

Abschlussbericht für mikromakro
Ein Programm der Landesstiftung Baden-Württemberg

Hilda-Gymnasium
ForscheHilda AG
Kiehnlestraße 25
75172 Pforzheim

Thema:

**Optimierung eines Seifenspenders bzw. Weiterentwicklung des
Konzeptes des Waschbereiches in öffentlichen Toiletten**

Gruppenmitglieder:

Etienne Bührlé
Caroline Feil
Lukas Kresser
Sima Mergl
Marius Morlok

Teamleiter:

StR Dr.-Ing. (habilitiert) Joachim Götz (M, Ph, NwT)
OStR Peter Großmann (Ph, NwT, Sp)
L'in Dr. rer.nat. Olena Lugova (M, Ph, NwT)
Jan Türk: Elektroniker, Student an der Hochschule
Pforzheim
StR'in Anette Walter (Bio, Geo, NwT, D)

1 Bezeichnung der Idee / des Themengebietes

Entwicklung eines neuartigen Seifenspenders, optimiert hinsichtlich Komfort, Bedienbarkeit, Hygiene, Verbrauch und Design sowie Weiterentwicklung des Händewaschbereiches bzw. -vorganges, insbesondere in öffentlichen Toiletten.

2 Kurzbeschreibung der Idee / des Themengebietes

Einsatzbereiche. Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, Konzepte, Verfahren und Apparate zu entwickeln und zu erproben, um den Handwaschvorgang nach dem Besuch einer Toilette, vor allem im öffentlichen Bereich, zu optimieren hinsichtlich Hygiene, Ressourcen (Herstellung, Betrieb: Rohstoffe, Wasser/Abwasser, Energie), Anschaffungs- und Betriebskosten, Komfort/Bedienbarkeit und Design. Einsatzgebiete sind deshalb in erster Linie öffentliche Toiletten in Schulen, Hochschulen, Krankenhäuser, Unternehmen, Restaurants, Sportstätten und Behörden. Denkbar sind ebenso Bäder in privaten Haushalten.

Lösungsansatz. Den Schülern sollte die Möglichkeit geboten werden, unterschiedliche Facetten der Entwicklungsarbeit kennenzulernen: Grundlagenforschung (mathematisch-naturwissenschaftliches Arbeiten), ingenieurwissenschaftliche Techniken (wie Elektronik, Mikrocontroller, Bau von Prototypen) sowie wirtschaftliche und organisatorische Aspekte technischer Entwicklungsarbeit (Marktanalyse, Dokumentation, Zeitplan, Kostenabschätzung, Abschlussbericht). Hierbei sollten eigenständiges Arbeiten, arbeitsteilige Zusammenarbeit sowie handlungsorientiertes, entdeckendes Lernen an aktuellen realen Problemstellungen vorgestellt und trainiert werden. Praxisorientierte Themen und deren Bearbeitung in Projektarbeit sollen den Schülern hilfreiche Anregungen zur Studiums- und Berufswahl geben und Hilfestellung für einen erfolgreichen Eintritt ins Berufsleben leisten.

Die ForschungsHilda AG möchte insbesondere auch interessierten Schülerinnen am Hilda-Gymnasium als ehemaligem Mädchen-Gymnasium ermöglichen, Begeisterung für Technik zu entwickeln. Darüber hinaus sollen die erzielten Ergebnisse der beteiligten Schüler und Lehrer patentrechtlich und wirtschaftlich, sofern möglich, verwertet werden.

Hierzu wurden im Wesentlichen zwei Hauptarbeitsgruppen eingerichtet:

- (1) *Konkrete Projektarbeit* bei der Herstellung eines neuartigen Seifenspenders.
- (2) *Konzeptionelle Arbeit* zur Entwicklung eines neuartigen, idealen Händewaschverfahrens bzw. -bereichs.

3 Gruppe 1: Seifenspender

3.1 Grundlagen Seifenspender

Ideenfindung und Ausgangslage. Der Kreativitätsworkshop, durchgeführt am 15.07.2011 von Herrn Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Müller, Steinbeis GmbH & Co.KG für Technologietransfer, Villingen-Schwenningen, hat ergeben, dass Seifenspender in der Schule häufig für die Mehrzahl der Schüler¹ selbst ein großes Ärgernis darstellen. Schüler und Lehrer bemängeln, dass häufig Seife auf den Boden verspritzt ist und der Seifenspender leer ist. Weitere Kritikpunkte sind der in vielen Fällen schmutzige und abstoßende Anblick der Seifenspender in öffentli-

¹ Die Verwendung von Begriffen wie Schüler und Lehrer dienen der besseren Lesbarkeit. Sie beziehen sich gleichermaßen auf Frauen und Männer.

chen Toiletten und die Notwendigkeit, möglicherweise nicht gereinigte oder nicht desinfizierte Bedienflächen (beispielsweise bei Grippewellen oder anderen Infekten) zu berühren.

Anforderungen an die Erfindung. Die Neuentwicklung sollte dazu beitragen,

- A1. Schüler und andere Nutzer daran zu hindern, den Seifenspender durch wiederholtes Bedienen zu leeren, damit Seife zu verschwenden und ggf. den Boden zu beschmutzen,
- A2. direkten Kontakt mit dem Seifenspender zu vermeiden und dadurch das Risiko einer Keimübertragung zu vermindern,
- A3. Händewaschen mit Seife zu ermöglichen, indem der betreffende Verantwortliche (z. B. Hausmeister, Reinigungspersonal) rechtzeitig (beispielsweise 20 Waschvorgänge) vor der vollständigen Entleerung (z. B. durch Funk oder SMS auf das Handy) informiert wird,
- A4. durch die kontrollierte Abgabe von Seife Ressourcen (Verbrauch von Wasser, Seife und Energie) zu schonen sowie Reinigungs- und Wartungskosten zu senken,
- A5. „Hygienemuffel“² automatisch zu detektieren und per Sprachausgabe dazu aufzufordern, sich die Hände zu waschen,
- A6. Erkrankungen, die mit erhöhter Körpertemperatur verbunden sind, durch Temperaturmessung beim Benutzen des Seifenspenders zu detektieren und Desinfektionsmittel in Abhängigkeit der Temperaturerhöhung hinzuzudosieren,
- A7. Eine Wartung direkt am Gerät (beispielsweise über USB) oder später über eine Ethernet-Schnittstelle zentral für mehrere in derselben Einrichtung vorhandene Geräte zu ermöglichen

Die konkreten Anforderungen sind:

1. Erhöhen der Sicherheit und des Komforts
 - 1.1. Automatische Erkennung von „Hygienemuffeln“ und Aufforderung per Sprachausgabe, sich die Hände zu waschen,
 - 1.2. Vermeiden des direkten Kontakts mit dem Seifenspender und dadurch Vermindern des Risikos einer Keimübertragung,
 - 1.3. Jederzeitiges Ermöglichen des Händewaschens mit Seife, indem der betreffende Verantwortliche (z. B. Hausmeister) rechtzeitig (beispielsweise 20 Waschvorgänge) vor der vollständigen Entleerung (z. B. über Funk/WLAN oder SMS) informiert wird,
 - 1.4. Regelmäßiges Spülen der Leitungen und Düsen mit Desinfektionsmittel.
2. Senken der Betriebskosten
 - 2.1. Kontrollierte Abgabe der Seife (geeignete Pumpensteuerung verhindert Tropfen),
 - 2.2. Senken der Reinigungs- und Wartungskosten³ bzw. Verkürzen der Reinigungs- und Wartungsintervalle,
 - 2.3. Verhindern einer vorzeitigen Entleerung des Seifenbehälters (z. B. durch wiederholtes Bedienen) mit Hilfe einer Zeitsperre,
 - 2.4. Verhindern der Verschwendung von Seife und der Verunreinigung des Bodens mit dieser.

2 SPIEGEL ONLINE, Hamburg, 15.10.2009.: „Schamgefühl motiviert zum Händewaschen“ (<http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/0,1518,655385,00.html>). Ergebnis: Etwa ein Drittel der Männer und zwei Drittel der Frauen wuschen sich nach dem Gang auf öffentliche Toiletten die Hände.

3 (i) Reduzierung der Mikroorganismen, (ii) geringere Kontamination mit neuen Mikroorganismen an Wasserhahn, Seifenspender, Papierhandtuch) bzw. geringere Übertragung von Keimen sowie (iii) die Reduzierung der Zahl der Mikroorganismen

3. Sonstige Anforderungen

- 3.1. Prophylaktisches Hinzudosieren von Desinfektionsmittel anhand der Handtemperatur,
- 3.2. Möglichkeit, eine Statistik zur Beurteilung des Waschverhaltens und der Reaktion auf die Ermahnung zum Händewaschen zu erstellen,
- 3.3. Vielfältige Anpassungsmöglichkeiten (z. B. Sprachausgabe, Dosierung von Seife und Desinfektionsmittel),
- 3.4. Wartung direkt am Gerät (über USB usw.) oder für mehrere Geräte in einer Einrichtung zentral über eine Ethernet-Schnittstelle.

Einsatzbereiche. Das übergeordnete Ziel des Projektes war es, Konzepte, Verfahren und Apparate zu entwickeln und zu erproben, um den Handwaschvorgang nach dem Besuch einer Toilette, vor allem im öffentlichen Bereich, zu optimieren. Verbesserungspotential wird insb. hinsichtlich der Hygiene, den Ressourcen, den Anschaffungs- und Betriebskosten, des Komfort bzw. der Bedienbarkeit und des Designs gesehen. Einsatzgebiete sind deshalb in erster Linie öffentliche Toiletten in Schulen, Hochschulen, Krankenhäuser, Unternehmen, Restaurants, Sportstätten und Behörden. Denkbar sind auch Bäder in privaten Haushalten.

Aufgabenverteilung im Team. Das Team besteht aus folgenden Schülern und Betreuern:

Schüler

- Etienne Bührlé, Lukas Kresser: Programmierungen der Mikrocontroller, Konstruktion des neuen Gehäuses,
- Jonas Eckhardt, Lukas Kresser: Elektronik,
- Marius Morlock: Patentrecherche,
- Caroline Feil, Sima Mergl: Nachweis von Milchsäurebakterien,
- Tim Ruthard, Christof Stähle (ehemalige Hilda-Schüler): Herstellung des ersten Gehäuses.

Betreuer

- Jan Türk: Elektroniker, Student an der Hochschule Pforzheim für Technische Informatik: Betreuung der ForschungsHilda AG im Rahmen seines Studiums,
- StR Dr.-Ing. Joachim Götz: Mikrocontroller,
- OStR Peter Großmann: Elektronik,
- Dipl.-Ing. (FH) Joachim Hampel (Hochschule Pforzheim, Fakultät für Technik): Mikrocontroller.

3.2 Aktueller Stand der Technik (technische Problemlösung/Neuheitswert, Patentschutz)

Um den aktuellen Stand der Technik zu klären, wurden eine Marktanalyse und eine Patentrecherche durchgeführt. Auf dem Markt werden bereits mehrere Seifenspender mit berührloser Betätigung angeboten⁴, allerdings nicht mit den von uns beantragten Produkteigenschaften. Die Patentrecherche ergab folgende "kritische" Patente:

(1) DE 10 2004 056 039 B4: Vorrichtung für nicht beabsichtigtes Auslösen durch zwei Sensoren. Hier: Auslösen durch einen Sensor, wiederholtes Auslösen wird durch eine Zeitverzögerung erreicht.

⁴ (1) Sagrotan No-Touch-Seifenspender (ReckittBenckiser Deutschland GmbH, Mannheim), (2) LotusEnMotion (LotusProfessional).

(2) EP 0 963 728 B1: Datenerfassung in einem Seifenspender zur Identifikation der Benutzer. Hier: Nicht erforderlich.

(3) DE 10 2009 057 132 A1: Spenderüberwachung, z. B. im Krankenhaus, mit einer Kennung der Spendereinheit, Feststellung des Gesamtverbrauches und des Benutzens zu protokollieren. Auslösen von Aktionen wie Kontrollieren und Nachfüllen beabsichtigt. Hier: Nicht erforderlich.

(4) DE 198 82 120 B4: Bilderfassung (optische Erfassung) zur Beurteilung des Händewäschens/Desinfektierens zur Dokumentation für rechtliche Verfahren. Hier: Nicht erforderlich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Anforderung kontaktlose Betätigung (A2) bereits in Patenten beschrieben ist und auch in auf dem Markt erhältlichen Produkten realisiert ist. Die Recherche hat allerdings hinsichtlich der vier anderen Anforderungen keine entsprechenden Produkte bzw. Patente ergeben. Unsere

3.3 Wirtschaftlicher Nutzen, Kundennutzen, Marktpotenzial, Zielgruppe

Wirtschaftlicher Nutzen. Der wirtschaftliche Nutzen lässt sich in drei Kategorien fassen: (1) die Einsparung von Material und Ressourcen (Seife, Wasser, Reinigungsmittel, Energie), (2) die Reduktion von Lohnkosten für Reinigung und Wartung aufgrund geringerer Arbeitszeiten und (3) der medizinische Nutzen, der durch die verringerte Ansteckungsgefahr und einen Rückgang der Krankheitstage und der Behandlungskosten entsteht.

Kundennutzen. Der Kundennutzen besteht im reduzierten Risiko einer Keimübertragung durch berührlose Betätigung sowie im garantierten Vorhandensein von Seife durch rechtzeitige Benachrichtigung des Verantwortlichen vor der vollständigen Entleerung. Durch die Zusammenarbeit mit Prof. R. Zang (Hochschule Pforzheim, Technik/Maschinenbau, Produktentwicklung) wurde eine verbesserte Bedienbarkeit und ein ansprechendes kundenorientiertes Design erreicht. Prof. Jürgen Goos (Hochschule Pforzheim, Gestaltung, Produktentwicklung) half bei der Erarbeitung eines verbesserten Designs für die zweite Version des Seifenspenders.

Marktpotential. Aufgrund der beschriebenen Vorteile in medizinischer und finanzieller Hinsicht ergibt sich ein Marktpotential für den beschriebenen Seifenspender, das eine Vielzahl von Einrichtungen, wie öffentliche Toiletten, Küchen, Labore, Behandlungsräume und Lebensmittelverarbeitung umfasst, in denen aus gesundheitlichen Gründen Händehygiene⁵ unumgänglich ist.

Zielgruppen. Aufgrund der hohen Zahl an „Hygienemuffeln“⁶ sind Einsatzgebiete in erster Linie öffentliche Toiletten in Kindergärten, Schulen, Hochschulen, Krankenhäusern, Unternehmen, Restaurants, Sportstätten, Kinos und Behörden. Um die Aufforderung zum Händewaschen nachdrücklicher zu gestalten, haben wir sie durch eine Sprachausgabe realisiert.

⁵ WELT ONLINE, Hamburg, 21.08.2011: "So krank machen deutsche Krankenhäuser" (<http://www.welt.de/wissenschaft/article13554025/So-krank-machen-deutsche-Krankenhaeuser.html>). Ergebnis: "Jedes Jahr erkranken in Deutschland 600000 bis 800000 Menschen an solchen Krankenhaus-Infektionen." Problematisch sind darüber hinaus Händeschütteln, Türklinken, Toiletten und Kontakt mit weiteren Oberflächen.

⁶ SPIEGEL ONLINE, Hamburg, 15.10.2009: "Schamgefühl motiviert zum Händewaschen" ([http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/0,1518,\\$655385,00.html](http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/0,1518,$655385,00.html)). Ergebnis: Etwa ein Drittel der Männer und zwei Drittel der Frauen wuschen sich nach dem Gang auf öffentliche Toiletten die Hände.

3.4 Entwicklung

3.4.1 Version 1

Der Seifenspender wurde in der ForscheHilda AG entwickelt. Die Entwicklungsarbeit wurde in die Bereiche Konstruktion, Elektronik, Programmierung und Organisation unterteilt.

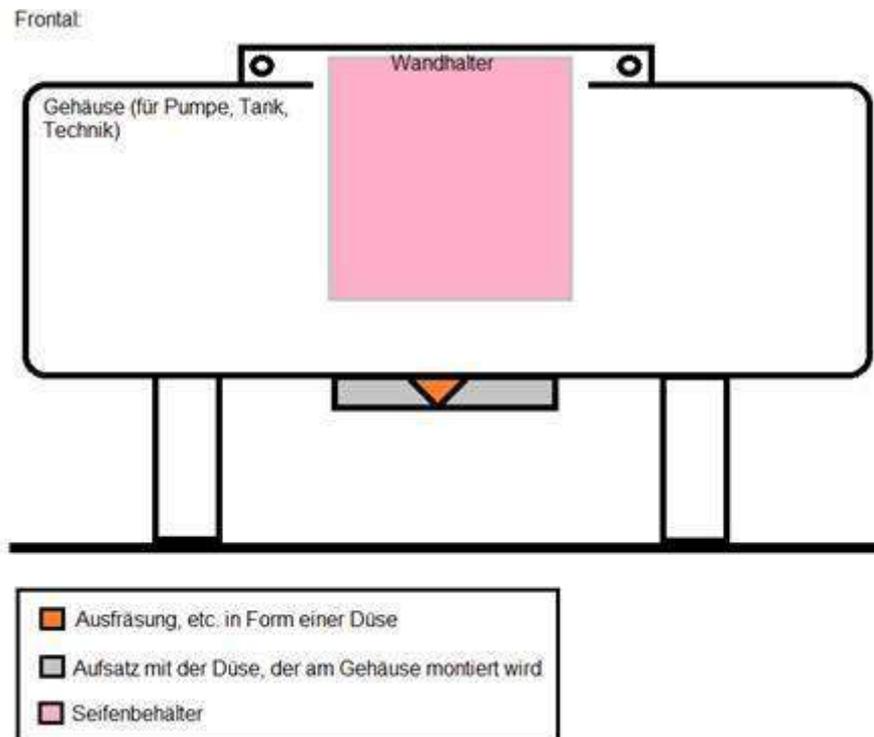


Abb. 3.1: Schematische Skizze des Seifenspenders.

Konstruktion und Bau. Mit Hilfe von Lego®-Steinen wurden die entwickelte Modellvorstellung (Abb. 3.1) des Seifenspenders realisiert (Abb. 3.2). Auf diese Weise konnte das fehlende Wissen auf dem Gebiet der Konstruktion mit dem CAD umgangen werden, um ein Modell mit konkreten Abmessungen zu verwirklichen. Der Bau des Prototyps, insb. des Gehäuses, wurde von Schülern⁷ mit Unterstützung von Auszubildenden bei der STÖBER ANTRIEBS-TECHNIK GmbH & Co. KG, Pforzheim (Kooperationspartner⁸ des Hilda-Gymnasiums), unter der Leitung von Herrn Hartmut Peichl, Ausbildungsmeister im mechanischen Bereich durchgeführt. Abb. 3.3 zeigt das Gehäuse vor der Lackierung. In dem Gehäuse befinden sich der Vorratsbehälter der Seife (alternativ auch Desinfektionsmittel oder Handschutzcreme)⁹, die Pumpe und die Elektronik. Die Dosierung¹⁰ soll so erfolgen, dass ein Tropfen der Seife

⁷ Zusätzlich zu Mitgliedern der ForscheHilda-AG haben die Schüler Tim Ruthardt und Christof Stähle, die vor zwei Jahren in der Mikrocontroller AG waren, teilgenommen.

⁸ http://www.hilda-pforzheim.net/5_schulleben/engagements/kooperationen.html#stöber

⁹ Entweder eigener Behälter (aus Kostengründen bereits vorhandenes, in Serie gefertigtes Gefäß wie Honigglas), oder Direktanschluss eines kommerziell erhältlichen Nachfüllpacks. Letzteres hätte außer der Kostensparnis für den Behälter den Vorteil, dass das Seifenbehältnis nie extra gereinigt werden muss (damit Einsparung bei der Wartung).

¹⁰ Die Dosierung ist verwirklicht durch eine Pumpe (ursprünglich: Benzinpumpe, 5 V). Vorversuche mit einfachen Einweg-Seifenspendern zeigen, dass sich nach wenigen Betätigungen Innendrucke von etwa 6 hPa unter dem Umgebungsdruck ergeben. Dieser Unterdruck ist vermutlich auf die elastischen Eigenschaften des Sei-

verhindert wird. Das Blech unten dient als zusätzlicher Tropfschutz, der im Notfall mit geringerem Aufwand als der Boden gereinigt werden kann.

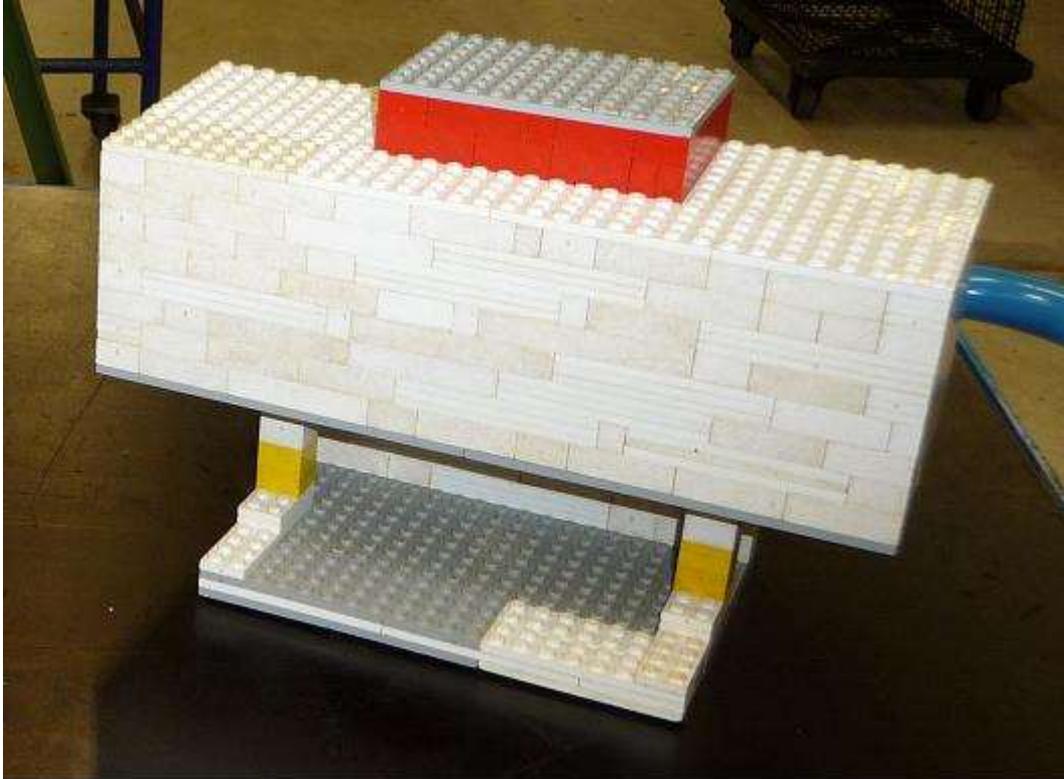


Abb. 3.2: Modell realisiert mit Lego[®]-Steinen.

Elektronik und Programmierung. Aufgabe der Elektronik und Programmierung ist es, (1) die Pumpe zur Förderung der Seife zu steuern, (2) "Hygienemuffeln" (mittels zweier Bewegungssensoren und der Benutzungsdaten des Seifenspenders zu erkennen, (3) die Sprachausgabe¹¹ (für "Hygienemuffel") zu realisieren und (4) die Verantwortlichen zu benachrichtigen, wenn die Seife zur Neige geht.

Den Kern der Elektronik (Abb. 3.4) stellt das Mikrocontroller-Evaluationsboard. Es ist eine Eigenentwicklung der HS Pforzheim und wird standardmäßig in Studiengängen der HS Pforzheim, Fakultät für Technik, als "Teach-Dongle" eingesetzt. Als Entwicklungsumgebung wurde das Programm μ Vision4, Keil Elektronik GmbH, Grasbrunn, genutzt. Die elektronischen Bauteile sind über die Firmen Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG, Sande, und Conrad Electronic SE, Hirschau, erhältlich. Die Bauteile wurden als Vorversuch zur Funktionsprüfung auf mehreren Versuchsplatinen verarbeitet. In einem weiteren Schritt werden optimierte Platinen an der HS Pforzheim, Bereich Technik, gefertigt. Über den USB-Anschluss kann die gesamte Programmierung (Sprachausgabe, Pumpe, Sensoren) vorgenommen werden. Der

fenbehälters (aus Kunststoff) zurückzuführen und verhindert ein Tropfen der Seife. Bei der Variante mit der Pumpe kann ein Unterdruck im Schlauchstück zwischen Austrittsdüse und Pumpe sowie ein abschließendes Rückwärtspumpen erreicht werden. Um den Motor zu schonen, muss die Steuerung die Pumpgeschwindigkeit langsam an den gewünschten Wert annähern.

¹¹ Bei der Sprachausgabe soll dem Kunden die Möglichkeit geboten werden, zwischen unterschiedlichen Aussagen, Stimmen/Geschlecht, Sprachen/Dialekte, je nach Einsatzort (Kindergarten/Hochschule) zu wählen.

Seifenspender verfügt über Ultraviolett-LEDs, die durch ihre Strahlung die Bildung von Keimen auf dem Seifenspender unterbinden (Abb. 3.5, blaues Leuchten).



Abb. 3.3: Gehäuse (noch nicht lackiert) des Seifenspenders während der mechanischen Fertigung. Nicht montiert sind die Düse, ein USB-Anschluss für die Programmierung und die Bewegungssensoren.

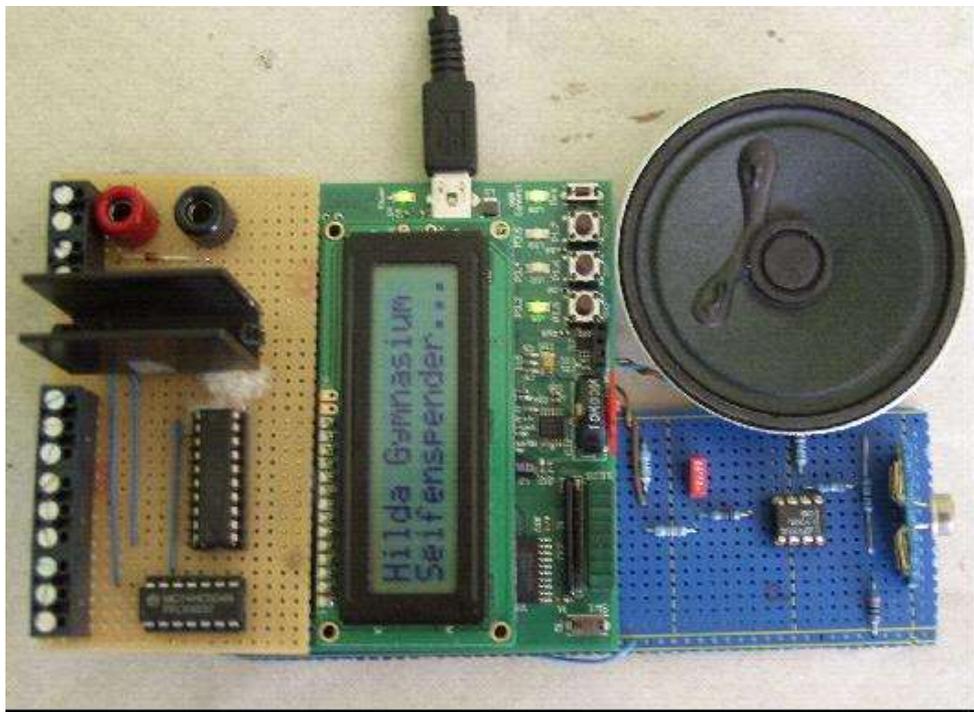


Abb. 3.4: Elektronik: Motorsteuerung (gelb), Mikrocontroller-Evaluationsboard mit ADuC8051 (grün), Sprachausgabe/Sensor (blau).

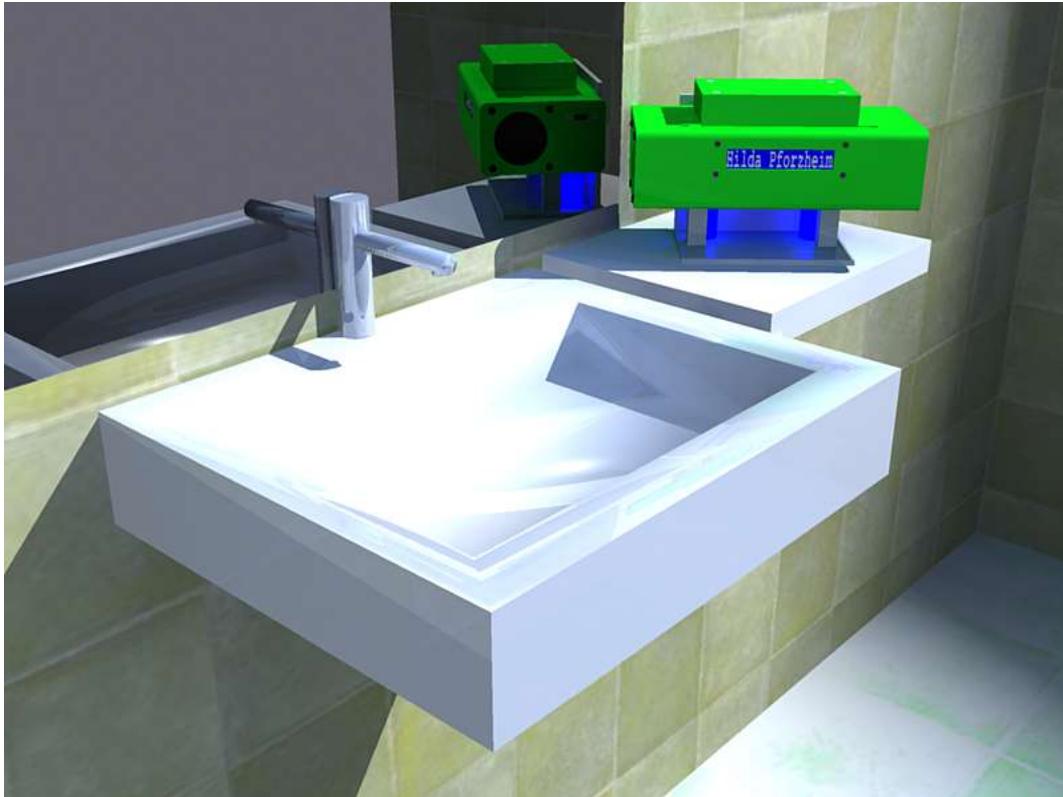


Abb. 3.5: 3D-Modell des Seifenspenders in einem Waschbereich (Lautsprecher auf der linken Gehäuseseite)

Hält ein Kunde seine Hand unter den Seifenspender, wird sie mit Hilfe eines passiven IR-Sensors detektiert und entsprechend seiner Handtemperatur Desinfektionsmittel zur Seife hinzudosiert. Nachdem die Seife gespendet wurde, wird durch Rückpumpen das Tropfen von Seife verhindert und gleichzeitig Desinfektionsmittel durch die Leitungen gepumpt, was ihre Sauberkeit garantiert.

Detektion von „Hygienemuffeln“ erfolgt mit Hilfe von zwei über ein Bussystem am Seifenspender angeschlossene Infrarot-Entfernungs-Sensorpaare. Wird ein Sensorpaar am Eingang zum Waschraum und das andere am Eingang zum Toilettenraum montiert, kann durch Zählen der Eintritte und Austritte sowie der Benutzung des Seifenspenders ermittelt werden, ob sich jemand nicht die Hände gewaschen hat.

Der Abstand zwischen den Lichtschranken ist so klein, dass die Zeitspanne zwischen zwei Auslösevorgängen, die durch eine vorbeilaufende Person hervorgerufen werden, nur Sekundenbruchteile beträgt. Dadurch ist es möglich, auch hintereinander laufende Personen zu unterscheiden. Problematisch ist erst der Fall, in dem zwei Personen nebeneinander den Raum betreten. Am Hilda-Gymnasium beispielsweise sind dafür die Türen zu klein, wie auch in den meisten öffentlichen Toiletten der Fall. Um eine zweifelsfreie Erkennung zu gewährleisten, wird die Möglichkeit untersucht, eine kapazitive (berührungsempfindliche) Fläche (bekannt von Smartphone-Displays) in den Boden einzulassen. Die Ausgabe am Lautsprecher erfolgt über einen 2W-Verstärker.

Die Bedienung des Seifenspenders erfolgt in der ersten Version über den abschraubbaren Deckel, der die Elektronik sowie zwei Taster und ein als Scrollrad verwendetes Potentiometer

stellt verschiedene Einstellungsmöglichkeiten zur Verfügung, wie z. B. die Pump- und Rückpumpdauer bei einem Waschvorgang oder die Temperaturschwellen für das Hinzudosieren von Desinfektionsmittel. In den weiteren Versionen des Seifenspenders geschieht die Bedienung/Administration ausschließlich über die USB-Schnittstelle bzw. über das Netzwerk. Dies gewährleistet eine höhere Sicherheit.

3.4.2 Version 2

Bei der Vorstellung des Seifenspenders auf der Erfindermesse iENA (Nürnberg, 1.11. bis 4.11.2012) gewann der Seifenspender einen Preis, jedoch trat die Notwendigkeit zutage, das Design des Gehäuses zu verbessern. Die Herstellung von angepassten Platinen durch die HS Pforzheim ermöglicht eine kompaktere Bauform, ohne Einbußen in Hinsicht auf die Funktionalität.

Der Seifenspender gewann auf der Erfindermesse iENA den 2. Messepreis, den 2. Erfinderpriis im iHoch3-Wettbewerb des Bundeswirtschaftsministeriums Berlin, sowie beim Jugend Forscht-Regionalwettbewerb Mittelbaden/Enz den ersten Preis in der Kategorie Technik. Bei beiden Wettbewerben trat jedoch die Notwendigkeit zutage, das Design des Gehäuses zu verbessern. Als der Seifenspender auf der Erfindermesse kurzgeschlossen und dadurch unbrauchbar wurde, entschlossen wir uns, einen grundlegend überarbeiteten Prototypen zu erstellen und diesen insb. auch in Hinsicht auf das Design zu verbessern. Um Platz im Gehäuse zu sparen, werden in der zweiten Version selbst erstellte und bestückte Platinen verwendet. Außer im Bereich Design (Abb. 3.6) wurden zahlreiche weitere Verbesserungen getätigt [Götz et al., 2013]:

1. Selbstrückstellende Sicherung und Verpolschutzdiode zum Schutz vor Kurzschlüssen,
2. 12 W-Verstärker für eine deutlichere Sprachausgabe,
3. Verwendung einer Zahnrادpumpe zur besseren Dosierung der Seife,
4. Strommessgeräte an Motorausgängen zur Feststellung eines festgesaugten Schlauches, einer verstopften Pumpe usw.,
5. Verschiedene Platinen für verschiedene Zwecke (Zentrales Seifenspender-Programm, IR-Handsensoren, Türsensoren) zur besseren Übersichtlichkeit,
6. CAN-Bus zum Datenaustausch zwischen Platinen und Seifenspendern sowie zum Firmware-Update,
7. Aufbau mehrerer Seifenspender und Sensoren im Netzwerk (z. B. über CAN), Kommunikation zum PC über Ethernet (mit Hilfe eines CAN-Ethernet-Adapters) zur zentralen Administration,
8. Leistungsfähigere Prozessoren (PIC18F-Familie, Fa. Microchip¹²), deshalb auch Umstieg auf die Entwicklungsumgebung MPLAB-X derselben Firma,
9. Eingebauter PicoBeamer (Optoma PK120¹³) zur Anzeige von Werbung beim Seifenspenden, wie es in vielen öffentlichen Toiletten auf Autobahnraststätten praktiziert wird (häufigstes Kaufargument auf der iENA),
10. Verschiedene Schutzmechanismen (z. B. Filterkondensatoren, Datenübertragung über Stromstärke) zur Vermeidung von Störungen, die durch Mobiltelefone verursacht werden (insb. hinsichtlich der Sprachausgabe),

¹² Microchip Technology Inc., Chandler, Arizona

¹³ Optoma Europe Ltd., Düsseldorf

11. Geteiltes Gehäuse und Hakenmechanismus zum vereinfachten Aufbau sowie zur Einsparung von Gewicht (Abb. 3.6-7, Abb. A.1),
12. Briefkastenschloss als Sicherheitsmaßnahme.

Erfolge der zweiten Version. Die zweite Version des Seifenspenders wurde beim Landeswettbewerb von Jugend Forscht präsentiert (Abb. 3.6-7 und A.1) und gewann dort den Sonderpreis „Technik im Alltag“ der Reinhold-Beitlich-Stiftung. Auf der REHAB in Karlsruhe (Messe für lebenserleichternde Maßnahmen für Menschen mit Behinderungen) wurde er aufgrund seiner berührungslosen Bedienung ebenfalls vorgestellt. Der Seifenspender hat erfolgreich an der Vorrunde des Artur-Fischer-Erfinderpreises 2013 teilgenommen und wurde zusammen mit anderen Erfindungen als Preisträger vorgeschlagen. Die zweite Runde und die Preisverleihung fanden am 17.7.2013 in Stuttgart statt.

Weiterentwicklungsmöglichkeiten. Auf der Hauptplatine sind Anschlussmöglichkeiten für kapazitive Touch-Sensoren vorhanden. Diese können benutzt werden, um ein- und austretende Kunden zu erkennen. Außerdem kann mit ihnen auch eine Handerkennung realisiert werden. Aufgrund der gemessenen Kapazität des „Hand-Touch-Sensor-Kondensators“ können Rückschlüsse auf die Größe der Hand gezogen werden und eine entsprechende Dosierung der Seife vorgenommen werden.

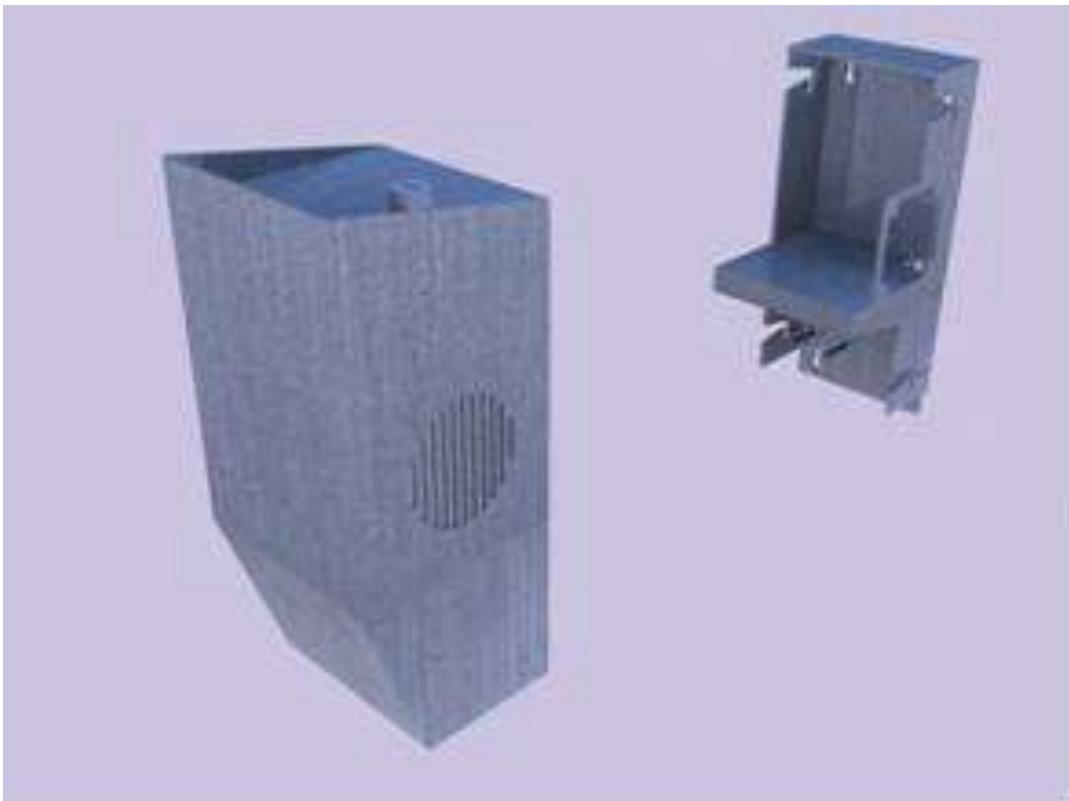


Abb. 3.6: Zweigeteiltes Gehäuse zur Einsparung von Gewicht und zur einfacheren Wandmontage (3D-Modell). Auf der rechten Gehäusesseite sind die Schlitze für den Lautsprecher zu sehen.

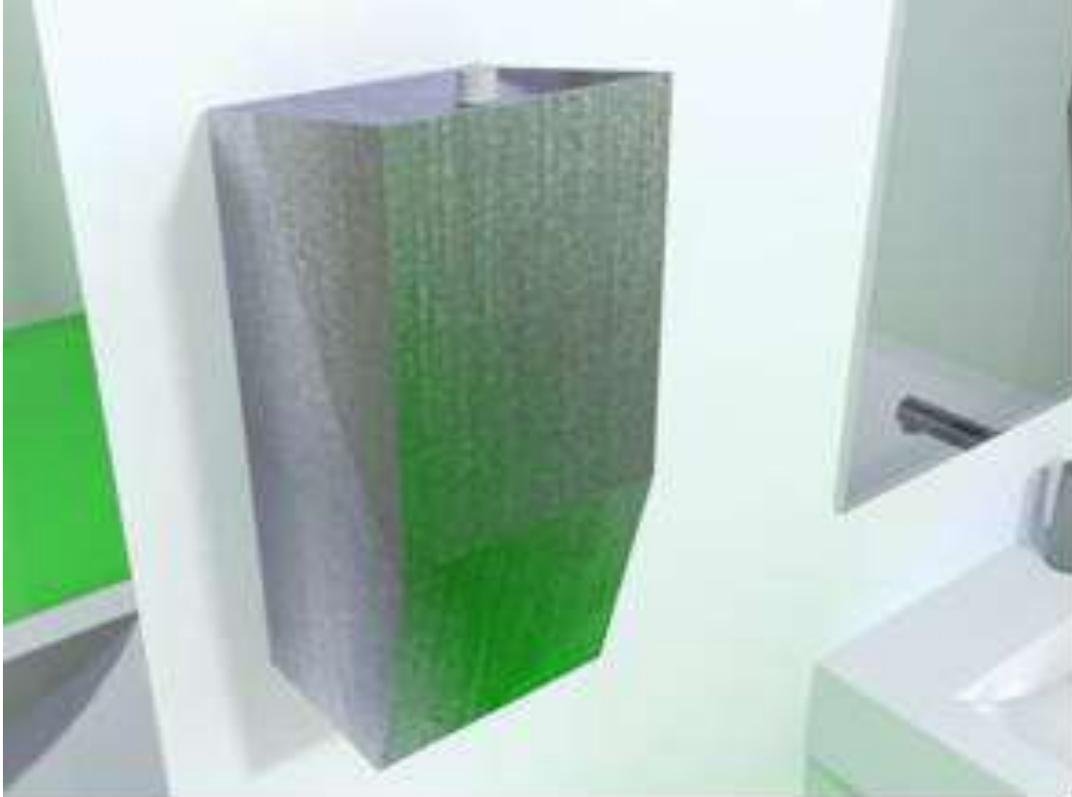


Abb. 3.7: Neues Gehäuse des Seifenspenders als 3D-Modell. Oben ist der Zylinder des vorgesehenen Briefkastenschlosses sichtbar. Der Lautsprecher befindet sich an der rechten Gehäusesseite.

Reflektion. Der Bau des Seifenspenders erwies sich als ein technisch anspruchsvolles Vorhaben. Dies führte vor allem im Bereich der Organisation zu einigen unvorhergesehenen Schwierigkeiten. Da die Termine der verschiedenen Ausstellungen und Wettbewerbe jeweils um nur wenige Wochen auseinanderlagen, mussten die nötigen Verbesserungen sehr schnell eingebaut werden. Es galt also, sich auf das Notwendige zu beschränken, auch um beispielsweise die Vorbereitung auf die Klausuren, die in diesem Zeitraum stattfanden, nicht zu stören. Dabei lernten die Schüler, ihr Zeitmanagement im voraus festzulegen, aber flexibel genug zu bleiben, um schnell auf Probleme reagieren zu können, sowie ein Pflichtenheft zu führen und an den knappen Zeitrahmen anzupassen. Durch das Projekt wurden den Schüler auch Grundlagen vermittelt, die in Unternehmen eine wichtige Rolle spielen, wie beispielsweise das Präsentieren vor einem Fachpublikum. Dabei mussten sich subjektive Werbung für das eigene Projekt und objektive, fachlich korrekte, detaillierte und dennoch knappe Erklärungen über das Innenleben die Waage halten. Die Jury bewertete sowohl die technische Lösung als auch das Engagement und die Bereitschaft der Gruppe, weiter zu forschen und die Fähigkeit, ein Projekt innerhalb eines vergleichsweise engen Zeitrahmens angemessen zu präsentieren.

Weil die Schüler das Gehäuse nicht selbst bauen konnten, mussten sie lernen, mit Unternehmen und externen Mitarbeitern zu kooperieren und dabei Kompromisse in Bezug auf Konstruktion und Fertigungsdauer einzugehen. Der Kontakt mit professionellen Ingenieuren brachte den Schüler wertvolle Erfahrungen und gab ihnen Einblick in wichtige Teilbereiche des Berufslebens. Für die Schüler hat sich bei der Realisierung der Idee vor allem gezeigt, dass eine umfassende Planung und ein kontinuierliches kritisches Überdenken der Ergebnisse äußerst wichtig sind, um keine voreiligen Schlüsse zu ziehen und nicht realisierbare Produkte in Auftrag zu geben. In diesem Punkt waren die Anforderungen unserer Kooperationspartner (STÖBER ANTRIEBSTECHNIK GmbH & Co. KG, Pforzheim; Fa. Elmako GmbH, Iffezheim) sehr hoch.

4 Gruppe 2: Neukonzipierung des Waschbereichs: Idealer Waschbereich in öffentlichen Toiletten

4.1 Grundlagen Waschbereich

Am Freitag, den 7.12.2012 führte Prof. Dr. R. Zang (Abb. 4.1) gemeinsam mit Herrn B. Höllbacher (B. Eng.) einen Workshop zum Thema "Öffentlicher Waschbereich" an der HS Pforzheim für die ForscheHilda AG durch. Aufgabe des Workshops war es, neue Konzepte zur Gestaltung des Waschbereichs einer öffentlichen Toilette zu entwickeln. An dem Workshop nahmen neun Schüler und drei Lehrer (Frau Becht, Frau Dr. Lugova und Dr. Götz) des Hilda-Gymnasiums sowie die Projektmitarbeiterin Check_ING-Frauen in die Technik J. Zeh (Soziologie), Fakultät für Technik der HS Pforzheim, teil.



Abb. 4.1: Einführungsvortrag *Idealer Waschbereich in öffentlichen Toiletten* von Prof. Dr. R. Zang und Herrn B. Höllbacher (B. Eng.) für die ForscheHilda AG.

Erstes Ziel des Workshops war, einen Einblick in die Arbeitswelt des Entwicklungsingenieurs zu erhalten: (1) Aufstellen von Zielen, (2) Analysieren von Risiken und Prototyping, (3) Planen der Fortführung, (4) Entwicklung und Validierung. Dazu wurde folgendes Arbeitsprogramm und Vorgehensweise angewandt [Pahl, Beitz, 1986]:

Schritt 1: Eingrenzen des Themas, gemeinsame Diskussion im Plenum mit Festlegung von drei Themenbereichen (hier: Art der öffentlichen Waschbereiche).

Schritt 2 und 3 (Gruppenarbeit, Kreativitätsmethoden): Anforderungen und Auswahl, Gruppenarbeit (drei Gruppen) mit Brainstorming-Methode, Vorstellung der Ergebnisse im Plenum und Auswahl von Suchfeldern für Lösungsansätze.

Schritt 4: Entwickeln innovativer technischer Lösungskonzepte.

Schritt 5: Abschlusspräsentation der Lösungskonzepte und Feedback-Runde: Die Ergebnisse des Workshops werden in einer Abschlusspräsentation im Plenum zusammengefasst.

Übergeordnetes Ziel des Workshops war es, Kriterien für den idealen öffentlichen Waschbereich zu entwickeln. Die Einstiegspräsentation von Prof. Zang machte zum einen deutlich, dass zu kurzschrittige Ansätze Visionen verhindern. Zum anderen werden abhängig von den

Zielorten der Toiletten (Straßen-, Bahnhofs-, Hotel-, offene Steh-toiletten auf Marktplätzen in den Niederlanden) und deren Zielgruppen (Körpergröße bei Piss- und Toilettenhöhe, Behinderte und ältere Bürger, Ausländer) Waschbereiche mit unterschiedlichen Anforderungsprofilen benötigt. Es wurden drei Gruppen gebildet, die im Konsens drei Einsatzorte von Toiletten und drei für den dazugehörigen idealen Waschbereich relevanten Kriterien (mit Gewichtung) festlegten (Abb. 4.2). Die Gruppen haben sich für ihre jeweilige Anwendung auf deutlich unterschiedliche Bewertungsprofile geeinigt. So steht beispielsweise für den Waschbereich einer Toilette im Einkaufszentrum der Nutzer vorrangig an erster Stelle. Bei den beiden anderen Anwendungen ist diese Priorität auch gegeben, allerdings nach Meinung der betreffenden Gruppen nicht so herausragend.

Für die oben dargestellte konkrete technische Fragestellung *Idealer Waschbereich in öffentlichen Toiletten* wurden in Gruppenarbeit Lösungsideen gesucht (Abb. 4.3). Hierzu wurden individuelle Lösungsideen visualisiert und mittels Galeriemethode anschließend durch die Gruppe weiterentwickelt. Zum Schluss lagen für drei technische Fragestellungen konkrete Lösungsideen vor.

The image shows three hand-drawn evaluation matrices on grid paper, each for a different location. Each matrix has three rows representing evaluation criteria: 'Umwelt' (Environment), 'Nutzer' (User), and 'Betreiber' (Operator). The columns represent five different evaluation points. 'X' marks indicate which criteria are prioritized for that location.

Umwelt	X				
Nutzer	X	X	X	X	X
Betreiber	X	X	X		

Umwelt	X	X	X		
Nutzer	X	X	X	X	
Betreiber	X	X			

Umwelt	X	X	X	X	
Nutzer	X	X	X	X	
Betreiber	X				

Abb. 4.2: Bewertungskriterien (Umwelt, Nutzer, Betreiber), die von den drei Gruppen (Einkaufszentrum, Stadion, Schule) festgelegt wurden.

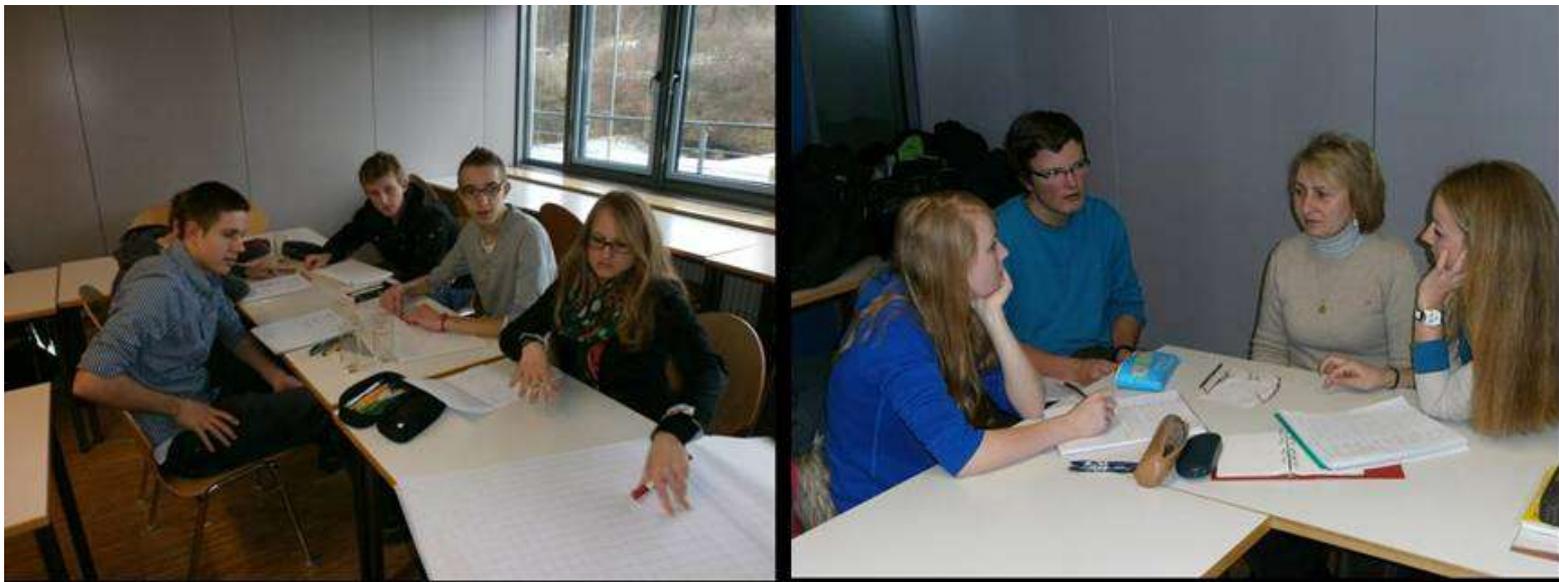


Abb. 4.3: Schüler, Hochschulmitarbeiterin und Lehrer bei der Gruppenarbeit.

Im folgenden sind die Lösungsvorschläge für die drei ausgewählten und ausgearbeiteten Waschbereiche dargestellt:

(a) **Stadion**. Für den Waschbereich in einem Stadion wurde eine Art „Tunnelsystem“ (Abb. 4.4) entwickelt. Es gibt einen separaten Eingang und einen Ausgang, der sich auf der anderen Seite befindet. So werden die Besucher dauerhaft in eine Richtung gelenkt und "Rückströmungen" und, damit verbunden, chaotische Verhältnisse vermieden. Im Eingangsbereich der Toilette gibt es drei verschiedene Wege: Einmal in Richtung der Pissoirs, einmal in Richtung der Kabinen und einmal direkt zu den Waschbecken, falls jemand nur seine Hände waschen möchte. Dabei werden die Wege mit Pfeilen auf dem Boden verdeutlicht. Zwischen den einzelnen Gängen werden noch Wände aufgestellt, so dass sowohl ein Sichtschutz herrscht, aber auch innerhalb der „Räume“ auf zwei Seiten die Kabinen bzw. die Pissoirs aufgestellt werden können. Danach führt ein Weg oder eine Tür in den Waschbereich, der durch weitere Pfeile auf dem Boden markiert ist.

Der Waschraum ist offen gestaltet. Die Waschbecken sind in Steinplatten integriert, die eine Höhe von ungefähr 90 bis 95 cm haben. In der Mitte des Raumes steht ebenfalls ein "Waschbeckentisch", mit einer Art Podest davor für Kinder. An diesen Steinplatten ist noch eine Erhöhung jeweils befestigt, beispielsweise als Ablage für Fahnen oder Handtaschen.

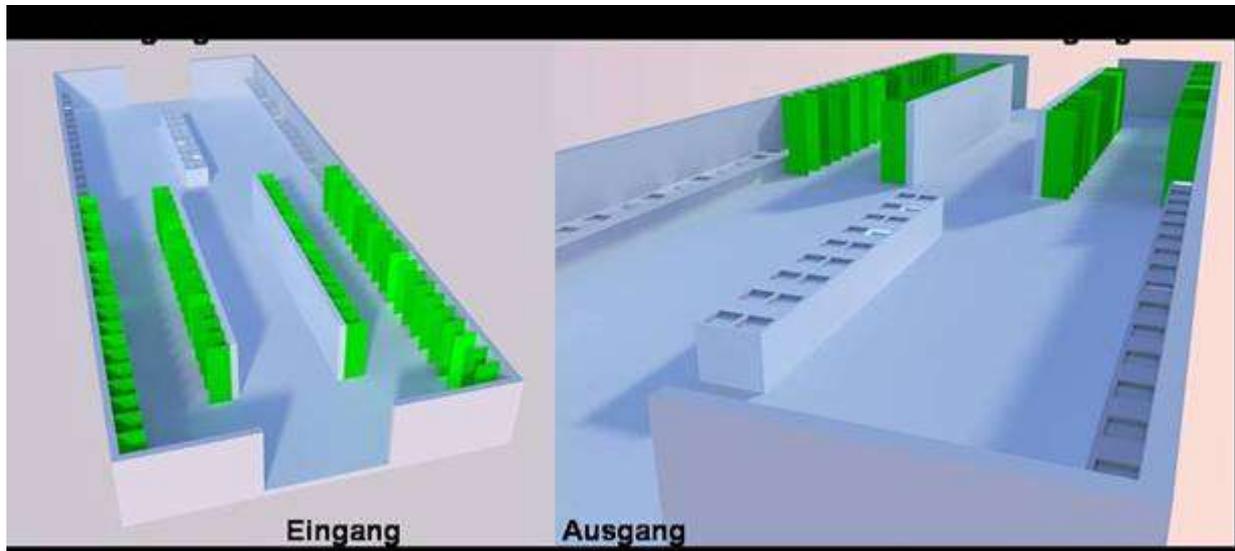


Abb. 4.4: Lösungsskizze *Hygiene trotz Masse* zur Gestaltung des Waschbereichs im *Stadion*.

Parallel zur Neugestaltung des Waschbereichs soll auch das Waschbecken optimiert werden. Das Wasser wird ebenso wie die Seife mit einer Düse auf die Hände aufgetragen. Nach einer vorgegebenen Zeit schalten sich die Wasserdüsen selbstständig ab, und Luftdüsen werden aktiviert, um die Hände zu trocknen. Dabei könnte man nochmals Desinfektionsmittel untermischen. Durch dieses Prinzip werden sowohl Ressourcen¹⁴ als auch Energie gespart und eine hohe Hygiene ermöglicht.

(b) **Schule**. In der Schule nimmt die Häufigkeit der Toilettenbesuche ebenfalls in den Pausen zu, allerdings vermutlich nicht in dem Maße wie in Pausen in einem Stadion. Deshalb wurde hier, auch aus Kostengründen, auf getrennte Ein- und Ausgänge verzichtet (Abb. 4.5). Besonderheiten bei der vorliegenden Lösung *Touchless Toilet* sind Ablageflächen im Waschräum für Bücher, Desinfektionsspender in den Kabinen (Verringerung der Ansteckungsgefahr bei Epidemien wie Schweinegrippe) zur automatischen Reinigung der Sitzplätze bzw. im Vorraum, berührungslose Bedienung aller Geräte, elektrische Stunden- und Vertretungspläne sowie eine nutzerbezogene Lichtregelung (automatisches Aktivieren und Deaktivieren der Beleuchtung).

¹⁴ Verwenden von Waschwasser aus den Waschbecken als Spülwasser in den Toiletten.

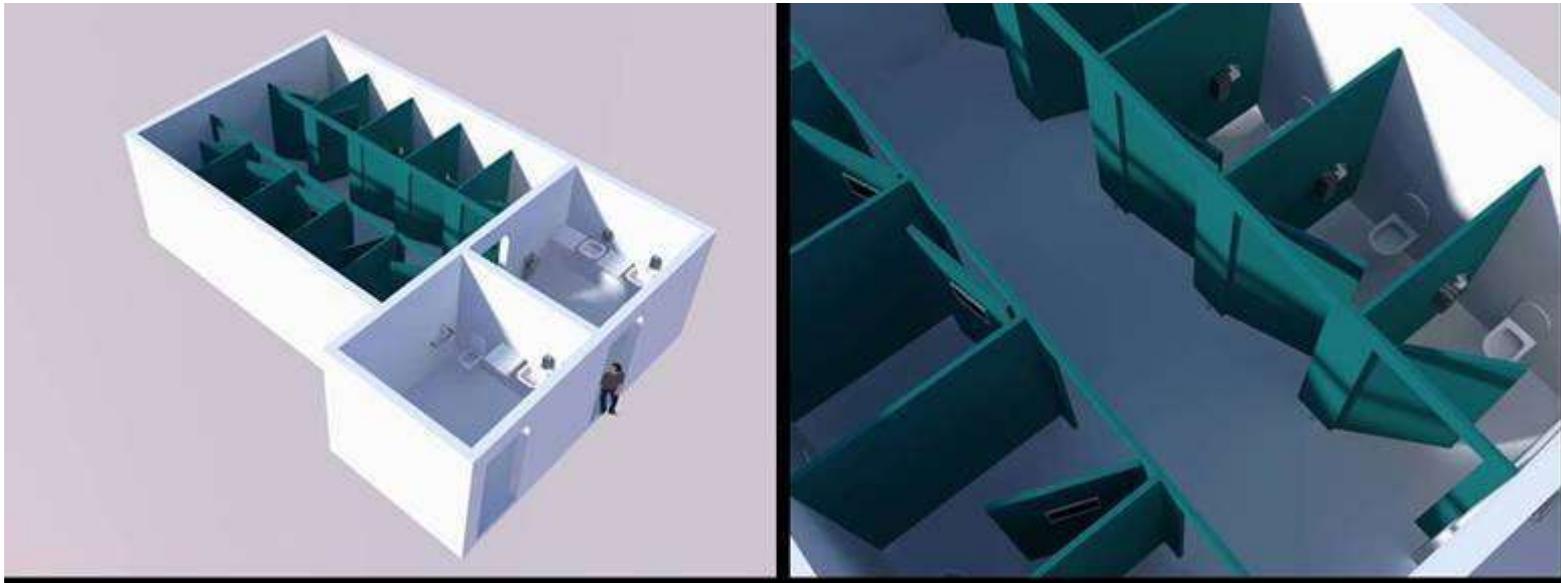


Abb. 4.5a: Lösungsskizze *Touchless Toilet* zur Gestaltung des Waschbereichs in der *Schule*. Links: Gesamtansicht (vorne: Behindertentoilette (links) und Waschraum (rechts) und dahinter Raum mit Kabinen). Rechts: Vergrößerte Darstellung der Kabinen.

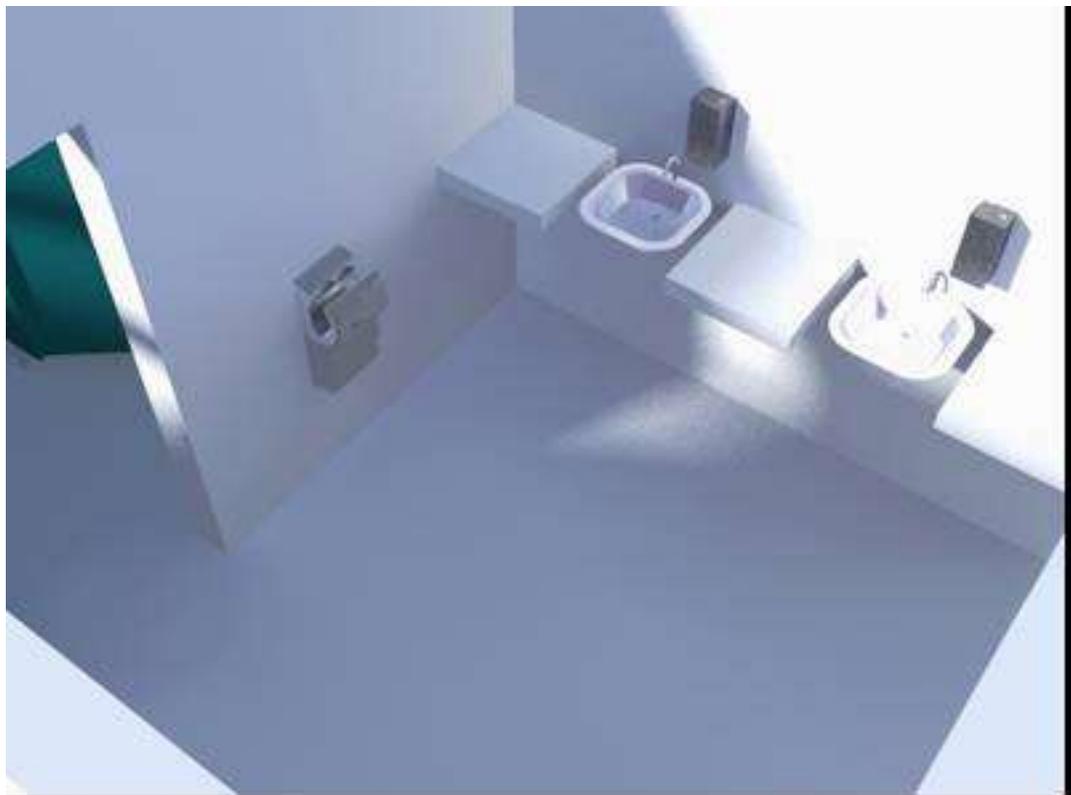


Abb. 4.5b: Lösungsskizze *Touchless Toilet* zur Gestaltung des Waschbereichs in der *Schule*. Vergrößerte Darstellung des Waschraums.

(c) **Einkaufszentrum**. Für den Waschbereich im Einkaufszentrum wurde das Konzept *proNutzer* (Abb. 4.6) entwickelt. Hierzu wurde folgender Anforderungskatalog aufgestellt:

Hygiene:

- Reinigung von Oberflächen: Keimfrei,
- Entsorgen von Müll,
- Kontaktfreie Bedienung aller Waschelemente¹⁵.

Funktion:

- Sparen von Energie und Wasser,
- Reduzieren des Schallpegels,
- Ablageflächen (Einkäufe, Kinderwagen),
- Kundensicherheit¹⁶,
- hinreichend Hygieneartikel.

Design:

- Wahren der Privatsphäre,
- Raumvergrößerung durch Spiegel.



Abb. 4.6: Präsentation der Lösungsskizze *proNutzer* zur Gestaltung des Waschbereichs im Einkaufszentrum.

Fazit: Es gibt keinen universellen *Idealen Waschbereich in öffentlichen Toiletten*. Abhängig vom Einsatzort und den betreffenden Besuchergruppen müssen spezifische Lösungsansätze entwickelt werden. Allen Einsatzbereichen gemeinsam ist ein Höchstmaß an Hygiene und Sicherheit bei einem Minimum an Ressourceneinsatz und Kosten. Hierzu ist die Zahl der Oberflächenkontakte zu verringern, Desinfektionsmittel (automatisch oder auf Wunsch) bereitzu-

¹⁵ Eventuelle Infekte werden mit dem betreffenden Einkaufszentrum in Verbindung gebracht.

¹⁶ Kundensicherheit: Beispielsweise Verhindern, dass Kinder entweichen

stellen und die Benutzerströme aus Sicherheits- und Effizienzgründen zu regulieren (Stadion). Es ist geplant, Ultraviolett zur Keimreduzierung auf Oberflächen und evtl. für Waschwasser vor der Nutzung als Spülwasser zu nutzen.

Literatur

Götz, J.; Türk, J.; Bührle, E.; Feil, C.; Kresser, L.; Morlok, M.; Mergl, Z.: Dosierspendevorrichtung für Handreinigungsmittel und Verfahren zur Verbesserung des Hygieneverhaltens in Toiletten. Patentanmeldung, 2012 (DE102012110 405A1, Offenlegung 10.4.2014)

Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre. Handbuch für Studium und Praxis. Berlin: Springer Verlag, 1986

Anhang

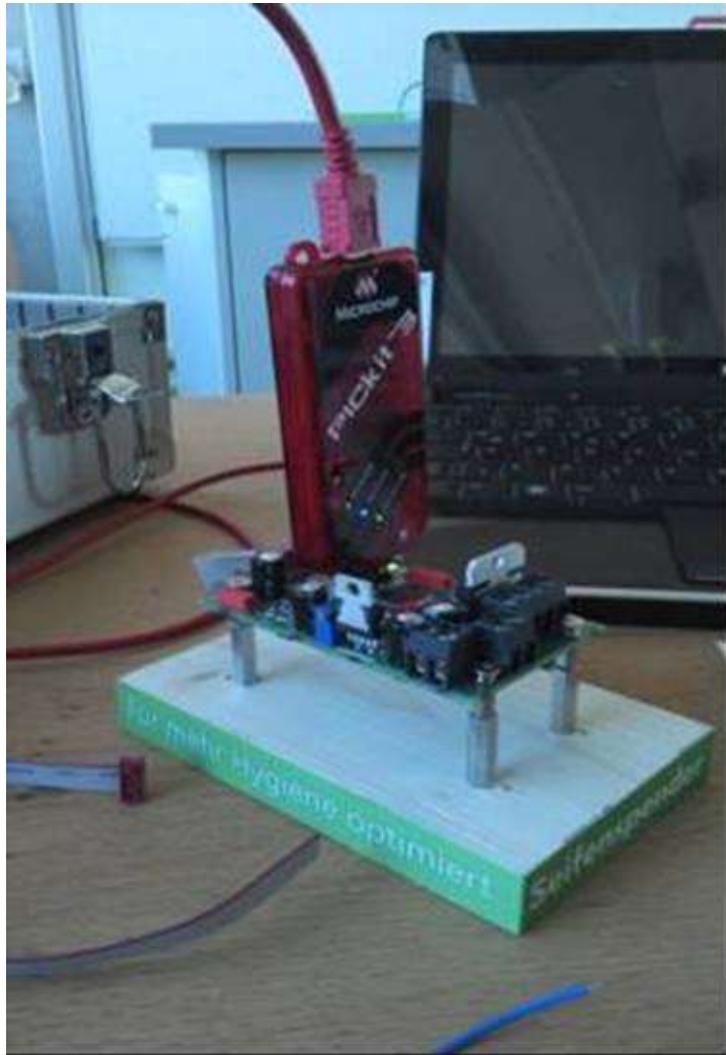


Abb. A.1: Elektronik, Version 2