

# Smartwatch auf den digitalen Vormarsch

Vincent Bärtsch

Hochschule Rhein-Main

Fachbereich: Angewandte Informatik

vincent.baertsch@student.hs-rm.de

## ABSTRACT

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zum einen die Funktionsweise und die einhergehenden Probleme der Smartwatches aufzuzeigen und zum andern diese dann zu bewerten. Zu diesem Zweck wurden mehrere vergleichbare Arbeiten eingesehen und vier verschiedene Smartwatches mit unterschiedlichen Betriebssystemen verglichen, die seit September 2020 auf dem Markt sind. Die vorliegende Arbeit gibt zunächst einen Überblick über die historische Entwicklung der Smartwatches und stellt dabei fest, dass die Erfindung der Sensoren für die Aufzeichnung von Körperbewegungen bereits bis in die Renaissance zurück zu verfolgen ist. Im weiteren Gliederungsteil wird die Funktionsweise der Smartwatches beschrieben. Anschließend daran werden Probleme der Smartwatches aufgelistet: Batterie, Display, Datenschutz und der Suchtfaktor. Bei der Batterielaufzeit wird ein Prototype vorgestellt, der Energie aus der Umgebung beziehen kann und so eine längere Batterielaufzeit umsetzt. Bei der Bewertung des Displays wird klar, dass die geringe Größe sogar ein Vorteil sein kann. Auch wird noch eine Möglichkeit beschrieben, wie das Display in das dreidimensionale gehen kann. Beim Datenschutz wird anhand des Beispiels von PINs oder Passwörtern aufgezeigt, dass die Möglichkeit besteht, Daten aufzunehmen, welche eventuell nicht unbedingt aufgenommen werden sollen. Auch wird Bezug auf die vorgestellten Modelle genommen und erläutert wie sicher die einzelnen Daten bei den Unternehmen sind. Zum Schluss wird noch das Problem der Sucht behandelt, anhand der Frage ob eine Smartwatch süchtig machen kann, da man theoretisch immer und überall erreichbar ist?

## KEYWORDS

Smartwatches, Funktionen, Apple Watch, Galaxy Watch 3, Historie, Huawei Watch Fit, TicWatch Pro 3, Displays, Batterie, Datenschutz, Sucht

## 1. EINLEITUNG

Die Mobilien Geräte unserer heutigen Zeit werden immer leistungsfähiger und kompakter. Ein gutes Beispiel für diesen Trend sind die Smartwatches. Diese Geräte sind so klein, dass man sie ohne Probleme wie eine analoge Uhr am Handgelenk tragen kann. Sie bieten jedoch noch weitaus mehr Funktionen als die alten Klassiker, was im Folgenden noch beschrieben wird. Diese Entwicklungen im Bereich der Technologie sind erstaunlich, wenn man bedenkt, dass wir noch vor 51 Jahren mit ca. 4 Kilobyte Arbeitsspeicher zum Mond geflogen sind [1] und wir heute mit 768000 Kilobyte Arbeitsspeicher am Arm über die Straßen laufen.

Der Begriff „Smartwatch“ gehört zu dem Überbegriff „Wearable“. Die Bezeichnung stammt aus dem Englischen und heißt so viel wie „am Körper tragbare Elektronik“. Dazu zählen Smartwatches, aber

auch Fitness-Tracker oder Brillen wie die Google Glass. In der Arbeit von Cecchinato, Cox et al. [2] definieren sie eine Smartwatch mit ein am Handgelenk getragenes Gerät mit Rechenleistung, welches sich über eine drahtlose Kurzstreckenverbindung mit anderen Geräten verbinden kann, Alarmbenachrichtigungen liefert und persönliche Daten über eine Reihe von Sensoren sammelt, speichert und darüber hinaus über eine integrierte Uhr verfügt.

In der Arbeit von Homayounfar, Malekijoo et al. [3] stellen sie da, dass Smartwatches seit 2016 den drittgrößten Marktanteil bei Wearable haben. Smartwatches gehören zu den beliebtesten Verbrauchergeräten auf dem Markt. Das stetige Wachstum deutet darauf hin, dass der Smartwatch-Markt bis 2022 auf den zweitgrößten Anteil, mit geschätzten 109,2 Millionen Einheiten, die bis Ende 2022 weltweit ausgeliefert werden, wächst. Diese Statistik wurde noch vor der Pandemie durch COVID-19 erstellt. In Folge der Pandemie wurde das Interesse deutlich größer, persönliche Gesundheitsdaten zu überwachen. Bereits 2018 informierte das Statistische Bundesamt anlässlich der Konferenz „Messung der Preise“ [4], dass Apple und Samsung den Markt beherrschen und traditionelle Uhrenhersteller verdrängen.

## 2. VERGLEICHBARE ARBEITEN

Diese Arbeit soll unter anderem einige Problematiken bei der Verwendung von Smartwatches aufzeigen. Dies ist zum einen die Batteriekapazität. Dieses Problem beschreiben auch Homayounfar, Malekijoo et al. [3] in ihrer Arbeit und zeigen mit Daten von 832 realen Nutzern wie die Qualität der Smartwatch-Batterie verbessert werden kann. Hierbei zeigt die Arbeit Erkenntnisse zu Smartwatch-Batterienutzungsmustern, Geräteherstellern, Entwicklern und Dienstleistern auf.

Als weitere Schwierigkeit soll hier die Darstellung von Daten auf kleinen Displays behandelt werden. In der Arbeit von Blascheck, Besancon et al. [5] wird eine Wahrnehmungsstudie durchgeführt, wobei Diagrammtypen Balkendiagramme, Donut-Diagramme und radial Balkendiagramme mit den Datengrößen von 7, 12 und 24, auf Smartwatches getestet wurden. Als Ergebnis ließ sich feststellen, dass Balken- und Donut-Diagramme auf Smartwatch-Displays optimal wären, wenn schnelle Datenvergleiche gebraucht werden.

In der Arbeit von Pizza, Brown et al. [6] stellen sie sich die Frage „Wie werden Smartwatches in den Alltag integriert“ und überprüft dieses mit Hilfe einer Kamera am Körper von 14 Probanden in 34 Tagen. Durch die Videos wird gezeigt, dass die Smartwatch über einen schnellen, unaufdringlichen und wenig störenden Zugang zu eingehenden Informationen verfügt. Zudem beschreibt er, dass die Uhren gute Begleitgeräte für Smartphones sind.

In ihrer Arbeit von Wang, Lai et al. [7] wird einen Weg beschrieben, mit dem man E-Mails, Passwörter oder PINs einfach mit der

Hilfe von einer Smartwatch aufzeichnen könnte. Sie kamen danach zu dem Ergebnis, dass man mit Hilfe der Beschleunigungsmesser und Gyroskop-Signale Mikrobewegungen so aufzeichnen kann, dass man Aufschluss darüber bekommt, was eine Person auf der Tastatur genau tippt.

In der Arbeit von Ryan [8] wird die Technologie Bluetooth Low Energy dargestellt. Mit dieser Funktion kann eine stromsparende Verbindung aufgebaut werden. Er fand dabei heraus, dass Aspekte die bei der Entwicklung der Technologie weggelassen wurden zu Sicherheitslücken führen. Außerdem beschreibt er theoretische Angriffe wie Schlüssel-Neuverhandlung und Man-in-the-Middle.

In der Arbeit von Cechinato, Cox et al. [9] werden Benachrichtigungen von digitalen Geräten und Kommunikationsnutzung von Smartwatches behandelt. Außerdem wird aufgezeigt wie sich die ständige Verbindung am Handgelenk auf die Nutzer auswirkt. Dabei finden sie sogar raus, dass eine Smartwatch hilfreich sein kann, um nicht immer auf das Smartphone zu schauen und direkt zu antworten.

### 3. SMARTWATCHES

In diesem Abschnitt wird auf die Historie der Smartwatches geschaut und ebenfalls die Funktionsweise von diesen erklärt. Außerdem werden vier aktuelle Smartwatches vorgegestellt, wie sie heute auf dem Markt angeboten werden.

#### 3.1 Historie

Kamijoh, Inoue et al. [10] nennen in ihrer Arbeit die IBM Linux Watch als erste wirkliche Smartwatch, die im Jahr 2000 entwickelt wurde. Sie besitzt ein Touchpanel und ein Rollenrad für die primäre Eingabe. Auch hat sie einen Neigungsschalter für die Erkennung von Armbewegungen. Die IBM Linux Watch hat eine Maße von 35,3 x 27,5 x 3,0 mm.

Nach Cecchinato, Bird et al. [2] haben erst im Jahre 2012 die Smartwatches erhebliche Relevanz im Markt gewonnen. Im selben Jahr wurde die Pebble Smartwatch auf der Crowdfunding Plattform „Kickstarter“ erfolgreich finanziert. Mit dem Erscheinen der Apple Watch im Jahre 2015 gewann die Smartwatch dann endgültig an allgemeiner Beliebtheit. Dieser Erfolg ist aus dem wachsenden Weltmarkt zu erkennen.

Heutzutage haben die Uhren erhebliche Mengen an Funktionen wie Schrittzähler, Lagesensoren, Beschleunigungsmesser, Höhenmesser, Positionsbestimmungssysteme, Herzfrequenzmesser, Blutdruckmesser, VO2max Messer und Schlafmesser. Erstaunlicherweise wurden viele der verwendeten Sensoren aber nicht im Zeitalter der Smartwatch entwickelt. Denn die Ideen für diese Sensoren waren oft schon lange Zeit vorher vorhanden wie zum Beispiel die Idee des Schrittzählers. Erste Pläne für diese Idee gab es sogar bereits in der Renaissance wie die Arbeit von Bassett, Toth et al. [11] zeigt, in der dargestellt wird, dass 1472 Leonardo da Vinci einen Schrittzähler erfand. Er wurde an der Hüfte getragen und über einen Hebelarm mit dem Oberschenkel verbunden. Nach jedem Schritt bewegten sich dann Zahnräder und zählten so einen Schritt mit.

Auch die Grundzüge des Höhenmessers wurden bereits im 17. Jahrhundert entdeckt. Das Buch „The History of the Barometer“ von Middleton [12] beschreibt, dass der italienische Physiker und Mathematiker, Evangelista Torricelli, 1644 nach einer Idee von Galileo Galilei das Quecksilber-Barometer entwickelte. Dieses konnte benutzt werden, um die Höhenmeter zu messen. Hierfür wurde ein Quecksilber gefülltes Rohr in ein Becken mit weiterem Quecksilber

eingetaucht. Der vorhandene Luftdruck wirkt auf die Oberfläche des Beckens ein und deswegen entleert sich das Rohr nicht vollständig. Je nach Füllstand des Rohres konnte man dann den Luftdruck messen und so die Höhenmeter berechnen.

#### 3.2 Funktionen

Die Funktionalitäten einer Smartwatch listen schon Pizza, Brown et al. [6] in ihrer Arbeit auf. Die Grundfunktion sind die Uhr und das Datum anzuzeigen. Doch auch Wetterdaten oder Schrittzahlen können dargestellt werden. Hier kann zudem aus verschiedenen Uhrdisplays ausgewählt werden. Wenn Smartwatches nicht benutzt werden, schalten sie automatisch auf einen Energiesparmodus um. Entweder schaltet sich das Display komplett aus oder ein energiesparendes Display schaltet sich ein. Bei einem Anruf oder einer SMS bekommt man eine Benachrichtigung, mit Ton und einer haptischen Vibration, auf der Uhr angezeigt. Auch lassen sich Nachrichten direkt mit der Smartwatch beantworten. Die meisten Smartwatches sind mit einem Smartphone verbunden. Hierbei kann die Verbindung entweder durch WLAN, Bluetooth oder Nahfeldkommunikation (NFC) hergestellt werden, wie Lipinski [13] in seiner Arbeit zeigt. Sensoren können Daten und wichtige Anwendungen in Bereichen Benutzerschnittstellen, Gesundheit, Kontexterkenkung, Aktivitätsnachverfolgung etc. erfassen. Diese Daten legen jedoch persönliche Informationen offen, warnen Wang, Lai et al. [7] in ihrer Arbeit. Auf die Datensicherheit wird später nochmal ausführlicher eingegangen.

Sensoren wie zum Beispiel den modernen Schrittzähler beschreiben Holbrook, Bareira et al. [14] in ihrer Arbeit. Für die aktuellen Smartwatches wird der Mechanismus, der aus einem piezo-elektrischen oder piezo-resistiven Beschleunigungsmesser besteht verwendet. Diese Methode ist viel zuverlässiger als die federgelagerten Schrittzähler, die vorher benutzt wurden und Probleme bei langsamen Gehgeschwindigkeiten und/oder übergewichtigen Personen hatten.

Um die Qualität des Schlafs zu beurteilen, wird in der Medizin die Polysomnographie angewandt. Diese ist jedoch sehr teuer und unbequem, was auch den Schlaf stören kann. Aus diesem Grund ist eine Smartwatch eine gute Möglichkeit, den Schlaf zu tracken, meinen Alfeo, Barsochi et al. [15]. Hierbei werden die Bewegungen und die Herzschlagrate aufgezeichnet und dadurch die einzelnen Schlafphasen über einen Algorithmus ausgewertet. Damit Smartwatches die Herzfrequenz messen können, liegt ein Lichtsensor direkt auf der Haut auf. Hiermit können dann auch weitere Daten berechnet werden, wie zum Beispiel der EKG Wert.

Die Bedienung der Smartwatch erfolgt über Knöpfe und/oder Touchscreens. Lipinski [13] empfiehlt bei der Entwicklung zu beachten, dass die Bedienung oft in Bewegung und im Freien erfolgt. Dies führt dazu, dass Schmutz oder Feuchtigkeit an die Uhr gelangen können.

#### 3.3 Apple Watch Series 6

Die neueste Smartwatch des Unternehmens Apple Incorporated [16] ist die Apple Watch Series 6. Sie benutzt das Betriebssystem watchOS 7 und wird mit dem Slogan „Die Zukunft der Gesundheit am Handgelenk“ beworben. Die Uhr hat einige Sensoren, wie zum Beispiel die Messung der Herzfrequenz oder ein Dezibel Messgerät, welches den Träger warnt, wenn dieser dauerhaft zu lauten Geräuschen ausgesetzt ist. Ebenso hat die Uhr einen Beschleunigungssensor, der Stürze aufzeichnet und automatisch einen Notruf

ausführen kann. Hierbei wird direkt, mit Hilfe des GPS, ein Standort übermittelt. Die neueste Entwicklung ist das Elektrokardiogramm, kurz EKG. Das EKG kann den Sauerstoffgehalt im Blut messen und, laut Apple, damit das Wohlbefinden eines Menschen messen. Zusätzlich hat Apple aufgrund der aktuellen Pandemie eine Händewasch-Funktion hinzugefügt. Diese erkennt, wenn der Träger zu Hause ankommt und erinnert ihn daran, sich die Hände zu waschen. Sobald der Waschvorgang beginnt, stellt die Uhr einen 20-Sekunden-Timer an.

Mit der Mobilfunk Technologie Cellular kann man die Uhr komplett autark benutzen, ohne Smartphone. Das bedeutet, dass man Telefonieren, SMS versenden und in das Internet gehen kann, obwohl keine Verbindung mit dem Smartphone besteht. Man benötigt für diese Funktion allerdings einen passenden Mobilfunkvertrag. Ebenso ist die Uhr nach ISO Norm 22810:2010, bis zu 50 Meter Tiefe, wassergeschützt. Mit ca. 420 Euro gehört die Apple Watch Series 6 zu den teureren, der hier vorgestellten, Modellen. Es besteht zudem die Möglichkeit, eine hochwertige Smartwatch mit Titangehäuse und einem Edeltstahl Gliederarmband zusammenstellen, die dann 1.246 Euro kostet.

### 3.4 Galaxy Watch 3 LTE 41mm Mystic Silver

Die Smartwatch wurde von Samsung Group [17] entwickelt und verwendet das Betriebssystem Tizen. Wie auch in der Apple Watch Series 6 befindet sich in der Galaxy Watch 3 ein Elektrokardiogramm. Die Funktion des Messens von Blutsauerstoff wird auf dem deutschen Markt hingegen erst im März 2021 angeboten. Um den Schlaf zu analysieren, arbeitet Samsung mit der National Sleep Foundation zusammen. Die Smartwatch kann die REM-Schlafphasen, Tiefschlafphase und die gesamte Schlafdauer aufzeichnen. So kann die Uhr ein Schlafprotokoll erstellen, welches man dann auf seinem Smartphone im Detail anschauen kann. Auch nimmt die Uhr Schritte und Bewegungen auf und kann diese mit einem Algorithmus analysieren und so Tipps geben, um die Lauftechnik zu verbessern. Zudem ist die Smartwatch noch mit einem Barometer, mit einem Lagesensor und mit einem Lichtsensor ausgestattet.

### 3.5 Huawei Watch Fit Graphite Black

Die Smartwatch von Huawei [18], ist das günstigste Modell (129 Euro), welches hier vorgestellt wird. Das Betriebssystem, LiteOS, ist von Huawei. Huawei wirbt mit dem Versprechen: „Persönlicher Fitnesstrainer fürs Handgelenk“. Auch diese Smartwatch misst die Sauerstoffsättigung, besitzt einen GPS-Sensor, kann die Herzfrequenz und das Stressniveau messen und nimmt den Schlaf auf. Huawei bietet zusätzlich noch Trainingsmodi in der Uhr an. In dieser App werden Übungen gezeigt und können dementsprechend über die Uhr aufgezeichnet werden. Für die Huawei Smartwatch werden, im Gegensatz zu der von Samsung oder Apple, keine Auswahlmöglichkeiten bei dem Gehäusematerial angeboten.

### 3.6 TicWatch Pro 3 GPS

TicWatch Pro 3 ist die neueste Smartwatch von Mobvoi Information Technology Company Limited [19] und verwendet das von Google entwickelte Betriebssystem WearOS. Das Besondere an dieser Uhr ist das Dual Display. Dies bedeutet, dass also zwei Displays aufeinander liegen. Zum einen ein leicht transparentes Display und darunter ein AMOLED Display. Das Interessante daran ist, dass das leicht transparente Display so gut wie keinen Strom verbraucht. Wenn man die Uhr in den Exential-Modus schaltet wird das AMOLED Display komplett ausgeschaltet und nur das trans-

parente Display zeigt die Daten an. Die Uhr kann somit stromsparend bis zu 45 Tagen laufen. Darüber hinaus kann die Uhr Alles, was die bereits vorher vorgestellten Smartwatches von Apple, Samsung und Huawei auch können.

## 4. PROBLEME

Für eine komfortable Handhabung müssen Smartwatches sehr klein bleiben, damit sie immer noch bequem am Handgelenk getragen werden können. Zudem müssen sie von der Größe und von dem Tragekomfort dem der klassischen Uhr ähnlich sein, um sich als Alternative zu dieser durchsetzen zu können. Hier erklären Homa-younfar, Malekijoo et al. [3] zwei wesentliche Probleme. Zum einen das kleine Display und zum anderen die geringe Batterielaufzeit. Das kleine Display führt schnell zu Handhabungsproblemen und die geringe Batterielaufzeit führt dazu, dass man die Uhr, im Gegensatz zum analogen Modell, oft aufladen muss. Hier ist allenfalls ein regelmäßiger Batteriewechsel, meist nach einigen Monaten fällig. Interessanter Weise führt die Tatsache, dass die Smartwatches klein sind und daher überall mitgenommen werden, zu einem weiteren Problem, nämlich dem Datenschutz. Wie bereits im Abschnitt 3.2 erwähnt, wird dadurch eine große Anzahl von persönlichen Daten in verschiedenen Bereichen erfasst. Auch beschreiben Cechinato, Cox et al. [9], dass wir in der heutigen Gesellschaft ermutigt werden immer online und erreichbar zu sein. Die Fragen die sich daraus stellen sind, ob Smartwatches eine „digitale Handschelle“ sind und ob sie das Suchtverhalten von Menschen verstärken?

### 4.1 Batterie

Aufgrund der vorher beschriebenen geringen Batterielaufzeit wird sehr viel Arbeit in die Entwicklung von neuen Ideen investiert, um dieses Problem zu beheben. Die Laufzeit einer Smartwatch beläuft sich ca. auf einen Tag erklären Lutze und Waldhör [20] in ihrer Arbeit. Aber es gibt interessante Ausweichideen, wie die bereits vorgestellte, „TicWatch Pro 3“ Smartwatch mit ihren zwei Displays. Auch der Quellcode von Smartwatches wird immer weiterentwickelt, sodass er stromsparender laufen kann. Ein Beispiel dafür ist Bluetooth Low Energy. Diese Technologie ist sehr energiesparend, aber sie verzichtet auf genau diesem Grund auch auf erhebliche Sicherheitsaspekte, wie zum Beispiel beim Schlüsselaustauschprotokoll, erklärt Ryan [8] in seiner Arbeit. Im Abschnitt 4.3 wird auf die Bedeutung des Datenschutzes bei den Smartwatches noch genauer eingegangen.

Mangno, Wang et al. reichen es noch nicht nur stromsparende und energieeffiziente Prozessoren zu entwickeln. Sie beschreiben [21] eine Möglichkeit um aus der Umgebung, Energie zu gewinnen und weisen auf einen Smartwatch Prototypen „InfiniWolf“ hin, welcher in das Matrix Powerwatch Gehäuse gebaut wurde. In diesem sind im Armband Solarpanels und ein TEG Wandler auf der Rückseite der Smartwatch eingebaut, um direkten Hautkontakt herzustellen. TEG steht für Thermoelektrische Generatoren und kann Temperaturdifferenzen in Energie umwandeln, definiert Schröter [22] in seiner Arbeit. Dadurch, dass die Smartwatch auf zwei Energiegewinnungsquellen zugreift ist sie relativ flexibel und kann in den meisten Fällen somit auch Energie gewinnen.

### 4.2 Display

Der Weiterentwicklung der Bildschirmgröße von Smartwatches sind viele Grenzen gesetzt. Bisher sind sowohl runde als auch eckige Bildschirme der Standard auf dem Markt, stellen Blascheck,

Besancon et al. [5] fest. Diese haben eine typische Auflösung zwischen 128-480px mit einem sichtbaren Bereich von 30-40mm. Nach einer Studie von Pizza, Brown et al. [6] richten sich 50% der Blicke auf die Smartwatch, um die Uhrzeit oder Informationen abzulesen. Diese Blicke dauern im Schnitt zwei Sekunden lang. 17% der Blicke gelten hingegen Benachrichtigungen, welche im Durchschnitt sieben Sekunden dauern. In Folge dieser Studie wird klar, dass 67% der Blicke auf die Smartwatch flüchtiger Art sind und in der Regel zwischen fünf und sieben Sekunden dauern. Aus dieser Erkenntnis folgt die Frage, wie man all diese Information geordnet und schnell erreichbar, auf ein so kleines Display bekommen kann, ohne dass es unleserlich, schwer zu bedienen oder sogar Bedienelemente entfallen müssen.

Deswegen unterteilt die Visualisierungsforschung diese Probleme in drei Themenbereiche: Mikrovisualisierungen, Datenglyphen und Visualisierungen von Wörtern (Word-Scale-Visualisierung). Mikrovisualisierungen definiert Brandes [23], in seiner Arbeit, als Visualisierung für kleine bis mittelgroße Displays. Dies erlaubt Daten in Augenhöhe darzustellen und bei richtiger Gestaltung auch sogar das Lesen auf einer Mikro- oder Makroebene zu ermöglichen. Gerade das kleine Display der Uhren bringt den Vorteil, dass man die verschiedenen Daten direkt kompakt und auf einem Blick sieht und nicht nach Informationen suchen muss, wie es auf dem Handy der Fall ist.

Eine andere interessante Möglichkeit stellen Mark, Fussell et al. [24] in ihrer Arbeit vor. Hierbei wird das normale Display mit einem transparenten Display erweitert, welches auf die Smartwatch gesetzt wird und so das Display in die 3D Ebene ausdehnt. Für die Zukunft möchten die Entwickler das Display fest an der Smartwatch befestigen und bei Bedarf soll man diese dann ausklappen können. So entstehen drei neuartige Interaktionstechniken: Pop-up Visuals, Second Perspective und Peek-through. Beim Pop-up Visuals ist es möglich, dass die Informationen aus dem Ziffernblatt auf dem 3D-Display angezeigt werden. Es ergibt sich hieraus der Vorteil, dass der Nutzer, ohne eine Bewegung mit dem Handgelenk zu vollziehen, aus dem Augenwinkel das Pop-Up erkennen kann. Für die Second Perspective ergibt sich der Hauptvorteil daraus, dass dem Benutzer die erforderlichen Informationen direkt zugänglich gemacht werden können. Zusammen mit der Kombination des Pop-Ups lässt sich zum Beispiel auf dem Hauptdisplay eine Route anzeigen und auf dem 3D Display ein Richtungspfeil. Mit der dritten Möglichkeit des Peek-through, kann das transparente Display als Augmented Reality-Display funktionieren und zum Beispiel eine Weltkugel in einen Raum darstellen.

### 4.3 Datenschutz

Seit der Verabschiedung der Datenschutz-Richtlinie im Jahre 1995 ist die technologische Entwicklung sehr schnell vorangeschritten. Verstärkte Rechnerleistung, Miniaturisierung und die zunehmende Vernetzung von Computern haben dazu geführt, dass Datenverarbeitungen das Alltagsleben ständig begleiten. Der Anspruch der heute geltenden DSGVO ist daher insbesondere, dass dem Einzelnen die Kontrolle über seine persönlichen Daten ermöglicht wird.

Dies verdeutlicht Reuter [25] in seinem Buch „Sicherheitskritische Mensch-Computer Interaktion“ mit einem Beispiel. In diesem geht es um einen Pulsmesser und einen Bewegungssensor die mit dem Smartphone verbunden sind. Das Gerät hat auch eine Bezahlfunktion und mit Hilfe von Herzschlagmuster, Aufenthaltsort und die Überprüfung vom Warenkorb benötigt man dafür nicht einmal ein

PIN, da durch die Daten eine automatische Autorisierung durchgeführt wird. Der Hersteller erhält stündlich Updatedaten von dem Gerät und speichert diese. Dies teilt der Hersteller aber auch in den zehn Seiten seiner Datenschutzerklärung mit. Infolgedessen kann der Hersteller über die Daten nahezu frei verfügen. Es können beispielsweise Daten an Supermärkte weiterverkauft werden, die damit ein Käuferprofil erstellen. Auch könnten die Daten an Versicherungen verkauft werden, die die Versicherungsprämien erhöhen, weil man scheinbar ungesund lebt. Das Reisen in andere Länder könnte unter anderem auch verwehrt werden, weil man nicht gewünschte Länder vorher besucht hat. Es könnte sogar ein Szenario erdacht werden, dass Arbeitgeber die Arbeitsleistung ihrer Arbeitnehmer messen und danach den individuellen Arbeitslohn bestimmen.

Liest man sich die Datenschutzrichtlinien von Samsung [26] durch, sieht man, dass Geräte-, Anmelde-, Standort-, Sprach-, Anzeigeinformation und Tastaturdaten gespeichert werden. Diese Daten können dann an angeschlossene Unternehmen, Geschäftspartner und Dienstleister weitergegeben werden.

Auch in den Datenschutzrichtlinien von Apple [27] wird beschrieben, dass personenbezogene Daten an Dritte weitergeben werden können. Aber bei diesem Hersteller wird zumindest festgelegt, dass die Daten nie verkauft oder zu Marketingzwecke an Dritte weitergegeben werden dürfen. Es wird außerdem beschrieben, dass die Offenlegung von Daten an Dritte notwendig sei wie im Beispiel von Mobilfunkanbietern. Zudem wurde in der Keynote 2014 für die erste Apple Watch festgelegt: „*Apple itself will never see your health data*“.

Bei Huawei kann mit „HUAWEI TruSeen™, 4.0 Technologie für die Herzfrequenzkontrolle, die Smartwatch die Herzfrequenz rund um die Uhr in Echtzeit überwachen. Das Unternehmen [18] verwendet in seiner Werbung hier erstaunlicher Weise oft den Begriff der „Überwachung“. „Überwachung, selbst wenn du schläfst“ oder mit „Überwachung für einen besseren Schlaf“ oder mit „überwacht effizient dein Stressniveau“. Huawei veröffentlicht ebenso wie Samsung, in ihren Datenschutzrichtlinien eine Liste mit den Angaben der Daten die gespeichert werden[28]: Kontoinformationen der Huawei ID, Kontaktdetails, Bestell- und Versandinformationen, Zahlungsinformationen, Produkt-Feedback, Gerätedetails, Kundenservice-Informationen, Community-Teilnahme und Standortdaten. Wie Samsung kann Huawei ebenfalls die gesamten Daten an Dritte weitergeben.

Da die Unternehmen gesetzlich verpflichtet sind, persönliche Daten nach Anfrage herauszugeben hat der Verfasser dies bei Samsung, Google und Apple angefordert. Von allen Unternehmen hatte er in den letzten Jahren eine Smartwatch. Nämlich die Samsung Gear S3 für den Zeitraum von einem Jahr, die Smartwatch von Fossil mit Google Uhren Betriebssystem ein halbes Jahr lang und zurzeit besitzt er die Apple Watch Series 5. Zusätzlich hatte er auf allen Smartwatches Google Maps benutzt. Die angeforderten Informationen kamen zwei Wochen später an. Es lässt sich feststellen, dass tatsächlich Gesundheitsdaten oder Daten von der Smartwatch, die auf die konkrete Person hinweisen, gespeichert wurden. Samsung hat nur unwesentlich später als die anderen Anbieter die angeforderten Informationen geliefert. Interessant ist, dass Daten des Verfassers gespeichert wurden, die ausweisen, wie viele Schritte an welchem Tag gelaufen wurden und wie hoch der Kalorienverbrauch war. Selbst das Essen, das man in einer Samsung App dokumentieren kann, wurde mitgeteilt. Es wurde also aufgezeichnet

wann, was mit welchen Kalorien, Eisengehalt und Zuckergehalt gegessen wurde. Auch die Geräte wurden gespeichert, die mit der Samsung Smartwatch verbunden waren. In der Liste ist beispielsweise ein iPhone 6, einschließlich des Gerätenamen und Geräte-nummer, aufgeführt. Selbst die Stimm-aufzeichnungen wurden als Ganzes gespeichert. Diese hat der Verfasser im Sprachassistenten Bixby benutzt. Von Google kam bis zum Abschluss dieser Facharbeit noch keine Rück-meldung.

#### 4.4 Sucht

Es ist schon selbstverständlich immer online und erreichbar zu sein. In der Arbeit von Cecchinato, Cox et al. [9] verweisen sie auf eine Studie, in der festgestellt wurde, dass sich die Nutzer mit durchschnittlich ca. 60 Benachrichtigungen am Tag beschäftigen. Aufgrund des sozialen Drucks wird in der Regel auch sofort auf diese geantwortet. Durch dieses Nutzungsverhalten können Sucht ähnliche Züge auftreten. Bezogen auf die Smartwatches könnte dieser Aspekt sich sogar verschlimmern. Denn wenn man nur noch eine Handbewegung braucht um die Benachrichtigung zu lesen, anstatt weitaus mehr Bewegung und Zeit aufzuwenden, um diese Benachrichtigung auf dem Smartphone lesen zu können, würde es eigentlich nahe liegen, dass das Sucht ähnliche Verhalten durch Smartwatches verschlimmert beziehungsweise attraktiver werden würde. Aber überraschenderweise ist das Gegenteil der Fall. Die Möglichkeit durch die Smartwatch einen schnellen Zugriff auf die Informationen haben zu können, hilft dem Nutzer dabei ihm das Gefühl zu geben nichts Wichtiges zu verpassen oder immer online sein zu müssen.

### 5. RESÜMEE

Aufgrund meiner persönlichen Erfahrungen und der anlässlich dieser Facharbeit gewonnenen Erkenntnissen, komme ich zu dem Ergebnis, dass Smartwatches ein wesentliches Element der digitalen Welt sind, da sie den Gebrauch des Smartphones mit seinen Bedienungsmöglichkeiten perfekt ergänzen. Dies könnte im weiteren Verlauf der Entwicklung sogar dazu führen, dass die Smartwatches die Smartphones ganz ersetzen könnten.

In erster Linie liegt der Vorteil in der Größe der Geräte. Obwohl die Displays so klein sind, kann man die wichtigsten Daten direkt durch eine Handbewegung auf einen Blick erkennen. Dazu ist allerdings erforderlich, dass man das Display entsprechend organisiert aufbaut und nicht mit Daten überlastet. Hinzufügend, ist die Bedienung von Smartwatches mit Hilfe von Touchscreen und Buttons einfach und selbsterklärend.

Da lässt man das Smartphone wahrscheinlich eher öfter liegen. Denn Anrufe und wichtige Nachrichten werden an die Smartwatch weitergeleitet und mit einem unauffälligen Vibrieren angekündigt, sodass eine zeitnahe Kontrolle sämtlicher eingehender Kontakte, sowohl Anrufe, Nachrichten und Emails, möglich sind. Als persönlich unwichtig bewertete Benachrichtigungen können zudem auf der Smartwatch separat ausgeschaltet werden.

Diese ständige Verfügbarkeit von Daten kann jedoch auch einen Nachteil darstellen. Im Bereich der Gesundheitsbegleitung kann eine Smartwatch zum anstrengenden Antreiber ihres Nutzers werden, wenn sich dieser durch die Datenerfassung im Ergebnis unter Druck gesetzt fühlt und wohlmöglich zu immer höheren Leistungen getrieben sieht. Die dauerhafte Übermittlung von Informationen im Bereich der Emails und der Anrufe kann ebenfalls zu einer Abhängigkeit führen. Der Nutzer sollte hier eigenverantwortlich von der Möglichkeit Gebrauch machen, zu entscheiden, welche Benachrichtigungen ausgeschaltet werden können.

Die beschriebene Displayerweiterung mit einem transparenten Display ist als unhandlich zu bewerten, sodass diese voraussichtlich in der Zukunft nicht in Smartwatches verbaut werden. Viel wahrscheinlicher ist es, dass smarte Brillen getragen werden, die den direkten Blick auf die Informationen ermöglichen und so die Erweiterung des Displays hinfällig werden lassen.

Soweit man bereit ist, eine gewisse Menge an persönlichen Daten preiszugeben, kann man die Smartwatches insbesondere im Bereich Gesundheit und Sport als Unterstützung effizient einsetzen. Dies zeigt sich auch gerade seit einigen Monaten in der Zeit der Pandemie recht deutlich: Die Smartwatches können zur Bewegung und sportlichen Aktivitäten motivieren, indem sie regelmäßige Benachrichtigungen an den Nutzer senden. Auch die Aufzeichnung des GPS ist für viele Nutzer ein hilfreicher Aspekt bei der Messung von Geschwindigkeiten, Distanzen und Höhen. Die Smartwatch hilft zudem bei der Organisation eines strukturierten Tagesablaufes, gerade in Zeiten des Homeoffice. Sie kann in Gefahrensituationen sogar Menschenleben retten, wenn sie den Nutzer auf krankhafte Unregelmäßigkeiten des Herzrhythmus hinweist.

Während der Pandemie haben viele Geschäfte des Einzelhandels auf kontaktloses Bezahlen umgestellt. Der Einsatz einer Smartwatch ist hier noch weitaus vorteilhafter als das Smartphone, da mit einer einzelnen Handbewegung, mit Hilfe von NFC, der Bezahlvorgang ausgeführt werden kann. Dies setzt lediglich voraus, dass man seine Kontoverbindung mit dem Bezahlungssystem der Smartwatch verbindet.

Ein wirklicher Nachteil bei der Nutzung der Smartwatch ist die Akkulaufzeit. Letztendlich führt dies dazu, dass die Smartwatch Daten nicht 24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche aufzeichnen kann. Wenn man also beim Training, bei der Arbeit und im Schlaf die Daten aufnehmen lassen möchte, um kein verfälschtes Gesundheitsbild zu bekommen, kann dies problematisch werden. Ich bin daher der Meinung, dass die TicWatch Pro 3 eine gute Zwischenlösung ist, wenn man lange Batterielaufzeit benötigt und nicht auf eine Smartwatch verzichten möchte. Es ist daher zu hoffen, dass die Technologie in den nächsten Jahren hier verbessert werden kann indem alle Anbieter diesen Punkt berücksichtigen. Auch ist es gut möglich, dass in der Zukunft die Smartwatches gar nicht mehr aufgeladen werden müssen. Es ist zum Beispiel denkbar, dass die Energie für die Smartwatch komplett aus der Umgebung gewonnen wird, sei es durch Körperwärme oder durch Sonnenenergie.

Auch im Hinblick auf den Datenschutz wäre eine Entwicklung zugunsten des Verbrauchers wünschenswert. Die Datenschutzerklärungen der Unternehmen, mit denen sich der Nutzer einverstanden erklären muss, wenn er ein Produkt kauft, sind zu überladen und für den Einzelnen oft nicht verständlich. Daraus folgt, dass der Nutzer in die Verwendung seiner persönlichen Daten einwilligt, obwohl er dies bei genauerer Betrachtung und Verständnis der Datenschutzerklärung vielleicht eher nicht getan hätte.

Bei Huawei liegt es schon aufgrund des Produktpreises nahe, dass der Gewinn nicht primär mit der Smartwatch erzielt wird, sondern vielmehr mit dem Verkauf der aufgenommenen Daten. Dies gilt auch für Googles Wear OS. Schließlich ist es hinlänglich bekannt, dass Google einen Großteil seiner Einnahmen über Werbung generiert. Um perfekt zugeschnittene Werbung zu schalten, werden persönliche Daten gebraucht. Was eignet sich da besser als eine Smartwatch, um jemandem zu überwachen bei Aspekten wie Käufe, Sportaufzeichnungen oder ähnliches? Samsung ist hier

schon in die richtige Richtung gegangen und hat ein eigenes Smartwatch-Betriebssystem erstellt, wodurch sie dabei dann nicht mehr von Google abhängig sind. In Hinblick auf den Preis sind die Apple Geräte im Gegensatz zu Huawei weitaus teuer, jedoch kauft der Nutzer hier, neben der Marke, auch eine gewisse Sicherheit mit, dass seine persönlichen Daten nicht weiterverkauft werden. Letztendlich lässt sich also festhalten, dass jede Marke und jede Smartwatch seine Vor- und Nachteile mit sich bringt und diese jeder für sich selber in Hinblick auf Sicherheit, Preis und Funktionen nach seinen persönlichen Bedürfnissen abwägen muss.

## 6. References

- [1] Raytheon. APOLLO GUIDANCE COMPUTER PROGRAM II, 19700015154.
- [2] Cecchinato, M. E., Cox, A. L., and Bird, J. 2015. Smartwatches. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '15*. ACM Press, New York, New York, USA, 2133–2138. DOI=10.1145/2702613.2732837.
- [3] Homayounfar, M., Malekijoo, A., Visuri, A., Dobbins, C., Peltonen, E., Pinsky, E., Teymourian, K., and Rawassizadeh, R. 2020. Understanding Smartwatch Battery Utilization in the Wild. *Sensors (Basel, Switzerland)* 20, 13.
- [4] Bentele and Gabriele. Aktuelle Herausforderungen bei der Einbeziehung von Smartwatches in die Preiserhebung der Verbraucherpreisstatistik, Konferenz „Messung der Preise“.
- [5] Blascheck, T., Besancon, L., Bezerianos, A., Lee, B., and Isenberg, P. 2018. Glanceable Visualization: Studies of Data Comparison Performance on Smartwatches. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*.
- [6] Pizza, S., Brown, B., McMillan, D., and Lampinen, A. 05072016. Smartwatch in vivo. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, 5456–5469. DOI=10.1145/2858036.2858522.
- [7] Wang, H., Lai, T. T.-T., and Roy Choudhury, R. 2015. MoLe. In *Proceedings of the 21st Annual International Conference on Mobile Computing and Networking - MobiCom '15*. ACM Press, New York, New York, USA, 155–166. DOI=10.1145/2789168.2790121.
- [8] Mike Ryan. Bluetooth: With Low Energy comes Low Security.
- [9] Cecchinato, M. E., Cox, A. L., and Bird, J. 05022017. Always On(line)? In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, 3557–3568. DOI=10.1145/3025453.3025538.
- [10] Noboru Kamijoh, Tadanobu Inoue, Kohichiroh Kishimoto, Ken Tamagawa. 2001. *Linux Watch: Hardware Platform for Wearable Computing Research*.
- [11] Bassett, D. R., Toth, L. P., LaMunion, S. R., and Crouter, S. E. 2017. Step Counting: A Review of Measurement Considerations and Health-Related Applications. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 47, 7, 1303–1315.
- [12] W. E. Knowles Middleton, Ed. *The History of the Barometer*.
- [13] Lipinski, F. Informationsvisualisierung mit Mobilgeräten: Erstellung und interaktive Darstellung einer Literatursammlung.
- [14] Holbrook, E. A., Barreira, T. V., and Kang, M. 2009. Validity and reliability of Omron pedometers for prescribed and self-paced walking. *Medicine and science in sports and exercise* 41, 3, 670–674.
- [15] Alfeo, A. L., Barsocchi, P., Cimino, M. G. C. A., La Rosa, D., Palumbo, F., and Vaglini, G. 2018. Sleep behavior assessment via smartwatch and stigmergic receptive fields. *Pers Ubiquit Comput* 22, 2, 227–243.
- [16] Apple Incorporated. Apple Watch Series 6. In.
- [17] Samsung Group. Galaxy Watch3. In.
- [18] Huawei Technologies. Huawei Watch Fit. In.
- [19] Mobvoi Information Technology Company Limited. TicWatch Pro 3. In.
- [20] Rainer Lutze and Klemens Waldhör. Extended - Smartwatches als Hausnotruf der nächsten Generation.
- [21] Magno, M., Wang, X., Eggimann, M., Cavigelli, L., and Benini, L. 2020. *InfiniWolf: Energy Efficient Smart Bracelet for Edge Computing with Dual Source Energy Harvesting*.
- [22] Schröter, K. Grundlagen zur Entwicklung eines thermoelektrischen Generatoren für Kraftfahrzeuge.
- [23] U. Brandes. 2014. Visualization for Visual Analytics: Micro-visualization, Abstraction, and Physical Appeal. In *2014 IEEE Pacific Visualization Symposium*, 352–353. DOI=10.1109/PacificVis.2014.67.
- [24] Mark, G., Fussell, S., Lampe, C., schraefel, m., Hourcade, J. P., Appert, C., and Wigdor, D., Eds. 05022017. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA.
- [25] Christian Reuter. *Sicherheitskritische Mensch-Computer-Interaktion*.
- [26] Samsung Group. Privacy. Zusammenfassung der Datenschutzerklärung von Samsung. In.
- [27] Apple Incorporated. Datenschutz. In.
- [28] Huawei Technologies. Datenschutzrichtlinie für die Huawei Enterprise Support Website. In.