

Z

hdk

Zürcher Hochschule der Künste
Zurich University of the Arts

Messdaten Kommunizieren

Elia Hvalič

ZHdK Zürcher Hochschule der Künste
Bachelor Design, Vertiefung Industrial Design
Bachelor-Thesis, Theoriearbeit
Mentoren: Christoph Müller & Margarete von Lupin
Elia Hvalič, elia.hvalic@gmail.com

Zürich, 28. Februar 2022



Inhaltsverzeichnis

0 Einleitung	2
Motivation	2
Luftlabor	2
Projektziel	2
Fragestellungen	3
Vorgehen	3
1 Wissensaufbau	5
Luftqualität	5
2 Anforderungsprofil	8
Erstellen eines Anforderungsprofils	8
3 Produktanalyse	9
3.1 Luftmessgeräte	9
3.2 Inspiration	21
4 Fazit	25
5 Quellenverzeichnis	26
Literaturverzeichnis & elektronische Quellen	26
Abbildungsverzeichnis	27
6 Anhang	28
Glossar	28
Interview mit Lara Lüthi	29
Interview mit Raphael Wild	33
Übersicht Luftmessgeräte	35
Übersicht Inspiration	36
Bewertung Produkte und Kommunikationssysteme	37
Eigenständigkeitserklärung	38

0 Einleitung

Motivation

Ich freue mich, als Abschluss von meinem Industrial Design Studium an der ZHdK, an einem Projekt des Design und Technology Labs mitzuarbeiten. Zusammen mit dem Maschineningenieurwissenschafts-Studenten der ETH, Felix Walcher, widme ich mich einem Tandemprojekt mit Luftlabor. Die Entwicklung eines neuen Luft-Messgerätes für den Innen- und Aussenraum bietet ein spannendes Arbeitsfeld. Eine grosse Rolle spielt dabei, wie die Auswertung der Messdaten mit dem/der Nutzer/-in kommuniziert werden. Dieser Thematik widme ich mich in dieser Arbeit.

Luftlabor

Das Luftlabor ist ein Projekt verschiedener Parteien. Eine gute Beschreibung findet man auf der Webseite www.luftlabor.ch: "Das Luftlabor ist eine Plattform mit Unterrichtsmaterialien zur Luft und Luftqualität. Es handelt sich um ein Projekt des BAFU - Bundesamt für Umwelt Bern, welches zusammen mit Trägerorganisationen der Kampagne Gerätebenzin erarbeitet wurde [...]."¹

Projektziel

Luftqualität hat einen Einfluss auf unsere Leistungsfähigkeit und Gesundheit. Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe sollen lernen, wie verschiedene Faktoren die Luftqualität beeinflussen und welche Auswirkungen diese auf unsere Leistungsfähigkeit und Gesundheit haben. Weiter sollen sie lernen, was Luft ist und welche Gefahren von schlechter Luft ausgehen. Sie sollen verstehen, warum regelmässiges Lüften in geschlossenen Räumen wichtig ist. Dazu muss die Innen- und Aussenraumluft beachtet werden.²

Für diesen Zweck werden in diesem Projekt zwei Luftmessgeräte entwickelt. Diese sollen verschiedene Luftschadstoffe im Innen- und Aussenraum messen. Eine Messstation misst die Raumluft im Klassenzimmer. Die andere Messstation misst die Aussenluft. Die Messungen der Aussenluft dienen als Kontrastdaten zu den Messungen im Innenraum. Das System soll über ein Infosystem den Zustand bzw. die Veränderungen der Luftqualität anzeigen. Weiter soll das System mitteilen, wann gelüftet werden soll. Die Feinstaubkonzentration sowie der CO₂-Gehalt sind für die Bestimmung der Luftqualität wichtig.³

¹ Luftlabor, 2022

² Design and Technology Lab, 2022

³ Design and Technology Lab, 2022

Wichtig ist auch, dass man das Gerät einfach bedienen kann und dass es stabil bzw. langlebig ist.⁴

Fragestellungen

Ausgehend vom Projektziel stelle ich mir einige Fragen. Diese Fragen sind die Grundlage für mein Vorgehen in dieser Arbeit.

F1 Auf welche verschiedenen Arten kann die gemessene Raum- und Außenluftqualität dargestellt werden, damit der/die Nutzer/-in, primär Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe I, versteht warum die Luft schlecht ist und bewusster und effektiver Massnahmen gegen die schlechte Luftqualität unternimmt?

Weitere, mehr spezifische Fragen sollen helfen die eben genannte Fragestellung zu beantworten und der Arbeit eine Struktur zu geben.

F2 Welche Faktoren soll das Produkt messen und mit dem/der Nutzer/-in kommunizieren?

F3 Wie zeigen bestehende Luftmessgeräte Luftqualität an?

F4 Welche weiteren Darstellungsweisen und Kommunikationsmethoden gibt es außerhalb des Kontextes der Luftqualität?

F5 Welche Schwachstellen und Potentiale enthalten die verschiedenen Darstellungsweisen im Bezug auf das Projektziel?

Vorgehen

Teil 1 - Wissensaufbau

Im ersten Teil wird ein Grundlagenwissen zum Thema Luftqualität im Innen- und Aussenraum erarbeitet. Damit soll eine Antwort auf die Fragestellung **F2** gefunden werden. Gegenstand für den Wissensaufbau ist ein Interview mit Lara Lüthi vom BAFU⁵ zum Thema Luftqualität und eine Recherche über Luftqualität.

Teil 2 - Anforderungsprofil

Anhand von diesem Wissen wird ein Anforderungsprofil erstellt. Dieses wird aussagen, was an den/die Nutzer/-in vermittelt werden soll und dient als Grundlage für die Frage **F5** und für die Diskussionen der Produktanalyse.

Teil 3 - Produktanalyse

Um herauszufinden, wie die gemessene Luftqualität auf verschiedene Arten dargestellt werden kann wird eine Recherche gemacht. Produktbeispiele werden analysiert und ausgewertet.

⁴ Design and Technology Lab, 2022

⁵ Siehe Glossar, BAFU

Abschnitt 3.1 - Luftmessgeräte

Als erstes werden verschiedene Luftmessgeräte analysiert und deren Darstellungsweisen und Kommunikationsmethoden diskutiert. Damit wird auf die Fragen **F3** und **F5** geantwortet.

Abschnitt 3.2 - Inspiration

Hier werden weitere Darstellungsweisen und Kommunikationsmethoden angeschaut, die nicht mit Luftqualität zu tun haben. Diese zweite Recherche dient der Inspiration für neue Darstellungsweisen im Kontext Luftqualität. Damit wird auf die Fragen **F4** und **F5** geantwortet.

1 Wissensaufbau

Um die Messdaten der Luft gut darzustellen, ist es wichtig zu verstehen was Luft ist und was gute und schlechte oder auch verschmutzte Luft ausmacht. Als Einstieg ins Thema wird deshalb im folgenden Abschnitt über Luftqualität informiert. Grundlage für diesen Teil ist ein Interview mit Lara Lüthi vom BAFU zum Thema Luftqualität sowie die Infoseiten zur Raumluft vom BAG⁶. Wo nicht anders angegeben, beziehe ich mich im Abschnitt Luftqualität auf das Interview mit Lara Lüthi (Vgl. *Interview mit Lara Lüthi, Februar 2022*).

Luftqualität

Gute Luft

Gute Luft ist nicht einfach zu definieren. Kurz gesagt ist gute Luft die Abwesenheit von Schadstoffen. Gute Luft ist also die Zusammensetzung der Luft in ihrem natürlichen Zustand.

Die natürliche Zusammensetzung der Luft

Luft ist ein Gasgemisch. Das für den Menschen zum Leben notwendige O₂, bzw. Sauerstoff, ist nur zu 21% in der Luft enthalten. Denn mit 78% macht Stickstoff, auch N₂, den grössten Teil der Luft aus. Die restlichen 1% setzen sich aus verschiedenen anderen Gasen zusammen. Das bekannteste davon ist Kohlenstoffdioxid oder CO₂. Es macht 0,04% der Luft aus. Weiter gibt es in der Luft viele andere Gase, von denen nur Spuren, also ganz wenig, in der Luft enthalten sind.⁷

Schadstoffe in der Luft

Im Gesetz sind eine Vielzahl an Schadstoffen, die sich in der Luft befinden können, geregelt. Diese gelten jeweils ab einem gewissen Grenzwert als problematisch. Zu diesen Schadstoffen gehören zum Beispiel Ozon und Stickstoffdioxid.

Bei krebserregenden Schadstoffen gibt es keinen Grenzwert, da diese so weit wie nur möglich minimiert werden müssen.

Auswirkungen auf die Gesundheit

Die Stärke der Auswirkung auf die Gesundheit durch einen Schadstoff, hängt immer von der Konzentration desselben in der Atemluft ab. Je höher die Konzentration eines Schadstoffes in der Luft ist, desto größer ist die Auswirkung auf die Gesundheit. Die verschiedenen Schadstoffe wirken sich unterschiedlich auf die Gesundheit aus. Stickstoffdioxid und Feinstaub schädigen zum Beispiel das Herz-Kreislaufsystem und die Atemwege und lösen entzündliche Reaktionen im Körper aus. Feinstaub, Schwermetalle, Russ, Radon und Benzo(a)pyren sind krebserregend.

⁶ Siehe Glossar, BAG

⁷ Wikipedia 2022, Luft

Die Luftverschmutzung ist, weltweit betrachtet, das größte Umweltrisiko für die Gesundheit. Obwohl sich die Luftqualität in der Schweiz in den letzten Jahren verbessert hat, gibt es immer noch negative Auswirkungen auf die Gesundheit durch Luftschadstoffe. Momentan gibt es vor allem in der Nähe fest befahrener Straßen Grenzwertüberschreitungen. Die Konzentration von Feinstaub und Stickstoffdioxid in der Luft sind in der Nähe von Verkehr oft hoch.

Schadstoffe in der Raumluft

Im Schnitt halten sich Europäer 90% der Zeit im Innenraum auf. Daher ist die Innenraumluft wichtiger als die Aussenluft.

Im Innenraum gibt es verschiedene Ursachen, die die Raumluft beeinflussen. Die wichtigsten Schadstoffquellen werden hier genannt: Als erstes können Schadstoffe in der nahen Aussenluft die Raumluft belasten. Vor allem der Verkehr, die Industrie und das Gewerbe sowie Abluft von Heizanlagen belasten die Aussenluft mit Schadstoffen. Diese belasten dann auch die Raumluft nahegelegener Gebäude. Weiter kann sich das radioaktive Edelgas Radon aus dem Untergrund in die Häuser ausbreiten. Viele Schadstoffe kommen jedoch aus dem Inneren von Gebäuden. Bau- und Einrichtungsmaterialien können chemische Schadstoffe enthalten, die sie an die Raumluft abgeben. Beispielsweise enthalten Farben und Lacke oft Schadstoffe, die in die Raumluft gelangen. Einen grossen Teil der Schadstoffe in der Raumluft wird auch durch die Menschen verursacht. Beim Abwaschen, Duschen, Reinigen, Kochen und auch beim Basteln kommen chemische Substanzen in die Luft, die die Raumluft belasten. Beim Atmen, Schwitzen und durch die Abgabe von Feuchtigkeit emittiert der Mensch verschiedene Stoffwechselprodukte: CO₂, Körpergerüche, VOC (volatile organic compounds)⁸ und Wasserdampf. Auch diese belasten die Raumluft. Weitaus am stärksten wird die Innenraumluft jedoch durch das Rauchen belastet. Die Verschmutzung der Raumluft ist wegen diesen zusätzlichen Schadstoffquellen oft grösser als die der Aussenluft.⁹

Raumluft verbessern

Die Innenraumluft kann man im Gegensatz zur Aussenluft gut beeinflussen, da sie sich in einem mehr oder weniger abgeschlossenen Raum befindet. Um eine gute Raumluft zu erreichen, sollte diese nicht unnötig mit Schadstoffen belastet werden. Zum Beispiel kann man darauf achten, beim Streichen der Wände Farbstoffe zu verwenden, die keine VOC enthält. Einige Belastungen der Raumluft sind jedoch unvermeidbar. Dazu gehören zum Beispiel das Atmen, Schwitzen oder Kochen. Die dabei freigesetzten Schadstoffe sollten durch Lüftung entfernt werden.¹⁰

⁸ Siehe Glossar, VOC

⁹ BAG 2022, Schadstoffe und ihre Quellen

¹⁰ BAG 2022, Massnahmen für eine gute und gesunde Raumluft

Lüften

Das Lüften bewirkt, dass Schadstoffe in der Raumluft nach außen geführt werden. Gleichzeitig wird die Raumluft mit frischer Aussenluft gemischt. Dies bewirkt, dass die Schadstoffe in der Raumluft verdünnt werden. Ziel des Lüftens ist es also Schadstoffe nach außen zu führen und deren Konzentration in der Raumluft durch Verdünnen zu senken.

Man sollte darauf achten, dass genügend lange gelüftet wird, damit der Austausch von Raum- und Aussenluft stattfinden kann.

Luftmessung

Um die Qualität der Raumluft zu bestimmen sind CO₂ Messgeräte sinnvoll. Denn wenn der CO₂-Wert in einem Raum hoch ist, kann man stark davon ausgehen, dass auch andere Schadstoffe erhöht sind. Zudem ist CO₂ einfach zu messen.

2 Anforderungsprofil

Erstellen eines Anforderungsprofils

Im nachfolgenden Kapitel Produktanalyse werden verschiedene Produkte und Kommunikationssysteme analysiert und bewertet. Damit die untersuchten Produkte und Systeme entsprechend analysiert und bewertet werden können, wurde ein Anforderungsprofil erstellt.

#	Anforderungsprofil Luftlabor	Optimum	Aversion
1	genaue Messungen, genaue Messdaten	Die Messdaten sind exakt.	Die Messdaten sind ungenau.
2	gut lesbare Anzeige	Die Anzeige ist auch von weitem gut lesbar.	Die Anzeige ist von weitem nicht lesbar.
3	verständliche Anzeige	Der/die Nutzer/-in versteht was die Anzeige vermittelt.	Der/die Nutzer/-in versteht nicht was angezeigt wird.
4	Das Produkt kommuniziert verständlich, wann gelüftet werden muss.	Die Nutzer/-innen wissen immer wann sie lüften müssen	Die Nutzer/-innen wissen nicht wann sie lüften müssen.
5	Das Produkt kommuniziert verständlich, wie lange gelüftet werden soll.	Die Nutzer/-innen wissen immer wie lange sie lüften müssen.	Die NutzerInnen wissen nicht wie lange sie lüften müssen
6	Das Produkt zeigt an warum gelüftet werden muss.	Die NutzerInnen verstehen warum/ inwiefern die Luft verschmutzt ist.	Die NutzerInnen verstehen nicht, warum die Luft verschmutzt ist
7	Das Produkt ist robust.	Das Produkt kann nicht kaputt gehen.	Produkt geht leicht kaputt.
8	sinnliche, poetische Darstellung	Den NutzerInnen gefällt das Produkt. Sie stellen das Gerät gerne sichtbar in ihrem Wohnzimmer auf.	Den Nutzer/-innen gefällt das Produkt nicht. Sie stellen es nicht gerne sichtbar auf. Die Nutzer/-innen würden das Produkt nicht sichtbar in ihrem Wohnzimmer aufstellen.
9	spannender Ansatz	Das Produkt weckt Interesse.	Die Nutzer/-innen interessieren sich nicht für das Produkt, sie finden das Produkt langweilig.
10	Das Produkt regt zum Nachdenken an.	Die Nutzer/-innen machen sich Gedanken zur Luftqualität.	Die Nutzer/-innen denken nicht weiter über die Luftqualität nach.

Abb. 1: Elia Hvalic, Anforderungsprofil, 2022, Tabelle

In der ersten Spalte (Anforderungsprofil Luftlabor) der Tabelle in Abb. 1 werden verschiedene Anforderungen aufgelistet. Grundlage dafür sind die Projektbeschreibung vom Luftlabor im Design and Technology Lab¹¹ und ein Interview mit Raphael Wild vom Luftlabor (Vgl. *Interview mit Raphael Wild, 3. Februar 2022*). In der zweiten Spalte (Optimum) werden für die entsprechenden Anforderungen die Best-Case-Szenarien beschrieben. Diese sollen angestrebt werden. In der letzten Spalte (Aversion) werden die Worst-Case-Szenarien beschrieben. Diese sollten verhindert werden.

¹¹ Design and Technology Lab 2022, S. 3

3 Produktanalyse

In diesem Kapitel werden verschiedene Produkte analysiert und bewertet. Zusätzlich zur Produktanalyse werden aus den verschiedenen Produktbeispielen Kommunikationssysteme abgeleitet. Diese werden wiederum diskutiert und anhand des Anforderungsprofils bewertet. (Vgl. *Bewertung Produkte und Kommunikationssysteme*)

Die Produktanalyse ist in zwei Unterkapitel unterteilt. Im ersten Kapitel (Luftmessgeräte) werden nur Produkte und Kommunikationssysteme behandelt, die auch mit der Luftmessung zu tun haben.

Im Kapitel «4 Inspiration» werden Produkte und Kommunikationssysteme behandelt, die nicht mit Luftmessung zu tun haben.

3.1 Luftmessgeräte

Im Folgenden werden verschiedene Luftmessgeräte und Kommunikationssysteme analysiert und dargelegt wie diese Luftqualität vermitteln. Dabei wird diskutiert, welche Schwachstellen und Potentiale die verschiedenen Darstellungsweisen im Bezug auf das Projektziel enthalten. Es geht zum einen darum, den Markt von Luftmessgeräten wahrzunehmen und zum anderen sollen daraus verschiedene Arten von Kommunikationssystemen abgeleitet und diskutiert werden. Das Kapitel ist in Abschnitte unterteilt, die jeweils ein oder mehrere Kommunikationssysteme behandeln.

Messwert Anzeige

Das Luftmessgerät S SMAUTOP Room misst viele verschiedene Substanzen. Es misst CO₂, Feinstaub, Formaldehyd, chemische Verbindungen wie zum Beispiel Lösemittel und Weichmacher, kurz TVOC und Kohlenstoffdioxid. Die gemessenen Zahlenwerte sind auf dem Display als Liste angeordnet.¹² (siehe Abb. 2)

¹² T-Online 2021



Abb. 2: T-Online, Luftmessgerät s-smautop, Fotografie

Die Messwerte sind auf dem Display des Gerätes als Zahlen dargestellt. Darum sind die einzelnen Messwerte sehr genau ablesbar. Die tabellenartige Auflistung gibt eine gute Übersicht über die verschiedenen Messwerte. Man sieht alles auf einen Blick. Gleichzeitig geht die Übersichtlichkeit aber gerade dadurch verloren, dass zu viel Information, hier viele verschiedene Messwerte, auf einmal angezeigt wird. Wegen der kleinen Schrift kann man die Messwerte nicht von weitem lesen. Man muss nahe hingehen, damit man sie lesen kann. Weiter muss man bei dieser Anzeige einiges an Vorwissen haben, um zu verstehen, was die verschiedenen Messwerte bedeuten. Für Unwissende stellen sich einige Fragen:

Allgemein:

Wie gut ist die Luftqualität?

Was bedeuten diese Werte?

Spezifisch:

Was ist ein schlechter Wert?

Was ist ein guter Wert?

In welchem Kontext stehen die einzelnen Werte?

Wie gefährlich sind diese Stoffe?

Wie kommt es zu diesen Werten?

Wer das nötige Vorwissen nicht hat, versteht also nicht, wann gelüftet werden soll, wie lange gelüftet werden soll und auch nicht wieso.

Das Gerät wirkt mittelmäßig robust. Die Elektronik und das Gehäuse könnte beim Herunterfallen beschädigt werden.

Die Gestalt des Produktes ist weder sinnlich noch poetisch. Die Form ist langweilig, weil sie sehr gewöhnlich und steif wirkt. Auch sind das Verhältnis und die Platzierung der verschiedenen Elemente wie Display, Tasten und Gehäuse disharmonisch.

Da die Messwerte in keinem Kontext stehen und die Schädlichkeit der Stoffe nicht sichtbar wird, regt diese Darstellungsvariante nicht zum Nachdenken an.

Grenzwerte

Die erste Darstellung (*A*) in der Abbildung 3 stellt einen Messwert ohne Kontext dar. So wie das beim vorhergehenden Beispiel des Luft-Messgerätes S-Smautopt der Fall ist.

Wie im Abschnitt "Das Ampelsystem" klar wird, sind Angaben von Grenzwerten für die Interpretation von Messwerten sehr hilfreich.

Um den Messwert (*B*) in einen Kontext zu stellen, wird in der 2. Darstellung (*C*) in der Abb. 3 ein Nullpunkt *D* und 2 Grenzwerte *E* und *F* hinzugefügt. Die Grenzwerte teilen die Gerade in verschiedene Bereiche *L*, *M* und *N* auf. Die Gerade wird so zu einem Strahl. Die Grenzwerte und die dadurch entstandenen Bereiche bringen den Messwert *B* in einen Kontext. Je nachdem in welchem Bereich sich der Messwert befindet, kann ihm die entsprechende Bedeutung zugewiesen werden. Die Abstände *G* und *H* zeigen auf, wie nahe der Messwert *B* einem Grenzwert ist und so kann der Wert *B* genauer eingeordnet werden.

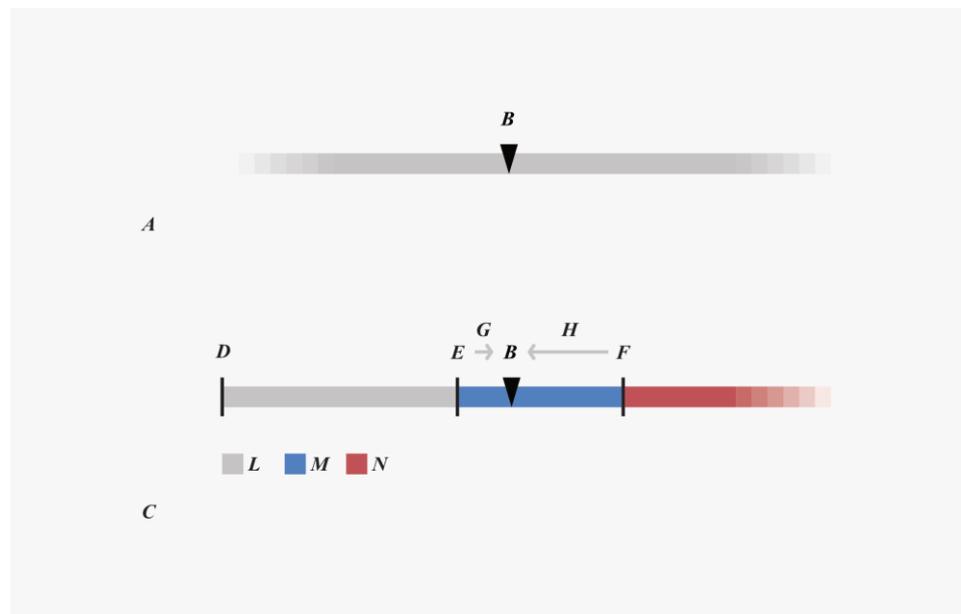


Abb. 3: Elia Hvalic, Messwert und Grenzwerte, 2022, Grafik

Im nächsten Abschnitt wird das Grenzwert-System anhand des Ampel-Systems weiter erklärt.

Das Ampelsystem - bekannte Systeme



Abb. 4: Caru Air, CO₂-Ampel

Das Luftmessgerät Caru Air (siehe Abb. 4) misst den CO₂ Gehalt in einem Raum. Über ein Ampelsystem wird angezeigt, wie die momentane Luftqualität ist, bzw. wann gelüftet werden muss.¹³



Abb. 5: Caru Air, CO₂-Ampel, Grafik

Der CO₂ Gehalt in der Luft wird in Parts per Million (ppm) gemessen.¹⁴ Wie man der obigen Abbildung (Abb. 5) entnehmen kann, ist jede Farbe der CARU Air-CO₂-Ampel (grün, gelb und rot) einem Bereich von Messdaten zugewiesen. Überschreiten die Messdaten den ersten Grenzwert, 1000 ppm CO₂, schaltet die LED-Anzeige von grün auf gelb. Dem gelben Bereich ist die Bedeutung zugewiesen, dass man bald lüften soll. Beim nächsten Grenzwert, 1400 ppm CO₂, schaltet sie auf rot. Rot bedeutet hier Fenster öffnen, lüften!

Die Messdaten werden in eine einfach verständliche Anzeige übersetzt. Das Ampelsystem ist auch ohne Vorwissen zum Thema Luftqualität sehr

¹³ CARU air

¹⁴ Siehe Glossar, Parts per million

gut verständlich. Denn das Ampelsystem ist ein aus dem Straßenverkehr bekanntes System, das die meisten, auch Kinder, ohne Erklärung verstehen.

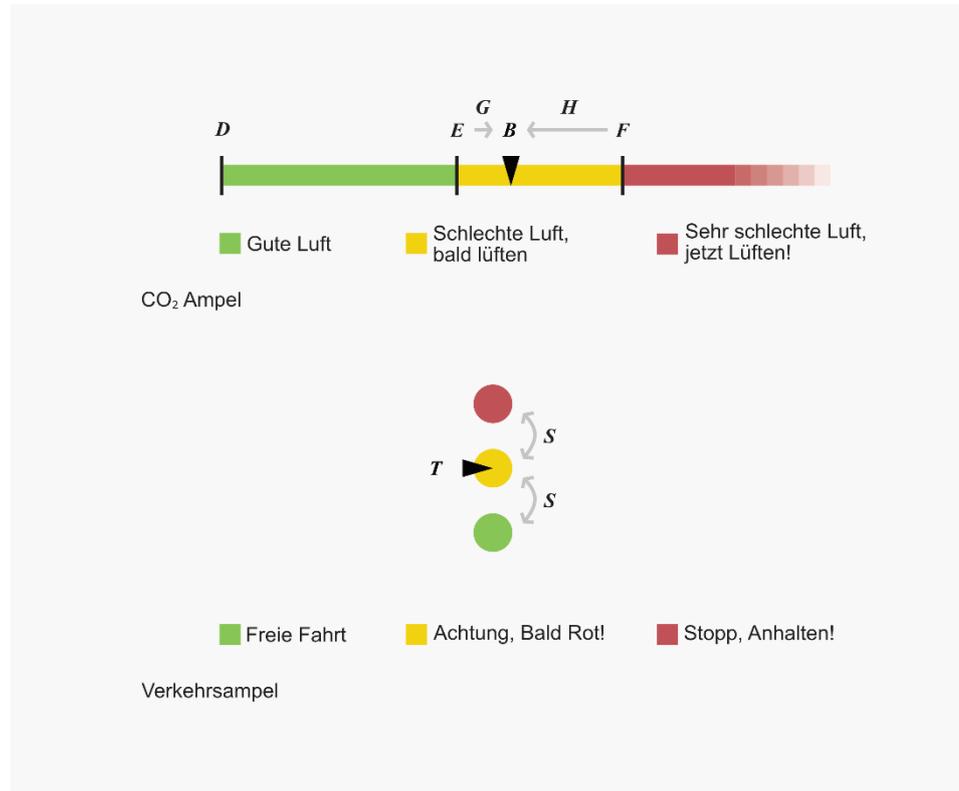


Abb. 6: Elia Hvalic, Ampel-System, 2020, Grafik

Wie in Abb. 6 zu sehen, vermitteln die beiden Anzeigen sehr ähnliche, bzw. dieselben Informationen. Das Ampelsystem als Anzeige von Luftqualität ist gut verständlich, weil es ein bekanntes Anzeige-System, die Verkehrsampel, übernimmt. Nutzer/-innen, die das bereits bekannte System der Verkehrsampel verstehen, verstehen demnach auch die CO₂-Anzeige.

Die Schwäche beim Ampelsystem ist, dass die Daten nur abstrakt kommuniziert werden (Vgl. *Interview mit Raphael Wild*). Anders als bei der Verkehrsampel liegen der CO₂-Ampel Messwerte zugrunde die durch die Aufteilung in rot, gelb und grün nur ganz grob dargestellt werden. Leuchtet die CO₂-Ampel zum Beispiel Gelb, weiss man nicht, ob der CO₂ Wert nur knapp über dem ersten Grenzwert (*E*) liegt oder schon fast beim nächsten (*F*). Zudem kann man nicht sagen, ob der Wert am Sinken ist oder ob dieser ansteigt. Auch wird, wie bereits beim ersten Produktbeispiel, nicht angezeigt welche Messwerte gut sind und welche schlecht. Es wird nicht vermittelt, wieso die entsprechenden Daten als gut oder schlecht interpretiert werden müssen.

Die Essenz des Ampelsystems sind die drei Farben grün, gelb und rot. Farben sind ein gut lesbares Darstellungsmittel, da sie schnell zu lesen sind. Viele weitere Luftmessgeräte verwenden das Ampelsystem, um darzustellen wie die momentane Raumluftqualität ist. Es gibt einige

Variationen von Ampelsystemen, um Luftqualität darzustellen. Zum Beispiel werden die 3 Ampelfarben mit weiteren Farben ergänzt oder es werden andere Farben verwendet. Oft wird dieses System auch in Kombination mit anderen Darstellungsarten verwendet. (Vgl. *Luftmessgeräte Übersicht, Februar 2022*)

Strecken-Darstellung (Minimum - Maximum)

Die Abbildung 7 zeigt eine Wetterstation. Diese misst die Temperatur, den Luftdruck und die Luftfeuchtigkeit. Aus dem Beispiel der Wetterstation (Abb. 7) wurde eine kleine Theorie über die Strecken-Darstellung abgeleitet.



Abb. 7: Fischer GmbH, Wetterstation

Die folgende Beschreibung der Strecken-Darstellung (**A**) bezieht sich auf die Abbildung 8.

Für eine Streckendarstellung werden ein Minimalwert (**B**) und ein Maximalwert (**D**) definiert. Die Strecke bildet der Abstand zwischen **B** und **D**. Der Messwert **C** befindet sich immer zwischen den Extremwerten **B** und **D**.

Im Kontext der Extremwerte **B** und **D** kann der/die Nutzer/-in den Messwert besser einordnen. Denn der Vergleich der Abstände **E** und **F** gibt ein Gefühl dafür, wo sich der Messwert befindet. Daraus lässt sich auf die Bedeutung desselben schliessen. Ist zum Beispiel das Minimum (**B**) der Beste und das Maximum (**D**) der Schlechteste Wert, so kann man den Messwert **C** als eher guten Wert einordnen, da er näher beim Besten Wert (**B**) ist.

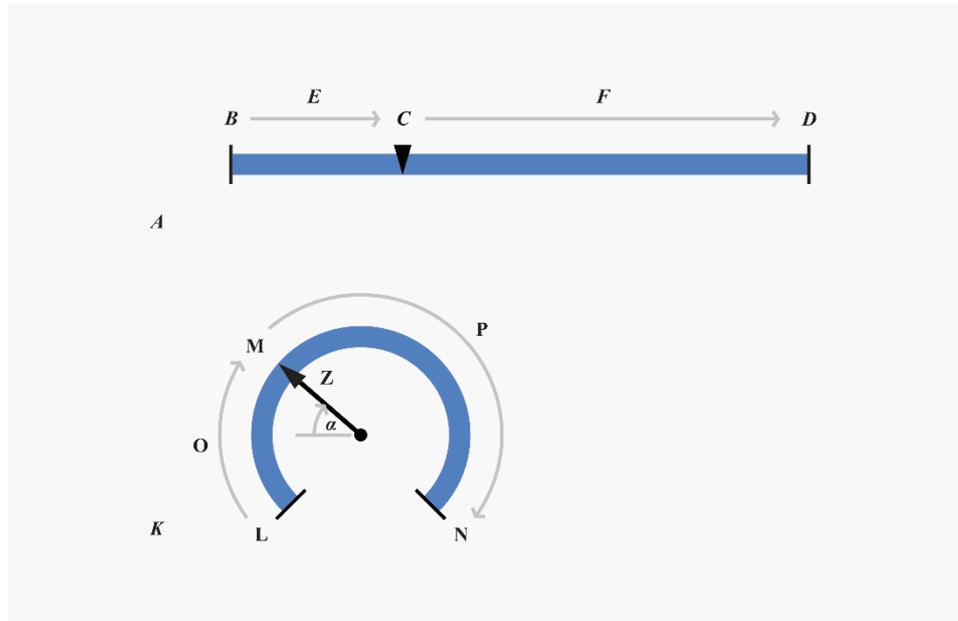


Abb. 8: Elia Hvalic, Strecken-Darstellung, 2020, Grafik

Die Strecken-Darstellung kann auch als Kreisbogen (K) dargestellt werden. Ein Beispiel dafür ist die Wetterstation in Abbildung 7. Wie bei der geraden Streckendarstellung A hilft der Vergleich der Abstände O und P zu den Maximalwerten L und N dem/der Nutzer/-in den Messwert M einzuordnen. Bei dieser Art der Darstellung kommt ein weiteres Element hinzu, das dem/der Nutzer/-in hilft den Messwert schneller einzuordnen. Das ist der Winkel α des Zeigers Z . Beträgt der Winkel α 90° , ist der Messwert genau in der Mitte der beiden Extremwerte L und N . So ist der Mittelwert gut und schnell lesbar. Ist der Wert M näher am Extremwert L , ist der Zeiger nach links schräg und der Winkel α ist kleiner als 90° . Auch das kann man intuitiv schnell erkennen. Diese Prinzipien haben sich bei der Uhr schon lange bewährt. Durch die Neigung der Zeiger kann die Uhrzeit schnell abgelesen werden.

Angewendet auf das Projektziel könnte man mit dieser Art der Darstellung den CO₂-Wert anzeigen.

Der Messwert kann, in Kombination mit Zahlen in dieser Darstellung schnell und genau abgelesen werden. Die Anzeige kann auch, vergleichbar mit einer Uhr, von weitem gelesen werden. Da kommt es aber auf die Grösse der Anzeige an. Kleinere dieser Anzeigen können nur begrenzt von weitem gelesen werden. Da der Messwert durch die gesetzten Extremwerte in einem Kontext steht, ist die Anzeige gut verständlich. Noch verständlicher wird die Anzeige in Kombination mit einem Ampelsystem. Hier entstehen wie im vorangehenden Abschnitt durch die Definition von weiteren Grenzwerten Bereiche, denen dann jeweils eine Bedeutung zugeschrieben wird. Dieses Beispiel ist in Abb. X abgebildet.

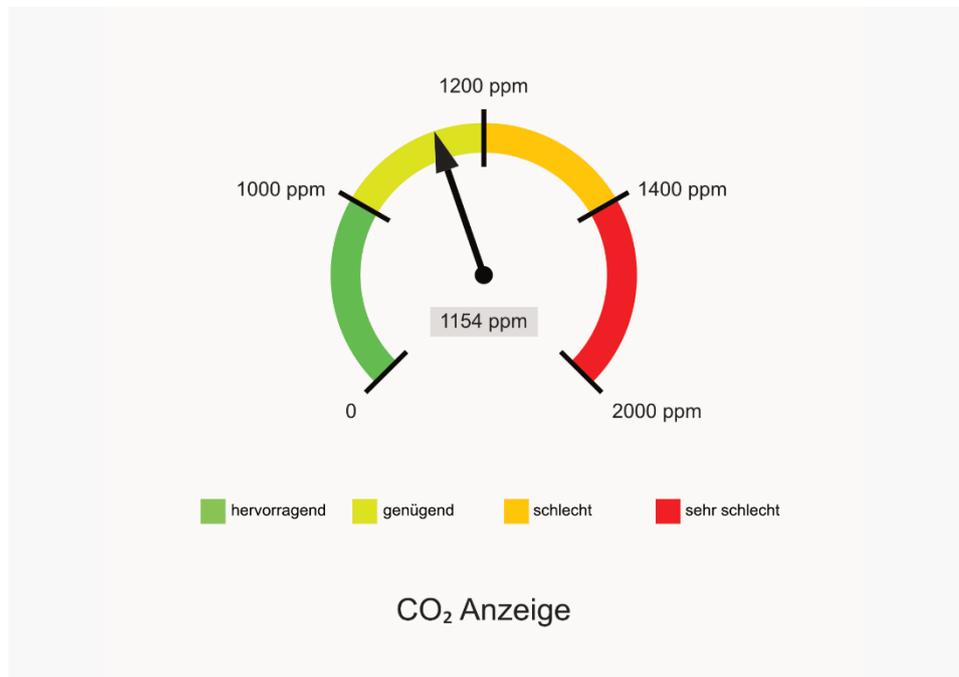


Abb. 9: : Elia Hvalic, CO₂-Anzeige, 2020, Grafik

Verlaufs-Anzeigen

Der Dyson Purifier (Abb. 10 - links) ist ein Luftreinigungs- und Messgerät in einem. Das Produkt misst verschiedene Luftschadstoffe wie NO₂ und VOC. Zudem werden die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit gemessen. Auf dem Gerät selbst gibt es ein kleines Display, auf dem die wichtigsten Informationen angezeigt werden. Zusätzlich können weitere Daten per App abgerufen werden. (Abb. 10 - rechts). In der App findet man auch Verlaufsanzeigen der verschiedenen Messungen.

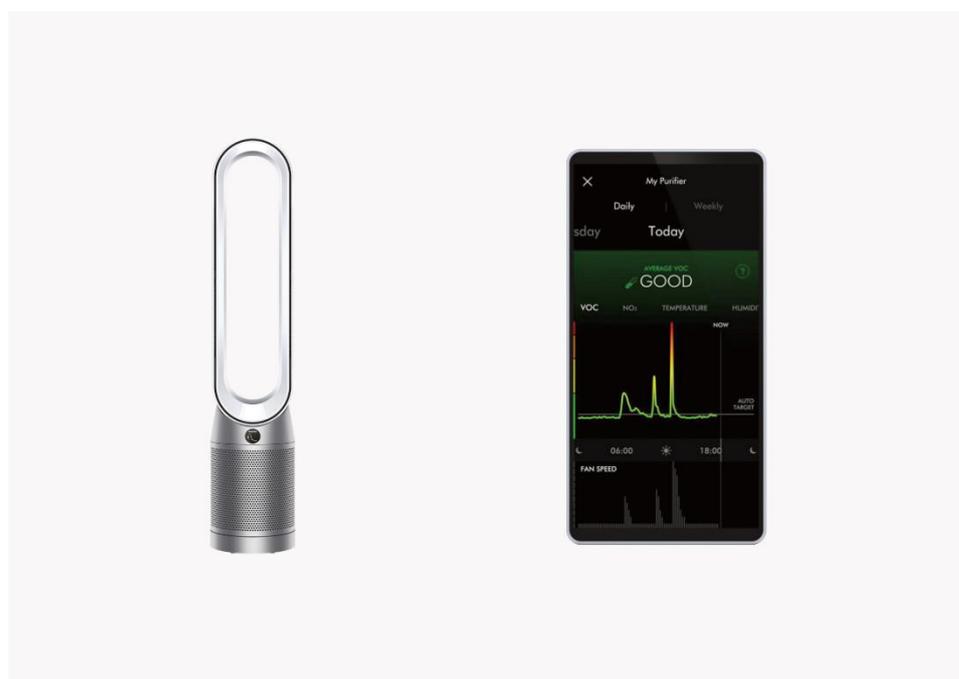


Abb. 10: Dyson, Dyson Air Purifier (links) – Dyson Link App (rechts)

Bei einer Verlaufsanzeige werden die gemessenen Daten auf einer Zeitachse gespeichert. Daraus ergibt sich eine Verlaufskurve der Messdaten. Aus dieser Verlaufskurve kann abgelesen werden, wie sich die Luftqualität verändert hat und welche Faktoren diese beeinflusst haben. Zum Beispiel könnte man herauslesen, dass nach dem Lüften um 4 Uhr die Luftqualität besser geworden ist. Wie wir in der Abb. 10 sehen, wurden in der Darstellung der VOC-Werte in der App verschiedene Darstellungsarten kombiniert. Der Graph ist so eingefärbt, dass hohe Messwerte rot sind. Mittlere Werte sind gelb und tiefe, gute Werte sind grün. Das ist wie beim Ampelsystem. Auf der linken Seite vom Graphen gibt es einen Balken. Dieser zeigt an, von wo bis wo welche Farbe gilt. Mit der Länge der Balken werden Extrem- und Grenzwerte definiert, die so verschiedene Bereiche bilden. Den verschiedenen Bereichen ist dann je eine Bedeutung zugeteilt. Dieses Element ist vergleichbar mit der Streckendarstellung und dem Ampel-System (siehe entsprechende Abschnitte). Über dem Graphen wird zudem die aktuelle, durchschnittliche Luftqualität wörtlich ausgedrückt. Das trägt auch dazu bei, dass die Anzeige gut zu verstehen ist. Der effektive Ausdruck des Messwertes als Zahl ist auf dieser Anzeige nicht sichtbar. So, ohne den Messwert als Zahl, kann der genaue Messwert nur erahnt werden. Fürs Verständnis der Luftqualität und der verschiedenen Einflussfaktoren ist das detaillierte Ablesen der genauen Messwerte für den Laien nicht relevant. Es ist mehr oder weniger verständlich, wann gelüftet werden soll. Der am stärksten vermittelnde Teil ist hierfür die Farbe. In der Grafik ist die Farbe der aktuellen Messung nur beim genauen Hinschauen identifizierbar. Dafür aber im Balken darüber. Wie lange gelüftet werden soll, ist im Vorhinein nicht erkennbar. Da muss einfach so lange gelüftet werden, bis die Anzeige wieder auf grün ist.

In den folgenden Abbildungen 11 und 12 werden verschiedene Variationen der Verlaufsdarstellung gezeigt. Die erste Darstellung *A* in Abb. 11 zeigt einen Graphen wie er auch in der Dyson Link App zu sehen ist (Abb. 10). Ohne weiteren Kontext ist dieser schwierig zu lesen. Aufgeteilt in Balken (*B*) kann der Graph besser wahrgenommen werden. Die Daten sind da in der x-Achse abstrahiert bzw. vereinfacht worden. Eine Linie zeigt unendlich viele Punkte, ein Balkendiagramm (*B*) hingegen nur eine bestimmte, überschaubare Anzahl an Messpunkte. Diese Vereinfachung macht die Darstellung einfacher lesbar. Wird die Darstellung noch in der y-Achse vereinfacht (*C*), kann besser nachvollzogen werden, wie hoch der Messwert ist im Vergleich mit den anderen Messwerten. Durch diese Vereinfachung werden die Daten einfacher vergleichbar. Um den aktuellen Messwert in der Darstellung besser wahrnehmbar zu machen, kann dieser grafisch hervorgehoben werden (siehe Darstellung *D*).

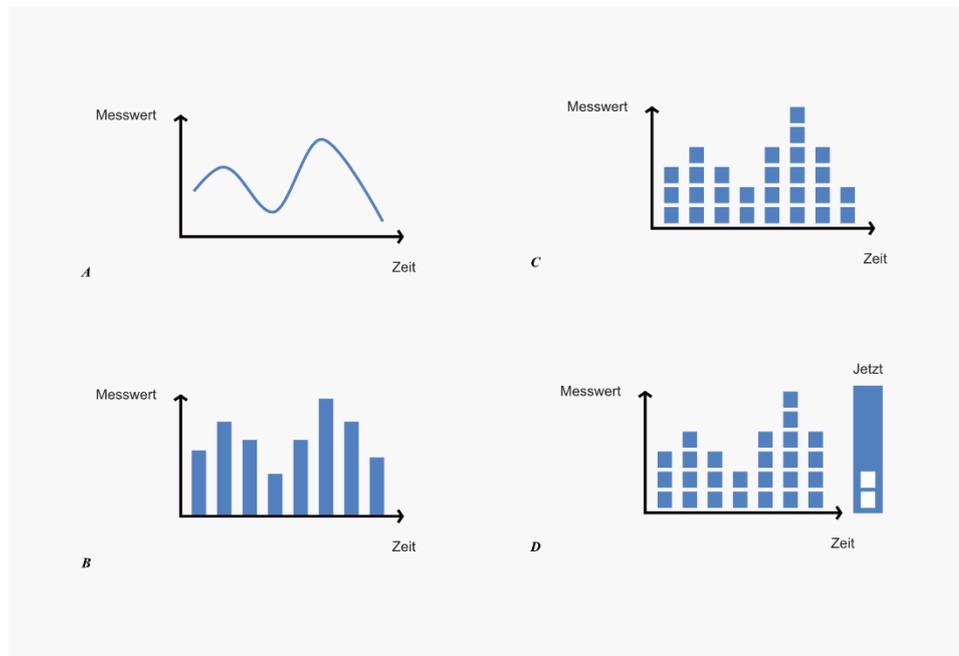


Abb. 11: Elia Hvalic, Verlaufs-Darstellungen, 2022, Grafik

Wie bereits in der Dyson-App umgesetzt, können die unterschiedlich hohen Werte kategorisiert und eingefärbt werden. Das ist in der Abb. 12, Darstellung *F* zu sehen. Aufgrund der Farben ist schnell erkennbar, welche Messwerte hoch und welche tief sind.

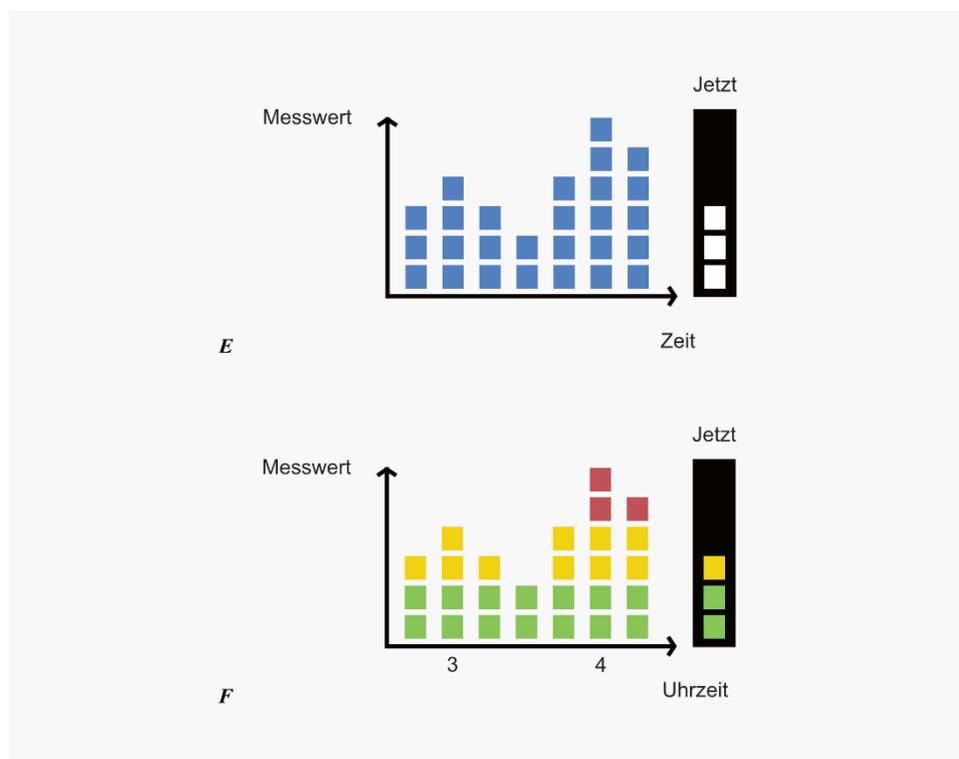


Abb. 12: Elia Hvalic, Verlaufs-Darstellungen - Varianten, 2022, Grafik

Poetische / sinnliche Darstellungen

Der Luftbefeuchter "Ooze" (siehe Abb. 13) ist ein gutes Beispiel für eine poetische Darstellung von Daten. Die Holzelemente, die rund um den Betonkern angeordnet sind, biegen sich je nach Luftfeuchtigkeit nach außen oder nach innen. So sind sie Messinstrument und Anzeige in einem. Verschiedene Faktoren haben Einfluss darauf, dass der Ooze Luftbefeuchter poetisch und sinnlich wirkt. Der Ooze weist keinerlei Elemente von technischen Geräten auf. Die Gegensätzlichkeit des festen, massiven Beton-Zylinders in der Mitte und die gegen oben dünn und leicht anmutenden Holzelemente rund herum geben dem Ooze eine poetische Anmutung. Der Ooze Luftbefeuchter zeigt damit einen interessanten Ansatz wie Luftqualität dargestellt werden kann.

Der Ooze Luftbefeuchter kann von weitem gelesen werden. Dank der grossen Holz-Elemente kann man auch von weitem sehen, ob die Holz-Elemente geschlossen oder offen sind. Die Anzeige ist mittelmässig verständlich. Das Öffnen und Schliessen der Holz-Elemente könnte als Bild einer Blume interpretiert werden, die sich öffnet und schliesst. Daraus ist jedoch nicht abzulesen, was die ideale Luftfeuchtigkeit ist. Als Nutzer/-in sieht man nicht, wie weit die Holzelemente geöffnet sein müssen, damit die Luftfeuchtigkeit ideal ist. Um dies zu klären, bräuchte es eine kurze Anleitung oder Anzeichen auf dem Objekt. Trotzdem könnte die aktuelle Luftfeuchtigkeit nur ungenau abgelesen werden.



Abb. 13: Ooze, Luftbefeuchter, Fotografie

Kombinationen verschiedener Darstellungen

Einige Luftmessgeräte zeigen die gemessenen Daten in verschiedenen Darstellungsarten. Meistens in einem Display, da dieser verschiedene Grafiken abbilden kann. Der SA-1200 P, siehe Abb. 14, hat eine Messwertanzeige, eine Verlaufsdarstellung und zusätzlich zum Display noch eine LED-Ampel-Anzeige. Zudem werden auf dem Display verschiedene Messungen (CO₂, Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) angezeigt. Durch die verschiedenen Darstellungsarten kann sowohl die Bedeutung des aktuellen Wertes (Ampelsystem) als auch die genauen Messwerte und die Veränderung der Messwerte (Verlaufsdarstellung) gelesen werden. Wie bereits beim Luftmessgerät s-smautop (Vgl. Abschnitt Messwert-Anzeige) führen die vielen verschiedenen Elemente auch dazu, dass die Übersichtlichkeit verloren geht. Das wiederum bewirkt, dass die Anzeige nicht schnell gelesen werden kann.



Abb. 14: k-sales.ch GmbH, Luftmessgerät SA-1200 P

3.2 Inspiration

In diesem Kapitel werden weitere Darstellungsweisen und Kommunikationsmethoden angeschaut, die nicht mit Luftqualität zu tun haben. Diese zweite Recherche dient als Inspiration für die Entwicklung neuer Darstellungsweisen im Kontext Luftqualität. Damit wird auf die Forschungsfragen **F4** und **F5** geantwortet.

Inspiration ist ein grundlegendes Element des Kreativen Schaffens. Im Buch "Design Basics" führt Gerhard Heufler treffend aus, wie Kreativität funktioniert: "Es ist – vereinfacht dargestellt – das Verknüpfen von bereits bekannten Elementen, festen Regeln oder Wirkungsweisen."¹⁵ Weiter schreibt Heufler: "Kreativ sein heisst lateral denken, sprich Querdenken bzw. über den Rand hinaus..."¹⁶

Zahl und Zeichen



Abb. 15: Lift-Anzeige, Fotografie, Elia Hvalic

Wie in Abb. 15 erkennbar werden im Lift verschiedene Daten angezeigt. Eine Zahl (**B**) gibt an, auf welcher Höhe, bzw. in welchem Stockwerk man sich befindet. Weiter wird in einigen Liften wie in Abb. 15 gezeigt, in welche Richtung (**A**) sich der Lift bewegt. Die Anzeige ist einfach verständlich, da nur wenige und niederschwellige Informationen kommuniziert werden. Der Pfeil (**A**), der hier anzeigt in welche Richtung sich der Lift bewegt, bietet ein Potential für Luftqualitäts-Anzeigen. Der Pfeil oder ein anderes Symbol könnte anzeigen, ob sich die Luftqualität aktuell verbessert oder verschlechtert. Der Vorteil an Symbolen ist, dass sie gut lesbar sind, selbst wenn sie klein dargestellt oder nur von weitem angeschaut werden.

¹⁵ Heufler 2004, S. 124

¹⁶ Heufler 2004, S. 124

Das Statuslicht

Die wohl am weitesten verbreitete Anzeige ist das Statuslicht. Sehr viele elektronische Geräte verwenden ein oder mehrere Statuslichter um Informationen (Daten) mit dem/der Nutzer/-in zu kommunizieren. Zum Beispiel Drucker, Router, Netzteile, Musikanlagen, Fernseher und viele weitere. Ein einzelnes Licht zeigt dabei zum Beispiel an, ob das entsprechende Gerät eingeschaltet ist (Licht leuchtet) oder nicht (Licht ist aus). Zum Teil werden über das Licht auch weitere Informationen vermittelt. Zum Beispiel wird durch ein blinkendes Licht angezeigt, wenn eine Störung vorliegt. Oder ähnlich wie beim Ampel-System (siehe Abschnitt Ampel-System) kann das Licht in verschiedenen Farben aufleuchten. Die Farben sind dann verschiedenen Bedeutungen zugewiesen.



Abb. 16: Lift-Anzeige, Fotografie, Elia Hvalic

Der Vorteil von diesem System ist, dass es schnell und auch von weitem lesbar ist. Man kann auch von weitem gut erkennen, ob das Licht an oder aus ist, ob es blinkt oder nicht und welche Farbe es hat.

Ein Nachteil ist, dass das Licht störend sein kann.

Der Glockenschlag

Ein weiteres, bekanntes Kommunikationsmittel ist die Kirchenglocke. Sie stellt die Uhrzeit sowohl visuell (Uhr) als auch auditiv, mit dem Glockenschlag, dar. Damit wird die Information der Uhrzeit in einem weiten Umkreis wahrnehmbar, unabhängig davon ob Sichtkontakt zur Uhr besteht oder nicht. Das ist der grosse Vorteil von auditiven Kommunikationssystemen. Da die Information über das Gehör aufgenommen wird, muss kein Sichtkontakt zur Quelle der Information bestehen. Bei visuellen Darstellungsmethoden muss der/die Nutzer/-in immer wieder nachschauen, ob und wie sich die Anzeige verändert hat. Bei auditiven Kommunikations-Systemen muss man nicht immer wieder anhören, ob es eine neue Information gibt. Solange man nicht ausser Hörweite der Informationsquelle ist, hört man sofort, wenn eine neue Information kommt. Wie beim Statuslicht stellt sich auch hier die Frage, wie stark ein Kommunikationssystem störend sein darf. Denn anders als die meisten visuellen Anzeigen, bei denen der/die Nutzer/-in bewusst hinschauen muss um die Information zu lesen, wird die auditive Kommunikation auch wahrgenommen wenn man nicht hinsieht bzw. diese Information gerade nicht bekommen möchte.

Vergleichbar mit dem Glockenschlag der Kirchenglocke gibt es viele weitere auditive Systeme, die sich in unserer Gesellschaft etabliert haben:

Die Klingel- und Benachrichtigungstöne bei Smartphones und Computer.

Die Türklingel bei Wohnhäusern und Wohnungen.

Die Zivilschutzsirene.

Die Sirene von Einsatzfahrzeugen.

Intelligente Smart-Home Assistenten.

Die Hupe bei Autos.

Die Trillerpfeife beim Sport.

Vibrationen spüren

Ein weiteres interessantes Kommunikationsmittel ist die Vibration. Dieses System ist von Smartphones bekannt. Es soll auditive Signale verstärken oder als unauffällige Benachrichtigung dienen. Wenn das Smartphone am Körper, zum Beispiel in der Hosentasche, getragen wird, spürt der/die Nutzer/-in die Vibration. Gleichzeitig spüren die Personen in der Nähe des/der Nutzer/-in die Vibration nicht. Sie können höchstens ein leises Surren wahrnehmen. Der Vorteil der Vibration als Kommunikationsmittel ist dass Informationen unauffällig an den/die Nutzerin vermittelt werden können. Der/die Nutzer/-in spürt die Vibration auch wenn er/sie sich auf etwas anders konzentriert. Die Vibration unterbricht, wie auch die auditiven Kommunikationsmethoden, den/die Nutzer/-in von dem worauf er/sie sich gerade konzentriert.

Die Lebensleiste

Videospiele enthalten viele verschiedene Anzeigen. Gute Anzeigen in Videospielen integrieren sich gut in die Spielwelt und stören das Spielgefühl des/der Spieler/-in nicht. Oft werden die Spieler/-innen durch Anzeigen in Spielen motiviert gewisse Handlungen zu unternehmen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Lebensleiste. Die Lebensleiste zeigt an wie viel Leben die Figur noch hat bzw. wie lange es noch geht, bevor die Figur stirbt. Ist die Lebensleiste voll aufgefüllt, ist die Figur im Spiel «gesund» und der/die Spieler/-in hat nichts zu befürchten. Ist die Anzeige jedoch fast leer unternimmt der/die Spieler/-in alles Mögliche um die Figur vor dem Sterben zu bewahren und sorgt dafür, dass die Lebensleiste wieder aufgefüllt wird. Denn der/die Spieler/-in will nicht dass die Figur stirbt.

Damit die Anzeige im Spiel – die Lebensleiste – den/die Spieler/-in zu diesen Handlungen motiviert, braucht es eine Spielwelt, in die sich der/die Spieler/-in hineinversetzen kann. Denn erst dann hat die Lebensleiste Bedeutung für den/die Spieler/-in.

Diese Immersion ist ein spannendes Element, dass auch bei Luftqualitätsanzeigen eingesetzt werden könnte. Durch das integrieren von Elementen von Spielen in Luftqualitätsanzeigen könnte die Motivation der Nutzer/-innen erhöht werden Massnahmen gegen schlechte Luft zu ergreifen und über die Thematik Luftqualität nachzudenken.

4 Fazit

Durch das Schreiben dieser Arbeit habe ich einiges über die Themen Luftqualität und die Kommunikation von Daten gelernt. Von diesem Wissen werde ich im praktischen Teil der Arbeit profitieren.

Die Fragestellungen **F1** und **F3 – F5**, die dieser Arbeit zugrunde liegen (Vgl. Abschnitt Fragestellungen, S. 3), konnten beantwortet werden.

Mithilfe des Interviews mit Lara Lüthi und der Recherche auf den Seiten des BAG zum Thema Raumlufte konnte ich mir ein gutes Grundlagenwissen zum Thema Luftqualität erarbeiten.

Durch das Interview mit Raphael Wild konnte ich die Projektziele vom Luftlabor für dieses Projekt klar darstellen.

Anhand der Analyse und Bewertung von verschiedenen Produkten konnte ich verschiedene Kommunikationssysteme erarbeiten. Dabei machte ich einige, für den praktischen Teil der Arbeit wichtige, Erkenntnisse:

Damit Messdaten für den/die Nutzer/-in verständlich kommuniziert werden können müssen die Messdaten in einen Kontext gebracht werden.

Wenn die Anzeige Elemente von bekannten Kommunikationssystemen enthält, kann dadurch die Verständlichkeit der Anzeige verbessert werden.

Elemente von Kommunikationssystemen aus anderen Bereichen – zum Beispiel aus Videospielen, haben Potential die Nutzer/-innen zu motivieren aktiv Massnahmen gegen schlechte Luftqualität zu unternehmen.

Die Frage **F2** (Welche Faktoren soll das Produkt messen und mit dem/der Nutzer/-in kommunizieren?) konnte in dieser Arbeit noch nicht vollständig beantwortet werden. Zu Beginn der praktischen Arbeit muss diese Frage, zusammen mit den Projektpartnern, beantwortet werden.

5 Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis & elektronische Quellen

BAG. 28.08.2018. Schadstoffe und ihre Quellen. In: BAG, <<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/wohngifte/schadstoffe-in-der-raumluft/schadstoffe-und-ihre-quellen.html>>, zuletzt abgerufen am 24.02.2022.

BAG. 20.08.2018. Massnahmen für eine gute und gesunde Raumlufte. In: BAG, <<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/wohngifte/schadstoffe-in-der-raumluft/massnahmen-fuer-eine-gute-und-gesunde-raumluft.html>>, zuletzt abgerufen am 24.02.2022.

Carl-Johann, Philipp. 23.12.2021. Drei CO₂-Messgeräte im Test: So erkennen Sie schlechte Luft. In: T-Online, <https://www.t-online.de/ratgeber/id_88470906/co2-messgeraete-im-praxistest-diese-modelle-warnen-vor-schlechter-luft-im-raum-.html>, zuletzt abgerufen am 23.02.2022.

CARU AG. CARU air. <<https://caruair.com/>>, zuletzt abgerufen am 03.02.2022.

Design and Technology Lab. 2022. Luftlabor. In: Tandemprojekte FS 2022. Design and Technology Lab 2022, S. 3.

Heufler, Gerhard (2004): Design Basics. Salenstein: Niggli (5. erweiterte und überarbeitete Auflage).

Luftlabor. Über. In: Luftlabor, <https://luftlabor.ch/ueber>, zuletzt abgerufen am 23.02.2022.

Wikipedia (2022): Luft. Stand vom 21. Februar 2022, zuletzt abgerufen am 23.02.2022.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Grafik des Autors

Abb. 2: T-Online (2021): Luftmessgerät s-smautop. < https://www.t-online.de/ratgeber/id_88470906/co2-messgeraete-im-praxistest-diese-modelle-warnen-vor-schlechter-luft-im-raum-.html >, zuletzt abgerufen am 27.02.2022.

Abb. 3: Grafik des Autors

Abb. 4: CARU AG, CO₂-Ampel. < <https://caruair.com/products/car-air-co2-messgeraet>>, zuletzt abgerufen am 03.02.2022.

Abb. 5: CARU AG, CO₂-Ampel. < <https://caruair.com/pages/co2-messgeraet-fuer-schulen> >, zuletzt abgerufen am 03.02.2022.

Abb. 6: Grafik des Autors

Abb. 7: Feingerätebau K. Fischer GmbH, Wetterstation. < <https://fischer-barometer.de/823-01-aussenwetterstation/> >, zuletzt abgerufen am 03.02.2022.

Abb. 8: Grafik des Autors

Abb. 9: Grafik des Autors

Abb. 10: Dyson Limited, Air Purifier und Dyson Link App. < https://www.dyson.ch/de_ch/raumklima/luftreiniger/dyson-purifier/dyson-purifier-cool-weiss-silber >, zuletzt abgerufen am 03.02.2022.

Abb. 11: Grafik des Autors

Abb. 12: Grafik des Autors

Abb. 13: Design and Technology Lab, Ooze. < <https://designtechlab.ch/de/projekte/ooze/> >, zuletzt abgerufen am 27.02.2022.

Abb. 14: k-sales.ch GmbH, Luftmessgerät SA-1200 P. < <https://www.co2-messgeraet-schweiz.ch/#> >, zuletzt abgerufen am 27.02.2022.

Abb. 15: Fotografie des Autors

Abb. 16: Fotografie des Autors

6 Anhang

Glossar

“Flüchtige organische Verbindungen (englisch volatile organic compounds, kurz VOC) ist die Sammelbezeichnung für organische, also kohlenstoffhaltige Stoffe, die bei Raumtemperatur oder höheren Temperaturen durch Verdampfen (umgangssprachlich „Verdunsten“) in die Gasphase übergehen, also flüchtig sind.”

Wikipedia (2022): Flüchtige organische Verbindungen. Stand vom 15. Oktober 2021, letztmals abgerufen am 16.02.2022.

“Das Bundesamt für Umwelt (BAFU, französisch Office fédéral de l’environnement OFEV, italienisch Ufficio federale dell’ambiente UFAM, rätoromanisch Uffizi federal d’ambient UFAM) ist eine Bundesbehörde der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Es ist die Umweltfachstelle der Schweiz und gehört zum Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. ”

Wikipedia (2022): Bundesamt für Umwelt. Stand vom 1. Mai 2021, letztmals abgerufen am 16.02.2022.

“Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) (französisch Office fédéral de la santé publique (OFSP), italienisch Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), rätoromanisch Uffizi federal da sanadad publica (UFSP)) ist eine Bundesbehörde der Schweizerischen Eidgenossenschaft und gehört zum Eidgenössischen Departement des Innern. ”

Wikipedia (2022): Bundesamt für Umwelt. Stand vom 5. Januar 2022, letztmals abgerufen am 23.02.2022.

“Ein Millionstel steht für die Zahl 10^{-6} und ist als Hilfsmaßeinheit vergleichbar mit dem Prozent (%) für die Zahl 10^{-2} und dem Promille (‰) für die Zahl 10^{-3} . Weithin gebräuchlich ist auch der englische Ausdruck parts per million (abgekürzt ppm, wörtlich übersetzt „Anteile pro Million“).”

Wikipedia (2022): Parts per million. Stand vom 28. Dezember 2020, zuletzt abgerufen am 23.02.2022.

Interview mit Lara Lüthi (BAG), 20. Januar 2022

Das Interview wurde per Zoom durchgeführt.

Hvalič: Was ist gute, beziehungsweise gesunde Luft?

Lüthi: Das ist eine schwierige Frage, zu sagen was ist gesunde Luft. Vielleicht kann man darauf zurückkommen, was die Zusammensetzung der Luft im natürlichen Zustand ist. Und eigentlich alle Schadstoffe die danach zu dieser natürlichen Zusammensetzung der Luft hinzugefügt werden, das sind Schadstoffe. Die dann auch eine Auswirkung auf die Gesundheit haben und auch bei uns im Gesetz... Also ich bin beim Bundesamt für Umwelt angestellt und wir sind zuständig für Aussenluft und im Gesetz sind wirklich auch diese Schadstoffe geregelt, die eine Auswirkung einerseits auf die Gesundheit haben aber andererseits nicht nur auf die Menschliche Gesundheit sondern auch was die Pflanzen etc. betrifft oder Gebäude, die im Gesetz geregelt sind mit Grenzwerten und eigentlich regelt man all das, was zur natürlichen Zusammensetzung der Luft vom Mensch gemacht hinzu kommt.

Hvalič: Sind alle Dinge, die zur natürlichen Zusammensetzung hinzukommen ungesund oder gibt es auch Dinge die hinzukommen, die nicht schädlich sind?

Lüthi: Ja es sicher, im Gesetz ist nicht alles geregelt. Wir haben Grenzwerte für NO₂, für Feinstaub, für Ozon, für natürlich alle Schwermetalle die auch geregelt werden etc., es ist nicht jeder Schadstoff oder jedes Chemische Element geregelt. Es sind vor allem einfach Schwermetalle sind zum Beispiel geregelt und dass was per se geregelt ist, sind krebserregende Schadstoffe, dort ist einfach gesagt, dass man diese so tief wie möglich halten soll. Dort gibt es auch kein Grenzwert in diesem Sinn, sondern dort verpflichtet die Gesetzgebung die krebserregenden Schadstoffe, so tief wie möglich zu halten. Also dort gibt es keine Limite, bis dahin ist es okay, sondern diese müssen einfach minimiert werden, so viel wie möglich.

Hvalič: Welche Veränderungen in der Luft haben die größte Auswirkungen auf die Gesundheit?

Lüthi: Feinstaub und Stickstoffdioxid lösen entzündende Reaktionen aus und schädigen vor allem die Atemwege und das Herz-Kreislaufsystem. Feinstaub, Schwermetalle, Russ und Benzo(a)pyren sind krebserregend. Ozon hat eher kurzfristige Effekte. Es reizt vor allem Augen, Nase und die Atemwege. Bei allen Schadstoffen kann man sagen, je höher die Konzentration in der Atemluft ist, desto größer sind die Auswirkungen auf die Gesundheit. Trotz Verbesserung der Luftqualität hat man mit diesen Schadstoffen auch in der Schweiz immer noch negative Auswirkungen auf die Gesundheit. Weltweit gesehen stellt die Luftverschmutzung das größte Umweltrisiko für die Gesundheit dar.

Hvalič: Welche Arten von Luftverschmutzung sind in der Schweiz problematisch?

Lüthi: In der Schweiz ist in den letzten 30 Jahren sehr viel passiert. Gerade bei der Aussenluft haben wir mit Ozon noch die größten

Grenzwertüberschreitungen. Bei Feinstaub sind wir momentan im Grenzwertbereich. Doch gerade bei verkehrsnahen Standorten gibt es immer wieder Grenzwertüberschreitungen von der Feinstaubkonzentration. Auch bei NO₂ werden bei verkehrsnahen Standorten Grenzwerte überschritten.

Hvalič: Welche von Luftverschmutzung gibt es im Innenraum von Gebäuden?

Lüthi: Das gibt es vor allem beim Kochen, wo Dämpfe entstehen. Das kann beim Kochen mit einem Gasherd passieren oder auch wenn man zum Beispiel Fleisch brät, gibt es Dämpfe, die zum Teil auch krebserregend sein können. Wenn man eine Kerze anzündet steigen die Feinstaubwerte im Innenraum. Durch das verwenden eines Gasherds steigt das NO_x. Was man gerne vergisst ist, dass wenn man zum Beispiel die Wände streicht oder Möbel lackiert, werden oft Farben verwendet, die organische Verbindungen von OC enthalten. Diese sind auch schädlich für die Gesundheit. Die Größte Quelle von Schadstoffen im Innenraum ist das Rauchen. Leute die in der Wohnung rauchen, das ist die größte Gesundheitsgefährdung in der Innenraumluftqualität. Radon ist auch ein Schadstoff im Innenraum. Dieser wird von der Erde abgesondert. Für Innenraumluft ist vor allem das BAG zuständig. Und sie haben auch Online viele Informationen zu diesen Themen.

Hvalič: Was sind im Innenraum die wichtigsten Auswirkungen auf die Konzentrationsfähigkeit und Gesundheit?

Lüthi: Zwischen langfristiger hoher Feinstaubbelastung in der Atemluft und einem reduzierten Gehirnvolumen, die weisse Masse ist reduziert, gibt es, sehr wahrscheinlich, einen kausalen Zusammenhang. Wenn man lange einer zu hohen Feinstaubkonzentration ausgesetzt ist führt das zu kognitivem Leistungsabbau, unter anderem auch Demenz. Einen kausalen Zusammenhang, gibt es sicher kurzfristig, wenn der CO₂ Wert in der Innenraumluft zu hoch ist, dann kann man sich weniger gut konzentrieren und man fühlt sich eher müde und hat vielleicht Kopfweg, da gibt es auch Literatur dazu.

Hvalič: Wie kann man die Innenraumluft verbessern?

Lüthi: Im Gegensatz zur Aussenluft ist das schöne an der Innenraumluft, dass man viele Möglichkeit hat diese zu beeinflussen. Die Innenraumluft kann man wirklich selbst beeinflussen, indem man zum Beispiel regelmäßig die Wohnung lüftet und dass man aber auch darauf achtet, dass man beim streichen Farbstoffe verwendet, die keine VOC enthalten, dass man den Dampfabzug einschaltet, dass man die Lüftung im Bad einschaltet, dass man ein modernes Chemie verwendet und richtig anzündet. Man kann auch Pflanzen aufstellen. Auch die Luftfeuchtigkeit kann man beeinflussen und schauen dass sie auch im Winter genug hoch ist. Das wichtigste ist sicher das regelmässige Lüften. Und wenn man zum Beispiel umbaut, dass man sich beraten lässt für ein Lüftungskonzept.

Hvalič: Wie spielen Innen- und Aussenraumluft zusammen und was passiert beim Lüften?

Lüthi: Das ist schwierig pauschal zu beantworten, denn das ist immer sehr stark individuell, abhängig. Aber sicher sagen kann man, dass sich Europäer im Schnitt zu 90% im Innenraum aufhalten. Darum kann man sagen, dass die Innenraumluft wichtig ist, als die Aussenluft. Die Innenluft ist aber nicht unabhängig von der Aussenluft. Die Luft kommt üblicherweise von aussen rein, durchs Lüften oder für undichte Wände oder so. Darum hat die Innenluft schon eine sehr ähnliche Zusammensetzung wie die Aussenluft. Wenn die Aussenluft sauber ist, hat das natürlich einen sehr positiven Effekt auf die Innenluft. Aber die Qualität der Innenluft ist natürlich sehr individuell, je nachdem wie man sich im Innenraum verhält. Bei Lüften passiert folgendes: Beim Ausatmen gibt der Mensch Substanzen ab die sich danach mit unserer Atmungsluft vermischen. Wenn man nicht lüftet kumulieren sich diese wie andere Schadstoffe und man merkt die stickige Luft. Durch das Lüften werden die Schadstoffe zum einen nach Aussen geführt, also das Schadstoffe von der Innenraumluft in die Umgebungsluft abgetragen werden, zum anderen wird auch die Luft neu mit frischer Luft gemischt und so werden diese Schadstoffe verdünnt. Es ist aber nicht das Ziel vom Lüften Sauerstoff rein zu bringen, denn Sauerstoff hat es immer genug in der Innenluft, auch wenn es schlechte Luft ist. Also es geht mehr darum Schadstoffe nach aussen zu führen und zu verdünnen.

Hvalič: Gibt es Situationen in denen man nicht lüften sollte?

Lüthi: Eigentlich nicht. Ausser wenn man jetzt gerade an einer Straße wohnt die sehr fest befahren ist, sollte man darauf achten, wann das man lüftet. Dass man nicht gerade während der Stossverkehr Zeit lüftet. Sonst kann man eigentlich immer lüften. Im Winter sollte man aufpassen, dass man nicht zu lange lüftet, weil die Luft sonst austrocknet, was die Augen austrocknet und die Atemwege angreift. Das ist auch nicht so gut für die Energieeffizienz bei einem Haus, aber sonst kann man eigentlich nicht falsch lüften. Was eher passiert, ist dass die Leute zu kurz lüften. Man sollte wirklich genug lange lüften, damit dieser Austausch statt findet. Man sollte auch während dem Lüften nichts auf das Fenstersims stellen und möglichst alle Türen offen halten. Sonst gibt es aber kein Moment wo man nicht lüften sollte. Im Sommer sagt man, dass man nicht den Tag durch lüften sollte, sondern am Morgen und in der Nacht und dass man die Fensterläden runter lassen sollte. Das ist aber nicht wegen der Luft aber damit es im Haus nicht warm wird. Und dasselbe im Winter, nicht wegen schlechter Luft, sondern aus energetischen Gründen.

Hvalič: Wie ist es mit Pollen, im Sommer gibt es ja oft auch Pollen und Menschen die auf Pollen allergisch sind. Kann man da sagen wann man lüften sollte und wann nicht?

Lüthi: Wenn man natürlich eine Pockenerkrankung hat, hilft es sicher auf eine App zu schauen wie die Pollensituation im Moment ist. Ist es erhöht, sollte man sicher die Fenster zu behalten. Wenn zum Beispiel gerade die Haseln blühen und man weiss dass man auf Haseln allergisch ist. Das sind dann einfach Leute die besonders stark betroffen sind, wo man dann sicher besser in der Nacht lüftet.

Hvalič: Würde da auch helfen zu lüften wenn es nicht windet, da ja dann nicht so viele Pollen übertragen werden?

Lüthi: Eigentlich empfiehlt man eigentlich zu lüften, wenn es windet, da der Luftaustausch dann schneller geht. Aber wenn man eine Allergie hat, ist es sicher besser zu schauen wann es nicht gerade eine windige Situation ist, sondern dass man den Luftaustausch kontrollierter durchführt.

Hvalič: Welche Faktoren/ Messungen sind bei der Messung der Luftqualität im Bezug auf die Gesundheit vom Menschen am wichtigsten?

Lüthi: Hier muss man stark unterscheiden zwischen Innenluft und Aussenluft. Bei der Aussenluft gibt es in der Schweiz das NAGEL-Messsystem, das ist ein Messsystem vom Bund. Dort werden alle Schadstoffe, die im Gesetz reguliert werden gemessen. NO₂, Ozon, Feinstaub auch krebserregende Stoffe und Schwermetalle werden dort ebenfalls erfasst. Dort werden alle Schadstoffe, die die Gesundheit am meisten gefährden national in diesen Messsystemen überwacht. Es gibt aber auch zusätzlich Kantonale Messsysteme, die eigentlich dieselben Schadstoffe messen. Aber einfach noch auf Kantonalen Basis. Bei der Innenraumluft sind sicher CO₂ Messgeräte nützlich. Nicht weil CO₂ der Gefährlichste Luftschadstoff ist, aber wenn man einen hohen CO₂ Wert hat ist das einfach ein guter Indikator, dass auch die anderen Schadstoffe erhöht sind. CO₂ ist ein sehr guter Indikator um die Luftqualität in der Innenluft zu messen. Wenn der CO₂ Wert zu hoch ist, dann ist definitiv Zeit um zu Lüften. Aber das ist eigentlich mehr ein Proxy.

Hvalič: Vielen Dank, für das Interview!

Interview mit Raphael Wild (Luftlabor, Lernetz), 3. Februar 2022

Das Interview fand per Mail statt.

Warum will das Luftlabor ein neues Luftmessgerät entwickeln? Projektmotivation? Ziele?

In Schulzimmern wird generell zu wenig und zu kurz gelüftet. Schlechte Luft wirkt sich negativ auf die Konzentrationsfähigkeit und das Wohlbefinden aus. Mit einem innovativen Ansatz wollen wir so mit Hilfe des Design Technology Labs neue Möglichkeiten aufzeigen. Im Idealfall wird aber nicht nur über die Innenraumluft, sondern zusätzlich auch über die Aussenraumluft informiert.

Wie ist das Lernetz im Projekt involviert?

Lernetz hat Luftlabor im Auftrag des BAFU und in Partnerschaft mit weiteren Organisationen wie der Krebs- und Lungenliga konzipiert und umgesetzt. Als Kooperationspartner im DTL Projekt geben wir gerne unsere Erfahrungen mit Schulen zu diesem Thema weiter.

Wer ist die Zielgruppe?

Primäre Zielgruppe: SchülerInnen und Schüler sowie Lehrpersonen der Stufe Sek I

Erweiterte Zielgruppe: SchülerInnen, StudentInnen, Arbeitnehmende, welche Zuhause, am Arbeitsplatz in der Schule/Uni von sauberer Luft profitieren, damit effektives Arbeiten/Lernen möglich wird

Wo siehst du Schwachpunkte bei aktuellen Luftmessgeräten?

- Abstrakt im Kommunizieren der Daten (rotes bzw. grünes LED)
- Keine oder wenig Angaben zu den erhobenen Daten: Was sind gute Werte, was schlechte, wieso?
- Keine ansprechenden Objekte, oft billig verarbeitet, gehen leicht kaputt

Poetische oder sehr visuelle Ansätze werden nicht verfolgt. Man könnte z.B. die Luftqualität analog zu einer Kuckucksuhr/Zeitangabe mit einer künstlichen (Holz-)Rose visualisieren. Ist die Luft gut, Blüht die Rose, nimmt z.B. der CO₂ Anteil zu, welkt die Rose (künstlich), bis sie den Kopf hängen lässt. So wird auf einen Blick ersichtlich, dass gelüftet werden muss. Zudem würde man so ein Objekt auch lieber aufstellen als ein unschöner Plastik-Sensor.

Was ist bei aktuellen Luftmessgeräten gut gelöst?

- Daten sind bestimmt akkurat genug

Warum habt ihr euch für ein Tandem-Projekt mit der ZHdK und der ETH entschieden?

Durch das Zusammenspiel von Design/Technik erhoffe ich mir spannende Ansätze.

Was erhofft ihr euch von diesem Projekt? Best-Case-Szenario?

Spannender Ansatz, welcher zum Nachdenken anregt. Absoluter Best-Case: Der Ansatz ist so gut, dass er effektiv nach weiteren Arbeitsschritten in größerer Stückzahlen zum Einsatz kommt oder Open Source nachgebaut werden kann.

Was wäre das Worst-Case-Szenario in diesem Projekt?

Eine langweilige Lösung, die keine Beachtung findet und nicht überrascht.

Übersicht Luftmessgeräte

Produktbild	Produktname	Funktionen	Anzeige Art	Genauigkeit	Lesbarkeit
	Aussenwetterstation	Barometer, Haar-Hygrometer, Thermometer	Zeiger, mechanisch	sehr genau	gut, genau lesbar
	Ooze	Hygrometer, Luftbefeuchter	Form zeigt an wie feucht/ trocken die Luft ist	grobe Anzeige	gut lesbar, nur grober Wert ablesbar
	CARUair	CO2 Messgerät	grün, orange/gelb, rot Ampelsystem	ungefähr, kategorisiert	Gut lesbar, nur grober Wert lesbar
	dyson purifier cool	Luftmessgerät, Luftreiniger	kleines Display am Gerät Anzeige im App (dyson Link): Anzeige Innen- und Aussenluft, Messdaten (grob) Verlaufsanzeige (Graph)	genau	Gut lesbar nur via App, Viele Informationen, übersichtlich dargestellt in der App
					
	s-smautoP	Luftmessgerät misst: Formaldehyd, Feinstaub, chemische Verbindungen wie Lösemittel und Weichmacher, kurz TVOC und Kohlenstoffdioxid	Display, Auflistung von Zahlen	sehr genau	unübersichtlich, nicht schnell lesbar
	SA-1200 P	Luftmessgerät, misst: CO2, Luftfeuchtigkeit und Temperatur	Display, Anordnung, Messwerte, 24h Anzeige (Graph), LED-Ampelsystem	genau, Messwerte, + kategorisierte Anzeige	eingermassen Übersichtlich
	airVisualizer	Luftmessgerät, Anzeige: Vergleichsdaten von anderen Messgeräten, auch Aussenluft	Display, Ampelsystem: grün, gelb, orange, rot, violett	genau	gut lesbar, Unübersichtlich, viele Informationen

Übersicht Inspiration

Produktbild	Produktname	Funktionen	Anzeige Art	Genauigkeit	Lesbarkeit
	Tacho	Geschwindigkeit (Wert) anzeigen, Füllstand Tank anzeigen (Prozent), Warnleuchte, ist Zustand (binär)	Zeiger, Zahlen	genau	Hohe Lesbarkeit
	Lift	Stockwerk (Wert-Schwellenwert) Fahrtrichtung (Information) gewählte Stockwerke (Binär)	Zahlen, Zeichen (Pfeil), Licht/ Leuchten	ungefähr	Hohe Lesbarkeit
	Tram Anzeige	Tram "Position"/ Wartezeit in Minuten, Tramdestination, Tramnummer, Rollstuhlgängig (binär)	Zahlen, Text, Zeichen	ungefähr/ genau	Hohe Lesbarkeit
	Status-Licht	Gerät AN/AUS (binär)	Licht	exakt	Hohe Lesbarkeit
	Freie-Parkplatz-Zähler	Anzeige der Summe aller freien Parkplätze im Parkhaus	Text, Zahl, (Farbe)	exakt	Hohe Lesbarkeit
	Verkehrs-Ampel	Verkehrsregelung	Farbe, Licht, Zeichen, Position	sehr genau	Sehr hohe Lesbarkeit
	Selbstbedienungskassen-Ampel	Kundenkoordination	Farbe, Licht	genau, manchmal nur ungefähr	Hohe Lesbarkeit

Bewertung Produkte und Kommunikationssysteme

Darstellungsart	Genauigkeit der Anzeige wie genau können die Messdaten abgelesen werden?	Lesbarkeit Ist die Anzeige auch von weitem gut lesbar?	Verständlichkeit der/die Nutzer/-in versteht die Bedeutung	Wenn läuten verständlich? Die Nutzer verstehen wann gelüftet werden soll	Wie lange läuten verständlich? Die Nutzer verstehen wie lange gelüftet werden soll	Warum läuten verständlich? Die Nutzer verstehen warum gelüftet werden soll	Einschätzung Robustheit Wie robust ist das Produkt	similiche/ poetische Qualität	Interessanter Ansatz	rot zum Nachdenken an
Messwert Anzeige	5	1	1	1	1	1	3	1	1	1-5
Ampelsystem	2	5	5	4	4	1	2	3	2	3
Strecken-Darstellung	4	4	5	5	5	3	3	1	2	4
Verlaufs-Darstellung	3	1	4	4	3	2	4	1	1	3
Poetische Darstellung	1	3	2	1	1	2	3	5	5	3

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Alle Stellen, die ich wortwörtlich oder sinngemäss aus öffentlichen oder nicht öffentlichen Schriften übernommen habe, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Rickenbach, 28. Februar 2022

Elia Hvalic

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elia Hvalic', written in a cursive style.