

Freiraumgestenbasierte Steuerung von Geräten im Bereich der Labor- und Analysetechnik wie auch von Medizingeräten

Stefan LUTHERDT¹, Tobias NOWACK², Mike STUBENRAUCH¹,
Nadine TAUBERT¹, Hartmut WITTE¹

¹ *Fachgebiet Biomechatronik, Technische Universität Ilmenau*

² *Fachgebiet Arbeitswissenschaft, Technische Universität Ilmenau
Max-Planck-Ring 12, 98693 Ilmenau*

Kurzfassung: Im Alltag sind Kommunikationsgeräte mit Gestensteuerung (z.B. Smartphones) vielen vertraut. Die Nutzung von Freiraumgesten zur Steuerung von anderen (größeren) Geräten ist dagegen ein hochaktueller Forschungsgegenstand (z.B. für Fahrzeuge, Verbundprojekte KLARA, Bundschuh). Für Labor- und Analysegeräte wurde ein Bediensystem entworfen und umgesetzt, welches ausschließlich über Freiraumgesten und berührungsloser RFID-Identifikation die Bedienung ermöglicht. Für den Entwurfsprozess wurden Methoden des Usability Engineerings eingesetzt, und darüber Nutzeranforderungen und -erwartungen ins Konzept einbezogen. Die Anbindung an ein Laborinformations- und Managementsystem ermöglicht über eine Vorauswahl aus zertifizierten Prozessschritten bei gleichzeitiger Dokumentation die Qualitätssicherung.

Schlüsselwörter: Freiraumgesten, Gerätesteuerung, Gestensteuerung, berührungslos, Medizintechnik

1. Motivation und Ziele

In der heutigen Laborpraxis, insbesondere im biologischen, pharmazeutischen, klinischen und forensischen Umfeld finden sich zunehmend gesundheitsriskante und prozesskritische Prozesse. Diese erfordern eine möglichst weitgehende Entkopplung der Labormitarbeiter von den eigentlichen Analyseprozessen, den durchführenden Geräten wie auch den eingesetzten Analytika. Dies bedingt natürlich die Notwendigkeit zur Fernsteuerung der Laborgeräte wie die Auswahl und Mengensteuerung der Analytika. Darüber hinaus sind integrierte Qualitätssicherungsmaßnahmen unabdingbar. Diese Entkopplung der Bediener ist unter zwei Aspekten wichtig: zum einen wird die Kontaminationsgefahr deutlich verringert und damit die Gefährdung der Mitarbeiter. Zum anderen verringert sich aber auch das Risiko einer Kontamination der Proben und damit einhergehender Verfälschung der Ergebnisse und Zerstörung der oft geringen Probenmengen (z.B. in der Forensik). Zusätzlich wird die individuelle Komponente eliminiert, was zu einer besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse, einer Erhöhung der Qualität und letztlich auch Kosteneinsparungen (Wegfall von Doppelanalysen, Zeitersparnis, weniger teurer Sondermüll etc.) führt.

Diese ganzen Forderungen bieten ein großes Potential für die Entwicklung und Einführung berührungsloser Bedienkonzepte in der Labor- und Analysenmesstechnik. Ausgehend von einer grundlegenden Aufgabenanalyse mit dem Hauptaugenmerk auf der Reduktion potentiell gesundheits- und umweltgefährdender Kontaminationen sowie der kosten- und zeiteffizienten Gestaltung der Arbeitsprozesse sollte ein Bedienkonzept entworfen und aufgebaut werden, dass durch Gestensteuerung die

vollständige Bedienung eines bereits in der Routine genutzten Laborgerätes ermöglichen soll.

2. Anforderungsermittlung: Prozess und Ergebnisse

Der Anforderungskatalog wurde in einem Usability Engineering Prozess durch eine umfassende Aufgaben- und Nutzer(kontext)analyse aufgestellt. Dieser Prozess orientierte sich in wesentlichen Schritten am Prozessmodell von Sarodnick und Brau (s. Abb. 1, nach [Sarodnick & Brau, 2011]). Den Rahmen bildete die Vorgabe, dass dieses Bedienkonzept exemplarisch für ein bereits existierendes Laborgerät umgesetzt werden sollte, jedoch auch für weitere Geräte verschiedener Einsatzbereiche adaptierbar sein soll.

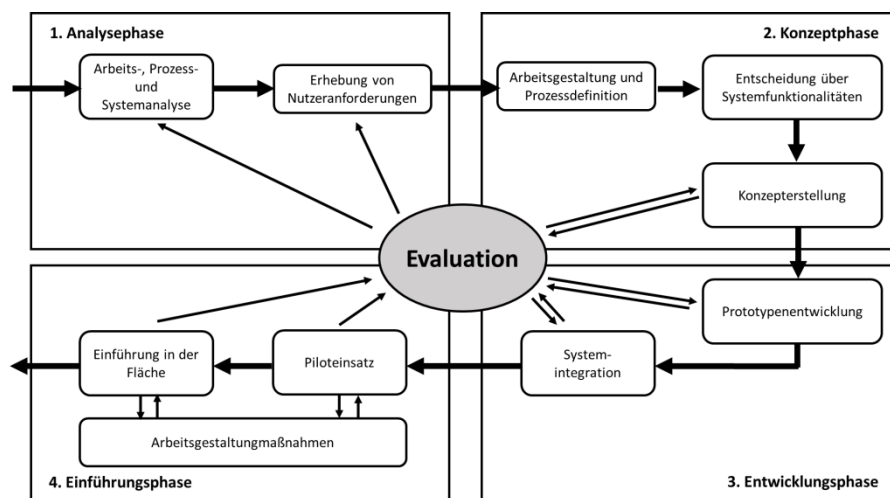


Abbildung 1: Prozessmodell des Usability Engineering (eigene Darstellung nach [Sarodnick & Brau, 2011, S. 91])

Die Konzepterstellung und anschließende Evaluation erfolgte unter Nutzung des Prozessmodells von Sarodnick sowie der Evaluationskriterien nach GEDIGA, HAMBORG und ZÜHLKE. [Gediga & Hamborg 2002, Zühlke 2004]

Neben der Analyse der späteren Nutzergruppe, notwendigen Funktionalitäten, Stärken und Schwächen des aktuellen Systems wurde auch die grundsätzliche Haltung der potentiellen wie aktuellen Nutzer zu einer berührungslosen Gerätebedienung mittels Interviews erhoben. Dabei gaben 57,1 % der Befragten (ausschließlich potentielle Bediener des Laborgerätes wie Laborangestellte, PTA/MTA, wissenschaftliches Personal) an, dass eine solche Bedienung sinnvoll sei, 21,4 % waren sich nicht schlüssig und nur rund ein Fünftel (ebenfalls 21,4 %) fanden eine berührungslose Bedienung des Laborgerätes nicht sinnvoll (vgl. Abb. 2).

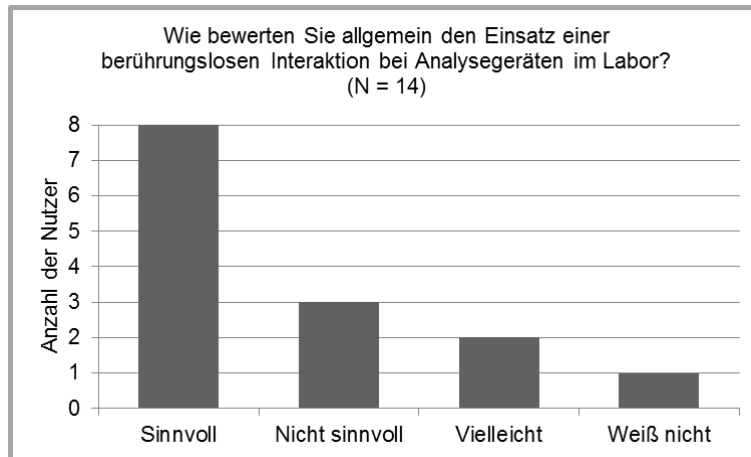


Abbildung 2: Verteilung der Nutzantworten zur allgemeinen Bewertung des Einsatzes einer berührungslosen Gerätebedienung

Als wichtigste Forderungen der Nutzer an das neue Bedienkonzept wurden folgende Punkte am häufigsten in den Interviews genannt:

- Einfache Bedienung, die aus bekannten Formen der Interaktion abgeleitet werden kann
- Selbsterklärend und intuitiv
- Prozessangemessenheit, bei betrachteten System darf allerdings die Flexibilität nicht verloren gehen

Um die Antwortmöglichkeiten einzuschränken und gleichzeitig stärker auf eine umsetzbare Lösung zu fokussieren wurden vier Interaktionsformen im Analyseprozess vorausgewählt und den potentiellen Nutzern als Alternativen in den Interviews angeboten: Spracheingabe, Gestensteuerung, 2D-Code Bildererkennung (zur Auswahl von Analyseprotokollen) und RFID-Chips (User-Management). Da zwei dieser Interaktionsmöglichkeiten nur für Teile der Bedienung geeignet sind, ist auch eine Verkopplung der Prinzipien in der Umsetzung möglich. Im Ergebnis wurde die Spracheingabe überwiegend nicht für geeignet empfunden (50 % der Antworten, 28,6 % unentschlossen). Andererseits sind RFID-Chip und Gestensteuerung als Bedienung überwiegend vorstellbar (64,3 % bzw. 57,1 %), und die Protokollauswahl mittels 2D-Grafik besitzt eine hundertprozentige Akzeptanz der künftigen Nutzer (s. Diagramm in Abb. 3).

Aus den Ergebnissen der Interviews wurde in den Anforderungskatalog übernommen, dass zur allgemeinen berührungslosen Bedienung des Gerätes eine Freiraum-Gestensteuerung vorzusehen ist. Für die Protokollauswahl (u.a. erfolgt damit die Auswahl der jeweils zu benutzenden Reagenzien und notwendigen Volumina, aber auch Prozessschritte und -zeit) ist ein Lesegerät für 2D-Codes (sog. QR-Code) und ein RFID-Lesegerät zur Personenidentifikation einzusetzen. Der Kern des Konzepts sollte die weitgehende Adaption der bekannten Wischgesten von Toucheingaben (z.B. bei Smartphones) beinhalten. Dadurch werden positive Gewohnheiten im Konzept verankert und es sinkt die Hemmschwelle für die Nutzung dieser neuen Technologie.

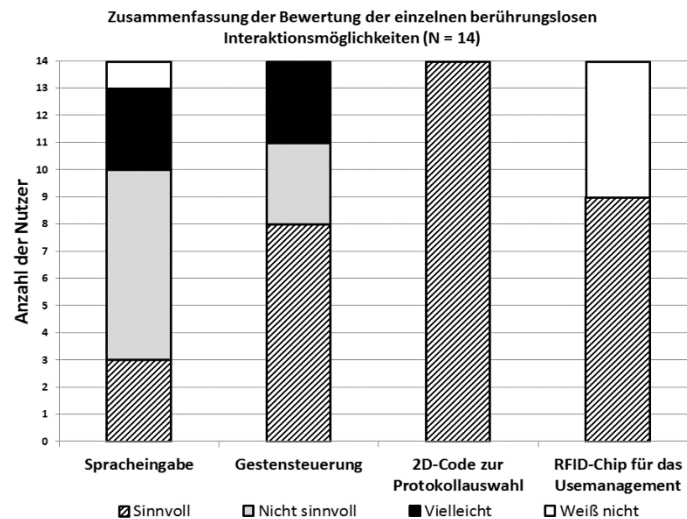


Abbildung 3: Einschätzung der verschiedenen Interaktionsformen durch die befragten potentiellen Nutzer (aus [Taubert 2015])

Eine weitere Forderung bei der Umsetzung war die Einhaltung der Gestaltungskriterien der DIN ISO EN 9241-110 [Norm DIN ISO EN 9241-110, 2008] sowie der Entwurfsprinzipien nach PREIM [Preim & Dachzelt, 2010].

3. Entwicklungsergebnis: Komponenten und Funktionsweise

Ein Paradigma für die Umsetzung war die Verwendung von möglichst günstigen Komponenten zur Realisierung der neuen Bedienschnittstelle. Gleichzeitig sollte dafür Open Source Code vorhanden sein, der einfach erweiter- und anpassbar ist. Daher wurde auf die Arduino-Plattform als Basis zurückgegriffen. Die notwendigen Sensoren für die Gesten-, RFID und QR-Codeerkennung gibt es dafür auf passenden anschlussfertigen Breakout Boards. Zusätzlich ergab sich die Notwendigkeit noch einen Ultraschall-Sensor einzusetzen, über den eine unkomplizierte Abbruchmöglichkeit der Eingabeaktionen realisiert wurde.

Die interne Kommunikation zwischen den Sensoren und dem Mikrocontroller erfolgt über verschiedene Schnittstellen: zum 2D-Scanner über eine interne RS-232, zum Gestensensor über I²C und zum RFID-Leser über SPI. Da der ARDUINO alle diese Schnittstellen implementiert hat war dies ein weiteres Auswahlkriterium.

Die Komponenten wurden auf einer Testplatine montiert und zum Schutz in einem Gehäuse untergebracht. Damit wurde auch eine Voraussetzung für die anschließenden Nutzertests geschaffen, da ein offener Aufbau die Akzeptanz bereits vor Beginn des Versuchs (als Reaktion auf den ungewohnten Anblick) beeinflusst hätte.

Die Abb. 4 verdeutlicht den Ablauf zur berührungslosen Steuerung mit dem neuen System. Es ist auch die zusätzliche Einbindung des Labormanagement- und Informationssystems (LIMS) erkennbar, über die in Kombination mit der RFID-Benutzerauthentifizierung die Qualitätssicherung und Reproduzierbarkeit der Analysen sichergestellt wird. Zudem ist über das LIMS natürlich auch die Warenhaltung und Bestellung vereinfacht, da in Abhängigkeit von den jeweils durchgeführten Analysen und vorhandenen Beständen die Bestellvorgänge automatisiert ablaufen können.

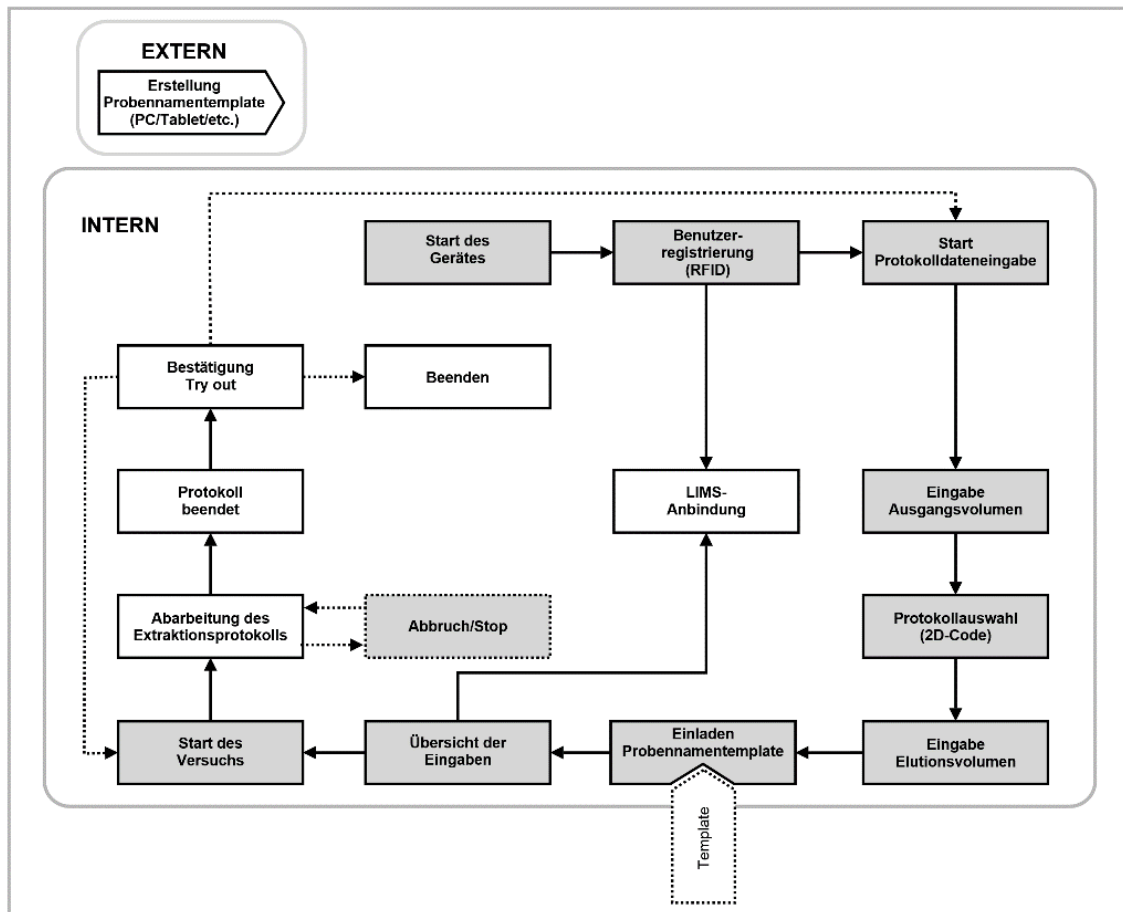


Abbildung 4: Neue Bedien- und Systemabfolge zur berührungslosen Erstellung und Durchführung einer Analyse

4. Einsatzmöglichkeiten und Potential für weitere Forschungen

Der Entwurf dieses Steuerkonzepts erfolgte unter zwei Gesichtspunkten: zum einen sollte eine konkrete Umsetzungsmöglichkeit für ein bereits am Markt verfügbares Laborgerät geschaffen werden, zum anderen sollte es grundsätzlich die Eignung einer gestenbasierten Steuerung von medizintechnischen Geräten demonstrieren. Beides wurde realisiert. Damit ist diese Lösung direkt für den Einsatz mit dem avisierten Gerät zur unmittelbaren Nutzung in medizinischen, pharmakologischen oder forensischen Laboren geeignet.

Darüber hinaus ist mit der vorgestellten Kombination aus Hardware und Bedienkonzept die Steuerung weiterer Medizingeräte, z. B. in sterilen oder kontaminationsgefährdeten Umgebungen wie OP-Sälen, Intensivstationen, Quarantänestationen etc. möglich. Als gesteuerte Geräte bietet sich die gesamte Palette der dort verfügbaren Technik an, bspw. Spritzenpumpen, Überwachungsmonitore für Blutdruck, Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung, Beatmungs- und Narkosegeräte und viele weitere mehr. Bei all diesen Geräten müssen bestimmte Werte voreingestellt und während der Handhabung in ihren Grenzen verändert (größer/kleiner) werden, was genau der Bedienphilosophie des hier gezeigten Konzepts entspricht.

Über die bereits gezeigte Funktionalität und Funktionsfähigkeit hinaus gibt es weitere Ansätze für künftige Forschungsfragen zur berührungslosen Interaktion mit Medizingeräten. Diese können auf diesem Konzept aufbauend untersucht werden. Dies

betrifft unter anderem die Kopplung mit weiteren Interaktionstechnologien zur Steigerung der Robustheit und Erhöhung der Anzahl von möglichen Eingabebefehlen durch die Kombination mit muskelelektrischen Signalen (EMG, z.B. MYO™ Armband) oder anderen optischen Trackern wie KINECT.

5. Zusammenfassung

Mit dem hier vorgestellten Konzept einer gestenbasierten, berührungslosen Steuerung eines medizintechnischen Laborgerätes auf Basis von Low-Budget Komponenten und Open Source Software konnte durch den Einsatz von Usability Methoden und konsequente frühzeitige Nutzereinbindung eine funktionsfähige und den Wünschen und Anforderungen der Nutzer und Aufgaben gerechte Lösung entworfen werden. Diese ist über den geplanten Anwendungsfall hinaus auch auf andere Bereiche und Geräte übertragbar und stellt damit einen grundlegenden Schritt hin zur berührungslosen Bedienung von Medizingeräten in kritischen Anwendungsbereichen dar.

Die Einbindung weiterer zur Freiraumgestensteuerung geeigneter Hardwarekomponenten in das Konzept ist möglich, über Art und Umfang dieser Komponenten wie auch vor allem die damit realisierbaren intuitiv ausführbaren Freiraumgesten besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

6. Referenzen

- DIN ISO EN 9241-110 (2008): Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung.
- Gediga, G.; Hamborg, K-C. (2002): Evaluation in der Software-Ergonomie. In: Journal of Psychology 210 (1), S. 40–57. DOI: 10.1026//0044-3409.210.1.40.
- Preim, B.; Dachselt, R. (2010): Interaktive Systeme. Grundlagen, Graphical User Interfaces, Informationsvisualisierung. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Sarodnick, F.; Brau, H. (2011): Methoden der Usability Evaluation. Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendungen. 2. Aufl. Bern: Hans Huber.
- Zühlke, D. (2004): Useware-Engineering für technische Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer.