Die Abkürzung NFC steht für „Near Field Communication“. Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung der schon weit verbreiteten RFID (Radio Frequency Identification) Technologie, einem System zur Identifizierung und Lokalisierung von Objekten mittels Transponder und Magnetwellen. NFC ermöglicht eine Datenübertragung mit einer Übertragungsfrequenz von 13,56 MHz und einer Datenübertragungsrate von maximal 424 kBit/s, dies bei einem Abstand von bis zu 10 cm. Im Vergleich zu anderen drahtlosen Technologien wie WLAN oder Bluetooth weist NFC einen geringeren Energiebedarf auf. Das ist ein wichtiger Vorteil vor allem beim Einsatz in einem Smartphone. Die Übertragung von kleinen Datenmengen im Bereich von wenigen Megabytes kann mit NFC ressourcenschonender umgesetzt werden. Das IMVS verfolgt seit längerer Zeit mit grossem Interesse die Entwicklung dieser Technologie [DG11].

NFC unterscheidet drei verschiedene Betriebsmodi [LR10]. Diese sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Eine einfache Sicherheit ist vor allem dadurch gegeben, dass sich die NFC-Mobiltelefone wäh-

Reader/Writer-Modus	Das NFC-Mobiltelefon wird zum Leser und kann passive NFC-Tags auslesen und mit Daten beschreiben.
Card-Emulation-Modus	Das NFC-Mobiltelefon ist passiv und emuliert ein NFC-Tag, typischerweise eine Smartcard. Ein RFID-Leser, z.B. ein Kassensystem oder ein Türschloss, greift auf das im NFC-Mobiltelefon emulierte Smartcard-Tag zu.
Peer-to-peer-Modus	In dieser Betriebsart können Informationen zwischen zwei aktiven NFC-Mobiltelefonen ausgetauscht werden. Es kann sich dabei um einen Gutschein handeln oder um gegenseitige Identifikationen, damit grössere Datenmengen danach über Bluetooth oder über das Internet kommuniziert werden können.

Tabelle 1: NFC Betriebsmodi

rend der Kommunikation nahe aneinander befinden müssen. Bei Bedarf sollte man die Daten aber verschlüsseln und z.B. bei Kreditkarten auf die minimal nötigen Daten zur Zahlung beschränken. Trotzdem sind „Man in the Middle“ Attacken möglich, falls das Signal abgefangen und mit veränderten Daten an das korrespondierende Gerät weitergeschickt werden.

iPhone unterstützt NFC soweit noch nicht. Jedoch gibt es diverse Android Smartphones, welche mit NFC ausgerüstet sind wie zum Beispiel das Samsung Galaxy SIII oder Samsung Google Nexus. Ab Version 2.3.3 (Gingerbread) wird von Android eine API zur Verfügung gestellt, um mit NFC zu kommunizieren. Dabei können Daten im standardisierten NDEF (NFC Data Exchange Format) [NDEF] oder benutzerspezifischen Format aus Tags gelesen werden oder mittels NDEF-Nachrichten von einem Gerät an ein anderes geschickt werden [BEAM].

In der Tabelle 2 sind typische Anwendungsszenarien aufgelistet wo die NFC-Technologie zum Einsatz kommen kann.

Pairing	Paarung und/oder Zuordnung von verschiedenen Geräten, Orten oder Objekte
Verbindungsaufbau	Initialer Aufbau einer bidirektionalen Bluetooth oder WLAN-Verbindung zwischen zwei Geräten
Zugangskontrolle	Authentifizierung eines Benutzers
Kryptografisch gesicherte Übertragung	Übertragung von sensiblen Daten (z.B. bargeldloses Zahlen)
Nahbereichskommunikation	Übertragung/Aufnahme von kleineren Datenmengen auf Kurzdistanz

Tabelle 2: Typische Einsatzszenarien der NFC Technologie

NFC Anwendungsbeispiele

Kreditkartenfirmen wie Mastercard mit payPass [MAPPP] und VISA payWave [VIPW] bauen NFC-Tags in ihre neuen Kreditkarten ein und unterstützen die Bezahlung kleiner Beträge per Smartphone. Bezahlssysteme wie GoogleWallet [GGWA], Paypal [PNFC], GiroGo [GIRG] (deutsche Sparkasse) oder MyWallet (deutsche Telekom) bieten ebenfalls NFC-Unterstützung. Somit ist es möglich, Bezahlungen ohne PIN-Eingabe zu tätigen, indem man lediglich das Gerät oder die Karte an das Lesegerät hält.

Ausserdem soll es in Zukunft möglich sein, vom Smartphone aus Daten via NFC an den Fernseher zu übertragen. So kann man bequem Musik oder Fotos auf dem Fernseher betrachten und muss dazu lediglich das Smartphone an den Fernseher halten.

Interaktive Werbeplakate können durch einfaches Berühren zu Zusatzinformationen wie Links auf Webseiten, Adressdaten oder sogar Gutscheine und Eintrittskarten führen.

Kfz-Hersteller Daimler, General Motors, Honda, Hyundai, Toyota und Volkswagen arbeiten mit Mobiltelefon-Herstellern wie Microsoft oder Samsung zusammen, um NFC in das Auto zu integrieren. Man will z.B. Eintrittskarten für eine Veranstaltung mit einem NFC-Tag ausrüsten, so dass man die Eintrittskarte auf einem Hotspot im Auto auflegen kann, um das Navigationsgerät zu aktivieren, welches dann den Weg zum Veranstaltungsort automatisch einstellt. Auch könnte das Mobiltelefon auf dem Hotspot kabellos aufgeladen werden oder es findet ein Austausch von multimedialen Inhalten zwischen Fahrzeug und Gerät statt.

Generell kann NFC als Autoschlüssel [CAKN] oder auch als Schlüssel für Hotels verwendet werden.

Kulturstätten oder Vergnügungsparks können NFC Schranken beim Eingang bzw. Ausgang installieren, so dass die Bezahlung einfacher ausgeführt werden kann. Oder sie stellen interaktive Karten zur Verfügung, welche die Kulturstätte mittels NFC-Tags interaktiv erklären und Zusatzinformationen bereitstellen [TUKU].

Der Spielkonsolen Hersteller Nintendo will die Spielkonsole Wii U mit NFC [NINF] ausrüsten, um z.B. Spielfiguren per NFC auf dem Spielfeld platzieren zu können. Activision hat NFC schon sehr erfolgreich für die Spielreihe Skylanders eingesetzt [SKLA]. Auch Disney baut mit dem Projekt Disney Infinity auf die NFC Technologie [DYIN]. Dabei hat man ein Portal (Platte zum Aufsetzen von Tags), Spielfiguren und sogenannte Powerdisks entwickelt. Die Spielfiguren wandern durch Platzieren auf dem Portal per NFC in das Spiel oder man kann per NFC neue Welten freischalten. Powerdisks geben den Spielfiguren Zusatzkräfte.



Abbildung 1: SenTec Digital Monitor (SDM)

NFC im Spitalumfeld

In einem Spital braucht man für eine sinnvolle Überwachung eines Patienten lückenlose Informationen über seine Ventilation und seine Sauerstoffversorgung. Deshalb entwickelte die Firma SenTec AG das Digital Monitoring System SDMS (Abb. 1). Das System ist mit einem innovativen Sensor ausgerüstet, um eine kontinuierliche und nicht-invasive Überwachung des Kohlendioxid-Partialdrucks (pCO₂), der Sauerstoffsättigung (SpO₂) sowie des Pulses in Echtzeit zu ermöglichen.

Innerhalb eines KTI-Projektes haben wir zusammen mit der Firma SenTec diese Überwachungsmöglichkeiten erweitert und ein Client-Server-System entwickelt, das dank einer mobilen Applikation eine kontinuierliche Beobachtung des Patienten jederzeit und überall erlaubt.

Bei der Entwicklung dieser mobilen Applikation ist grosser Wert auf die Benutzbarkeit gelegt worden. Da im Zentrum die Anforderungen und die Wünsche der Benutzergruppen stehen, ist es wichtig, dass die neue Applikation die existierenden Arbeitsabläufe des Spitalpersonals effizient unterstützt und nicht behindert. Mit einem benutzerzentrierten Design-Ansatz sind die verschiedenen Anforderungen ermittelt und in charakteristischen Nutzerprofilen zusammengefasst worden. Ebenso sind die Aufgaben und Ziele der Nutzer, Arbeitsabläufe und die Arbeitsumgebung, zu der auch die technischen Rahmenbedingungen zählen, in sieben Spitälern der USA und der Schweiz analysiert worden. Insgesamt resultiert daraus ein klar besseres Verständnis der Arbeitsabläufe beim Schichtwechsel, der Kommunikationskanäle und der Verantwortlichkeiten und dieses bessere Verständnis hat die Gestaltung der mobilen Applikation stark beeinflusst.

Aus den diversen Interviews identifizierten wir fünf verschiedene Benutzergruppen (Personas) mit der Hauptnutzerin „Xenia“. Xenia ist eine Pflegende. Sie ist auf ihrer Schicht für mehrere Patienten verantwortlich und braucht deshalb eine einfache Möglichkeit, um den Status der Patienten zu überblicken. Vor allem ist sie an den Alarmmeldungen interessiert. Das Benutzerszenario von Xenia kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Start der Schicht (Rapport mit Übernahme von Patienten, Login in das System).

2. Überwachung der Patienten, Übernahme neuer Patienten und Übergabe von Patienten, die aus der Station austreten.
3. Massnahmen in Alarmsituationen einleiten
4. Interaktion zwischen Patient-Arzt-Pflege koordinieren
5. Ende der Schicht (Patientenübergabe)

Die Integration der mobilen Applikation in dieses Szenario wird durch folgende Massnahmen umgesetzt:

- *Optimierte Informationen:* Es werden nur die Informationen angezeigt, die für den aktuellen Arbeitsschritt auch notwendig sind (Abb. 2), die der jeweiligen Benutzergruppe entsprechen und welche die bekannte Visualisierung aus dem Spitalumfeld aufnehmen.
- *Optimierte Interaktionen:* Durch Login über die Kamera mittels QR-Code, durch NFC Unterstützung bei der Übernahme von Patienten, durch NFC Unterstützung bei der Patientenübergabe während dem Schichtwechsel sind manuelle Eingaben auf ein Minimum reduziert worden.

Die Integration der NFC Technologie in den Arbeitsablauf von Xenia wird in den folgenden Abschnitten detailliert vorgestellt.

NFC Einsatz bei der Patientenübernahme

Xenia authentisiert sich bei Schichtbeginn auf dem Server. Während ihrer Schicht ist sie für die Betreuung von fünf Patienten zuständig. Xenia muss einen neuen Patienten überwachen. Der Patient liegt im Doppelzimmer 305 auf der rechten Seite. An der Wand neben dem Bett ist ein NFC-Tag angebracht und als Bettenplatz bzw. Raum „305 re“ auf dem Server registriert.

Xenia positioniert zuerst den SDM neben dem Patientenbett und schliesst danach die Sensoren an den Patienten an. Der SDM ist ebenfalls mit ei-

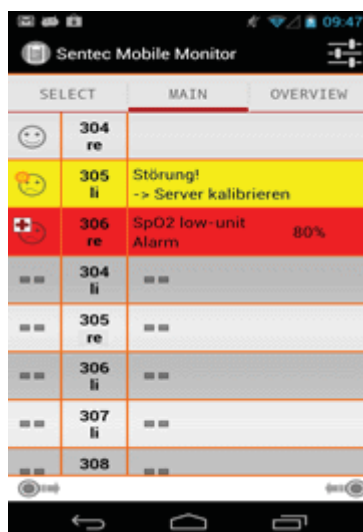


Abbildung 2: Übersichtsseite der mobilen Applikation. Pro Zeile ist ein Bettenplatz aufgelistet. Zusätzliche Informationen werden nur im Alarmfall eingeblendet.

nem NFC-Tag ausgerüstet und ebenfalls im Server hinterlegt. Sie liest nun mit ihrem NFC-fähigen Smartphone zuerst das NFC-Tag auf dem SDM aus und danach das NFC-Tag an der Wand. Durch das Scannen der beiden NFC-Tags wird eine Paarung zwischen SDM und Bettenplatz durchgeführt. Dank dieser Zuordnung von SDM zu Bettenplatz kann der Server die entsprechenden Patienteninformationen für Xenia bereitstellen und diese über ihre mobile Applikation anzeigen. Dieser Ablauf ist auch in Abbildung 4 dargestellt.

NFC Einsatz bei der Patientenübergabe

Wenn Xenia nun ihre Schicht beendet, muss eine Übergabe der Patienten an eine andere Pflegeperson stattfinden. Auf ihrem Smartphone hat Xenia immer noch die Liste ihrer überwachten Bettenplätze bzw. Patienten (Abb. 2). Um diese Patienten zu übergeben wählt Xenia zunächst die Patienten in ihrer Liste an und hält ihr Smartphone mit dem Rücken an das Smartphone der anderen Pflegeperson. Beide Smartphone sind mit NFC ausgerüstet. Xenia muss einen Dialog auf ihrem Smartphone quittieren, so dass der Transfervorgang gestartet wird. Die andere Pflegeperson bestätigt als Empfängerin ebenfalls über einen entsprechenden Dialog die Annahme der zu transferierenden Patienten. Jetzt kann der Server die neuen Zuordnungen vornehmen und Xenia aus der Verantwortung für ihre Patienten lösen. Danach kann Xenia ihre Schicht abtreten. Dieser Ablauf ist auch in Abbildung 5 dargestellt.

Remote Monitoring System V-CareNeT mobile

Die Software Lösung besteht grundsätzlich aus einem Server und mehreren Client Applikationen. Der Server kann eine beliebige Anzahl von SDMs integrieren. Er ist in der Lage mit dem SDM zu interagieren, Befehle zu senden, die gemessenen Patientendaten auszulesen und diese zentral abzuspeichern. Dazu ist der Server in verschiedene Module aufgeteilt (Abb. 3).

Der Server kann über seine Schnittstellen verschiedenen Client Applikationen Zugang bieten:

- *Mobile Monitor App (SMMA):* Mobile Applikation auf dem Smartphone. Sie erlaubt die mobile Überwachung von Patienten, die an einen SDM angeschlossen sind.
- *Monitor (SM):* Rich Internet Application (RIA) stellt eine Übersicht über alle aktiven SDMs zur Verfügung. Diese Anwendung dient zur Visualisierung verschiedener SDMs.
- *Administration App (SDA):* Administrationskonsole als Web Applikation. Hier wird die Gesamtapplikation konfiguriert.

Weitere Client Applikationen können jederzeit über die REST-Schnittstelle in das System integriert werden.



Abbildung 3: Software Architektur mit den wichtigsten Modulen. Der SenTec Digital Monitor (SDM) wird hier nur als Datenquelle betrachtet, obwohl das Gerät seine eigene Benutzerschnittstelle besitzt.

NFC und Mobile Monitor App SMMA

Wie man anhand der beschriebenen Anwendungsszenarien erkennt, wird NFC auf zwei verschiedene Arten eingesetzt. Im ersten Beispiel wird im NFC Betriebsmodus Reader/Writer ein Pairing zwischen SDM und Bettenplatz durchgeführt. Dadurch wird eine implizite, eindeutige Zuordnung zwischen dem Patient bzw. seinem Bettenplatz und dem SDM, an dem der Patient angeschlossen ist, erstellt. Implementierungsdetails dazu werden im nächsten Abschnitt vorgestellt.

Im zweiten Beispiel wird im Peer-to-Peer Modus eine Nahbereichskommunikation aufgebaut, um die „digitale“ Übergabe der betreuten Patienten zwischen zwei Pflegepersonen zu unterstützen. Dank NFC Einsatz spart das Pflegepersonal bei diesen Arbeitsschritten erheblich Zeit. Mühsames Eintippen oder Auswählen von SDM-Nummer und Bettenplatznummern entfallen und auch die Übergabe von überwachten Patienten geht schnell und braucht nur eine Bestätigung der beiden teilnehmenden Pflegenden. Auch zu diesem Anwendungsfall werden noch Implementierungsdetails angegeben.

Implementierungsdetails zur Patientenübernahme

In Abbildung 4 sind die Interaktionen zwischen den Software-Modulen dargestellt, die bei der Übernahme eines neuen Patienten involviert sind. NFC wird in den Sequenzen „SDM Tag lesen“ und „Raum Tag lesen“ eingesetzt. Mit Raum-Tag ist

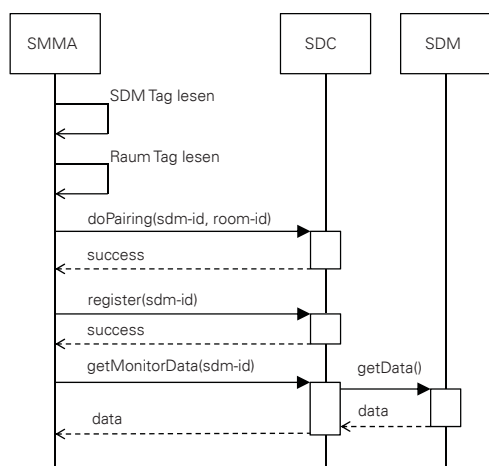


Abbildung 4: Sequenzdiagramm bei der Übernahme eines Patienten zwischen mobiler Applikation SMMA, Server SDC und SenTec Monitor SDM

hier das Bettenplatz-Tag gemeint. Beim Lesen eines NFC-Tags wird Android einen sogenannten *Intent* auslösen. Jede Applikation kann diesen *Intent* verarbeiten, sofern die entsprechenden Einstellungen vorgenommen sind. In unserem Falle ist es jedoch wichtig, dass das Android System den *Intent* an die SMMA Applikationen weiterleitet. Es ist deshalb notwendig, dass die SMMA Applikation entsprechende Massnahmen trifft. Die SMMA Applikation ist beim Lesen eines Tags aktiv und im Vordergrund. Mit dem Flag *FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP* kann das NFC-Subsystem nun so konfiguriert werden (Listing 1), dass es den NFC *Intent* direkt an die Anwendung im Vordergrund leitet, also an die SMMA Applikation. Der NFC *Intent* löst in der Activity einen Statuswechsel von Running auf Paused zurück zu Running aus. Deshalb kann über die Lifecycle-Methode *onResume()* die entsprechende Applikationslogik für das Lesen der beiden NFC-Tags gestartet werden.

Um das Handling der NFC-Tags, die auf den SDMs und bei den Patientenbetten verteilt werden müssen, möglichst einfach zu gestalten, ist bewusst auf das explizite Beschreiben der NFC-Tags verzichtet worden. Die Tags haben deshalb lediglich eine Identifikationsnummer und keine Meldung im NDEF-Format.

Implementierungsdetails zur Patientenübergabe

In Abbildung 5 ist die Sequenz bei der Übergabe der Patienten dargestellt. Mit „SDM auswählen“ ist gemeint, dass die mit den Bettenplätzen und Patienten assoziierten SDMs selektiert werden.

Im Peer-to-Peer Modus können NDEF-Meldungen mit der Android Beam Technologie von einem Smartphone zum anderen übertragen werden. In Listing 2 sieht man, dass die NDEF-Meldung alle SDM-IDs im JSON Format enthält. In #1 werden die selektierten SDMs ausgelesen, um in #2 die NDEF-Meldung zu erzeugen. Die JSON-Formatierung der SDM-IDs startet auf Zeile #3.

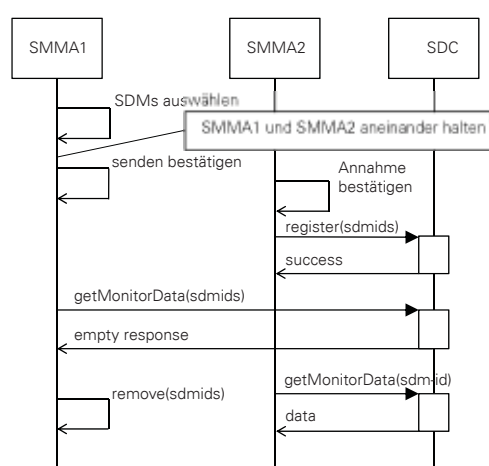


Abbildung 5: Patientenübergabe durch den Transfer der entsprechenden Patienten bzw. der assoziierten SDMs


```

...
// Create and prepare intent to signal "singleTop" for the android runtime system
nfcIntent = PendingIntent.getActivity(activity, 0, new Intent(activity,
    activity.getClass()).addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP), 0);
...
// Give priority to the foreground activity when dispatching a discovered nfc tag
nfcAdapter.enableForegroundDispatch(activity, nfcIntent, null, null);
...

```

Listing 1: Die relevanten Code-Sequenzen für das Dispatching beim Einlesen eines NFC-Tags

In Abbildung 5 erkennt man, dass das empfangende SMMA (SMMA2) die erhaltenen SDMs mittels ihren IDs bei der Serverapplikation SDA registriert. Durch den Registrierungsprozess werden die entsprechenden Zuordnungen für das sendende SMMA (SMMA1) entfernt. Bei der nächsten Datenabfrage wird SDA keine Daten zurücksenden können, da der entsprechende SDM nicht mehr für das SMMA registriert ist. Nun kann das SMMA die betroffenen SDMs aus der Beobachtungsliste entfernen.

Zusammenfassung

Dank Einsatz der NFC-Technologie können wichtige Arbeitsschritte beim Patienten-Monitoring benutzerfreundlicher gestaltet werden. Mühsames manuelles Eintippen entfällt sowohl bei der Patientenübernahme wie auch bei der Patientenübergabe komplett. Die NFC-Unterstützung in Android ist gut und stabil. Die bereitgestellten APIs vermindern den Programmieraufwand deutlich. Noch fehlt aber die Erfahrung dieser NFC-Anwendung im täglichen Alltagseinsatz, da der Prototyp bisher keinem grösseren Praxistest ausgesetzt werden konnte.

Referenzen

- [BEAM] <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc/nfc.html>
- [CAKN] <http://www.nfcworld.com/2011/02/15/35998/morpho-announces-nfc-key-fob-that-connects-to-any-wifi-phone/>
- [DG11] Dominik Gruntz; NFC mit Android, IMVS Fokus-Report, 2011.
- [DYIN] <https://infinity.disney.com/de-ch>
- [GGWA] <http://www.google.com/wallet/buy-in-store/>
- [GIRG] <http://www.girogo.de/>
- [LR10] Josef Langer, Michael Roland, Anwendungen und Technik von Near Field Communication (NFC), Springer Verlag, Sept 2010
- [MAPP] http://www.mastercard.com/de/privatkunden/innovationen_paypass.html
- [MYWA] <http://www.my-wallet.com/>
- [NDEF] <http://www.nfc-forum.org/specs/>
- [PNFC] <http://www.androidpit.de/PayPal-Android-App-jetzt-mit-NFC>
- [SKLA] <http://www.skylanders.com/>
- [TUKU] <http://www.touch2go.biz/nfc-tourismus-kultur.html>
- [VIPW] http://www.visaeurope.com/en/cardholders/visa_paywave.aspx

```

public NdefMessage getNdefMessage(NfcEvent event) {
    final String appName = "application/ch.imvs.sentec.client.mobile";
    if (selectedMonitors.size() == 0) {
        return null;
    }
    byte[] msgContent = getSelectedMonitors();
    return new NdefMessage(createMimeRecord(appName, msgContent));
}

private NdefRecord createMimeRecord(String mimeType, byte[] payload) {
    byte[] mime = mimeType.getBytes(Charset.forName("US-ASCII"));
    return new NdefRecord(NdefRecord.TNF_MIME_MEDIA, mime, new byte[0], payload);
}

private byte[] getSelectedMonitors() {
    try {
        JSONObject monitors = new JSONObject();
        monitors.put(TRANSFER_OBJECT_HEADER, TOT_MONITOR_LIST);
        monitors.put(TRANSFER_OBJECT_DEVICE_ID,
            SettingsManager.getInstance().getDeviceId());
        monitors.put(TRANSFER_OBJECT_COUNT, selectedMonitors.size());
        JSONArray mlist = new JSONArray();
        for(int i = 0; i < selectedMonitors.size(); i++) {
            mlist.put(selectedMonitors.get(i).getSdmId());
        }
        monitors.put(TRANSFER_OBJECT_DATA, mlist);
        return monitors.toString().getBytes();
    } catch (JSONException ex) {
        ...
    }
}

```

Listing 2: Code um eine NDEF-Message mit den SDM-IDs als JSON-Array zu erzeugen