

08.02.2015

Integrative Projekte 2

Nachts leuchtende Fußgänger-Informationsstele



Abbildung 1: Titelfoto: Informations-Steile bei Tag und bei Nacht

Gruppe 8: Christoph Edegger
Thomas Garber
Verena Lerchbaum
Michael Russ
Sara Straßer

Jahrgang Weitzer
WS 2014/15

Inhalt

1) Situationsanalyse.....	2
1.1) Auftrag	2
1.2) Auftraggeber:	2
1.3) Projektziele	2
1.4) Projektteam.....	2
1.5) Angewandte Verfahren	2
2) Innovationscheckliste	3
2.1) Die 3 zentralen Systemfragen	3
2.1.1) Systembezeichnung.....	3
2.1.2) Systemstruktur.....	3
2.1.4) Primär nützliche Funktion.....	4
3) Interaktionsmatrix & Zusammenhänge.....	5
4) Funktionsanalyse.....	6
5) Root-Conflict-Analysis	8
5.1) Technische Widersprüche.....	9
5.2) Physikalische Widersprüche	9
6) Widersprüche.....	9
6.1) Widerspruchsmatrix	9
6.2) Separationsprinzipien.....	9
7) Ideenbewertung	10
7.1) 4-Felder-Matrix.....	10
7.2) Paarweiser Vergleich	11
7.3) Nutzwertanalyse.....	11
8) Ergebnis.....	12
8.1) Ergebnis-Beschreibung.....	12
8.2) Ergebnis-Skizzen	13

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Titelfoto: Informations-Steile bei Tag und bei Nacht	0
Abbildung 2: Systemskizze - Frontalansicht	3
Abbildung 3: Systemskizze - Horizontalschnitt	3
Abbildung 4: Interaktionsmatrix mit relevanten Supersystemen & Systemkomponenten	5
Abbildung 5: Interaktionen zwischen den Komponenten aus der Interaktionsmatrix.....	5
Abbildung 6: Funktionsanalyse basierend auf den Ergebnissen der Interaktionsmatrix.....	6
Abbildung 7: Funktionsanalyse (elektronisch) basierend auf den Ergebnissen der Interaktionsmatrix	6
Abbildung 8: Ideen aus der Funktionsanalyse – Teil 1.....	7
Abbildung 9: Ideen aus der.....	7
Abbildung 10: Root Conflict Analysis (RCA+) inkl. Legende	8
Abbildung 11: Ideen aus der RCA+ – Teil 1.....	8
Abbildung 12: Ideen aus der RCA+ – Teil 2.....	8
Abbildung 13: Gegenübergestellte Parameter aus 2 techn. Widersprüchen inkl. Grundprinzipien.....	9
Abbildung 14: Ideen aus den Widersprüchen – Teil 1.....	10
Abbildung 15: Ideen aus den Widersprüchen – Teil 2.....	10
Abbildung 16: Ideen aus den Widersprüchen – Teil 3.....	10
Abbildung 17: 4-Felder-Matrix mit sämtlichen zugeordneten Ideen	10
Abbildung 18: Paarweiser Vergleich mit 5 verglichenen Kriterien	11
Abbildung 19: Nutzwertanalyse mit 7 Lösungsvarianten inkl. deren Beschreibung.....	11
Abbildung 20: Lichtstreuung eines Laser-Punktes durch handelsübliches Papier	13
Abbildung 21: Lichtstreuung eines LASER-Punktes durch mehrere Lagen Backpapier.....	13
Abbildung 22: Ergebnisskizze: Horizontalschnitt	13
Abbildung 23: Ergebnisskizze: Vertikalschnitt.....	13

1) Situationsanalyse

1.1) Auftrag

An frequentierten Orten in größeren Städten werden Infostelen aufgestellt.

Wird das Fußgängerleitsystem aktiv mit Strom versorgt (wenn zu wenig Tageslicht), so ist im Randbereich der Verglasung aufgrund der dahinter liegenden Konstruktion ein unbeleuchteter Randbereich zu sehen. Unter Tageslicht ist dieser Rahmen nicht zu sehen.

Im Inneren der Randkonstruktion (die den „Schatten“ wirft) befinden sich LED-Leuchtkörper und Kabel, die zu einem Licht- und einem GPS-Sensor in obersten Bereich des Leitsystems führen. Weder ein direkter Anblick der LED-Leuchtkörper noch der Anblick eines Kabels im Inneren der Konstruktion darf bestehen.

Aufgabenstellung: Was kann man tun, damit der Randbereich nicht als „dunkler Rahmen“ erscheint?

1.2) Auftraggeber:

Auftraggeber:	Kontaktperson:
CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft	Dipl. Ing. Dr. techn. Börge Kummert
SFL technologies GmbH	Dipl. Ing. Benjamin Perenthaler

1.3) Projektziele

MUSS-Ziele: Durchgehend leuchtende Oberfläche der Stele bei aktiver Beleuchtung

SOLL-Ziele: Kompatibilität zwischen dem Projektergebnis und dem ursprünglichen System

1.4) Projektteam

Intern: PL: Michael Russ

Christoph Edegger, Thomas Garber, Verena Lerchbaum, Sara Straßer

Extern: ---

1.5) Angewandte Verfahren

- Innovationscheckliste
- Interaktionsmatrix
- Funktionsanalyse
- Root Conflict Analysis
- Widerspruchsmatrix
- Separationsprinzipien
- 4-Felder-Matrix
- Paarweiser Vergleich
- Nutzwertanalyse

2) Innovationscheckliste

2.1) Die 3 zentralen Systemfragen

2.1.1) Systembezeichnung

Nachts leuchtende Fußgänger-Informationsstele

2.1.2) Systemstruktur

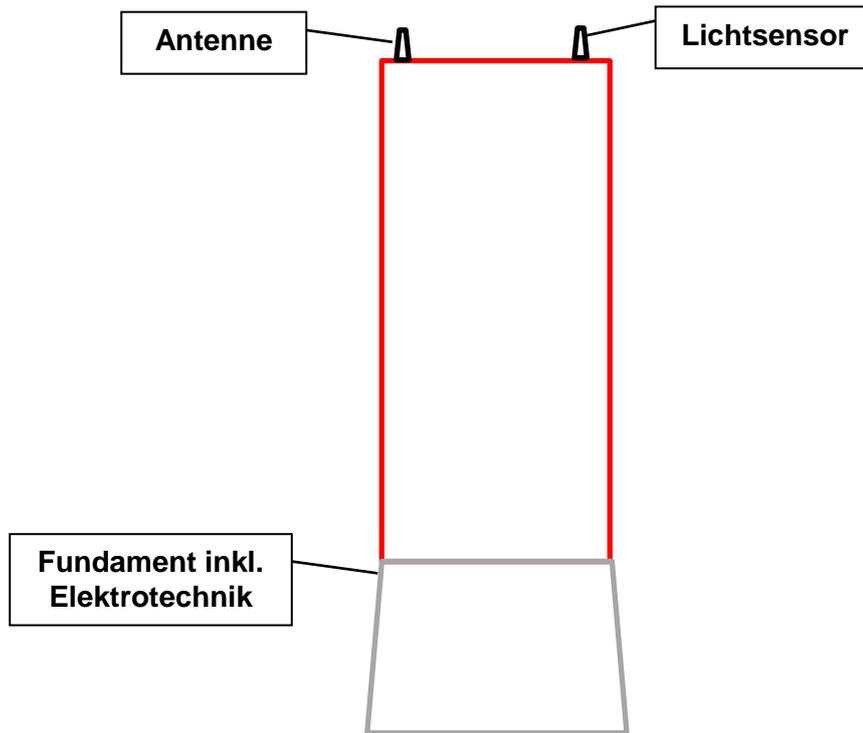


Abbildung 2: Systemskizze - Frontalansicht

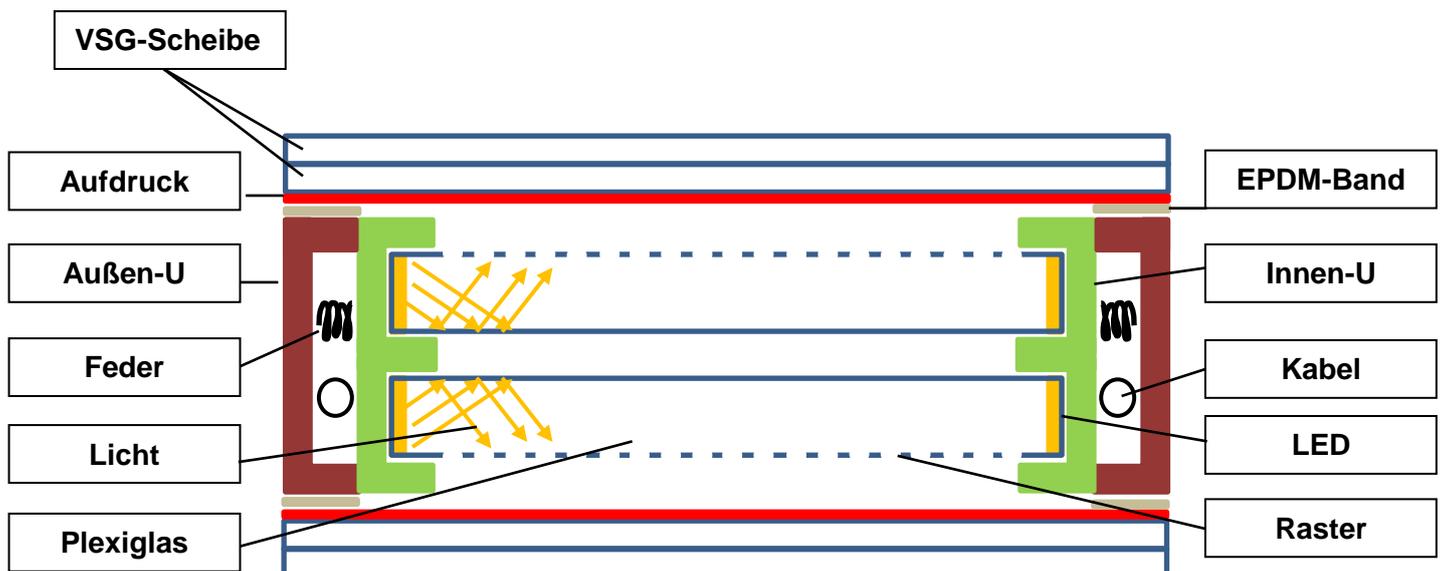


Abbildung 3: Systemskizze - Horizontalschnitt

2.1.4) Primär nützliche Funktion

Das System wurde entwickelt, um Fußgänger zu informieren - sowohl am Tag als auch bei Nacht.

2.1.4.1) Grad der Veränderung:

Designänderungen sind innerhalb festgelegter Grenzen erlaubt

2.1.4.2) Konzentration auf die Systemeigenschaften:

Technisch	Ökonomisch
Soll gleich bleiben: Helligkeitsgrad der Beleuchtung Kein direkter Blick auf die LEDs Scharfes Bild des Aufdrucks Schutz der inneren Komponenten	Produktionskosten
Soll mehr werden: Ausleuchtung am seitlichen Rand	---
Soll weniger werden: Seitlicher schwarzer Rand	---

2.1.4.3) Verbesserung des Systems:

Steigerung der Ausleuchtung bei Dunkelheit am seitlichen Rand

← **Wichtigster Effekt**

2.1.4.4) Wirkungsweise des Nachteils:

Warum lässt sich die angestrebte Verbesserung nicht realisieren?

- Licht wird vom U-Profil verdeckt und kann es nicht durchdringen
- Geringer Lichtstreuungswinkel der VSG

← **Wichtigster Gegeneffekt**

Welche Vorgänge provozieren das Problem?

- Fehlendes Tageslicht provoziert das Problem.

Welche Bedingungen „benötigt“ das Problem?

- Helligkeitssensor gibt ein Signal ab, dass die Helligkeit zu gering ist.
- LEDs müssen eingeschaltet sein.

3) Interaktionsmatrix & Zusammenhänge

		Super-Systeme			Systemkomponenten													
		Umwelt	Betrachter	Lichtverhältnisse	Sensoren	Recheneinheit	Hohlraum	Kabel	Feder	Außen-U	Licht	LEDs	Plexiglas	Innen-U	VSG	Aufdruck/Folie	EPDM-Band	Raster
Super-systeme	Umwelt	-	-	1					2						3			
	Betrachter		-						4				5		6			
	Lichtverhältnisse				7													
Systemkomponenten	Sensoren							8										
	Recheneinheit							9			10							
	Hohlraum							11	12	13				14				
	Kabel																	
	Feder									15				16				
	Außen-U													17			18	
	Licht												19	20	21	22	23	24
	LEDs													25				
	Plexiglas													26				27
	Innen-U																	28
	VSG															29	30	
	Aufdruck/Folie																	31
	EPDM-Band																	
	Raster																	

Abbildung 4: Interaktionsmatrix mit relevanten Supersystemen & Systemkomponenten

1	Umwelt schädigt Sensoren	17	Außen-U schützt Innen-U
2	Umwelt schädigt Außen-U	18	EPDM-Band schützt Außen-U
3	Umwelt schädigt VSG	19	LEDs produzieren Licht
4	Betrachter nimmt Außen-U wahr, (Neutral am Tag, Negativ in der Nacht)	20	Plexiglas überträgt Licht
5	Betrachter nimmt Innen-U wahr	21	Innen-U begrenzt Licht
6	Aufdruck informiert Betrachter	22	Licht durchdringt VSG, VSG streut Licht
7	Sensoren reagieren auf Lichtverhältnisse	23	Aufdruck absorbiert Licht, Licht durchdringt Aufdruck
8	Kabel versorgt Sensoren mit Strom, Sensoren informieren Kabel	24	Raster streut Licht
9	Kabel informiert Recheneinheit, Recheneinheit versorgt Kabel mit Strom	25	Innen-U schützt LEDs, Innen-U fixiert LEDs
10	Recheneinheit versorgt LEDs mit Strom, Recheneinheit steuert LEDs	26	Plexiglas fixiert Innen-U
11	Hohlraum beinhaltet Kabel	27	Plexiglas hält/Fixiert Raster ????
12	Feder minimiert Hohlraum, Hohlraum beinhaltet Feder	28	EPDM-Band schützt Innen-U
13	Außen-U definiert Hohlraum	29	VSG hält Aufdruck
14	Innen-U begrenzt Hohlraum	30	EPDM-Band schützt VSG
15	Feder positioniert Außen-U	31	EPDM-Band schützt Aufdruck/Folie
16	Innen-U fixiert Feder		

Abbildung 5: Interaktionen zwischen den Komponenten aus der Interaktionsmatrix

Output Interaktionsmatrix:

Zunächst ergaben sich aus der Bearbeitung der Fragestellung einige ungeklärte Sachverhalte. Nachdem diese durch Rücksprache mit dem Entwickler geklärt wurden, konnte eine vollständige Interaktionsanalyse des Systems und seiner Komponenten durchgeführt werden. Die Funktionen, die sich aus der Matrix ergaben wurden noch ausformuliert und auf ihre Nützlichkeit bewertet.

4) Funktionsanalyse

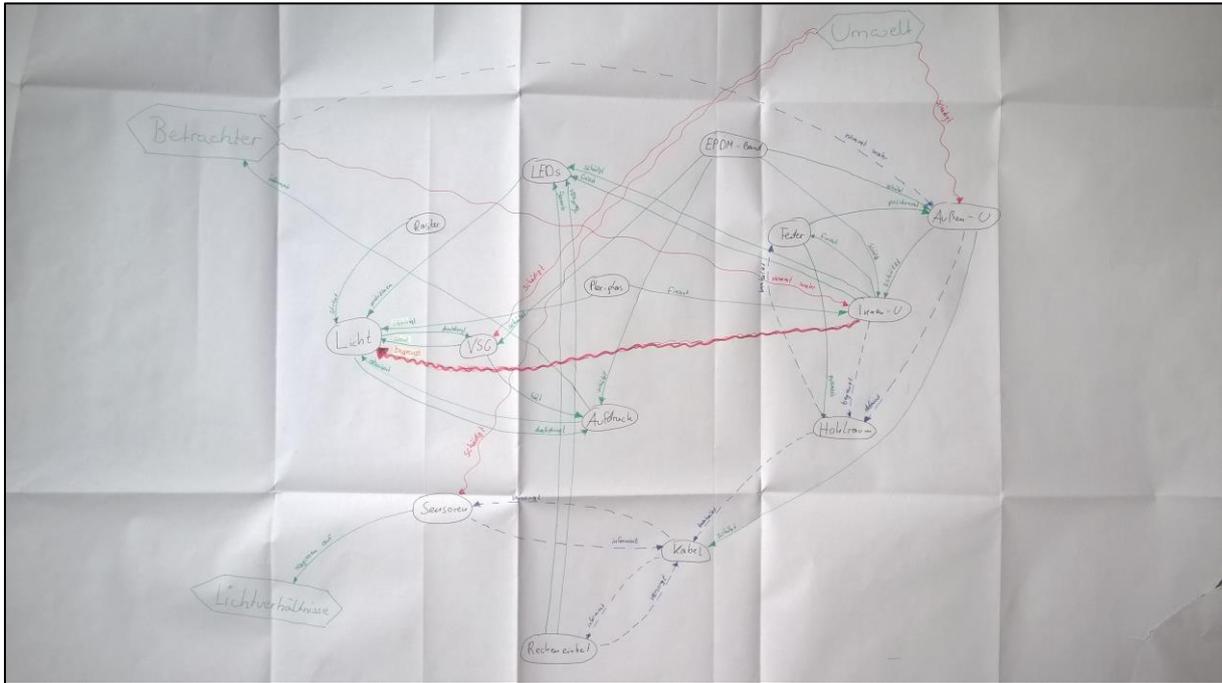


Abbildung 6: Funktionsanalyse basierend auf den Ergebnissen der Interaktionsmatrix

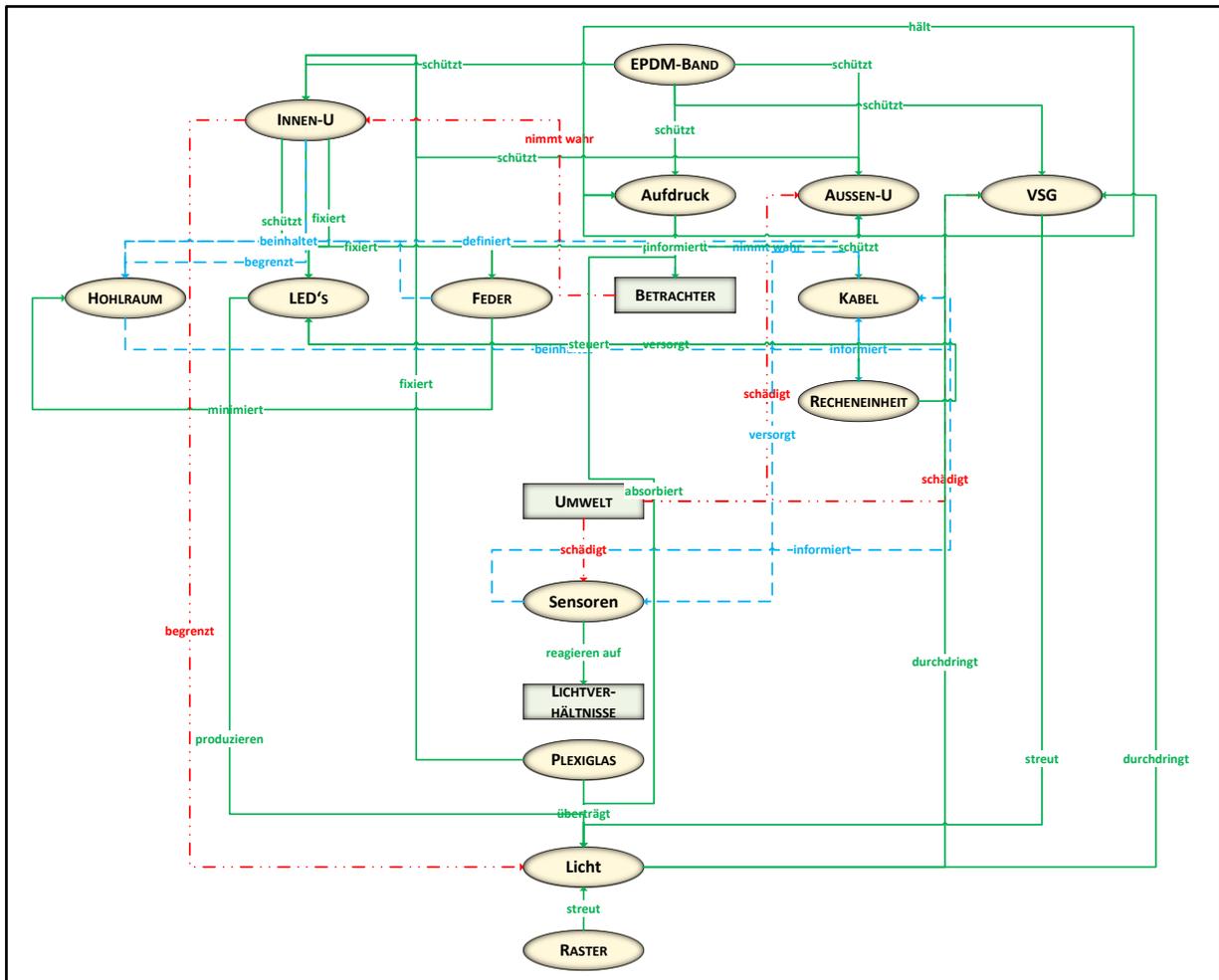


Abbildung 7: Funktionsanalyse (elektronisch) basierend auf den Ergebnissen der Interaktionsmatrix

Output Funktionsanalyse:

Mit den aus der Interaktionsanalyse gesammelten Informationen wurde ein graphisches Funktionsmodell des Systems und seiner Komponenten angefertigt. Der erste Versuch erfolgte handschriftlich und konnte den Erwartungen an Übersichtlichkeit vorerst nicht gerecht werden. Der nächste Versuch erfolgte in Form einer EDV-unterstützten Aufbereitung. Eine kurze Vorab-Aufbereitung zeigte schnell, dass es zu einem erheblichen Zeitaufwand führend würde, die Funktionsanalyse elektronisch so aufzubereiten, dass diese mehr Übersichtlichkeit bietet als die handschriftliche Version. Zusätzlich erschien die elektronische Version deutlich komplexer und trug nur wenig der Verständlichkeit bei. Der dafür notwendige Zeitaufwand, die elektronische Version anspruchsgemäß aufzubereiten, würde dem Nutzen nicht gerecht werden, weshalb während des Projekts ausschließlich mit der handschriftlichen Version der Funktionsanalyse weitergearbeitet wurde.

Weiters dient die Funktionsanalyse primär lediglich dazu, dass einerseits die Funktionsweise des Systems eindeutig ermittelt und definiert wird und andererseits dazu, dass alle am Projekt beteiligten Personen, um Missverständnisse zu vermeiden, dasselbe Vokabular benutzen. Dies bietet einen weiteren Grund dafür, dass es nicht notwendig ist, die Funktionsanalyse ausführlich bis ins letzte Detail optisch aufzubereiten.

Fazit:

Durch die gründliche Auseinandersetzung mit dem System der Fußgängerleitstele und der Hinterfragung sämtlicher Wirkungen und Funktionen entstanden folgende Ideen:

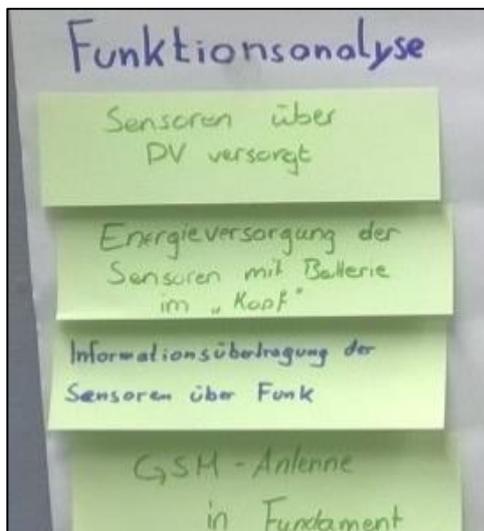


Abbildung 8: Ideen aus der Funktionsanalyse – Teil 1

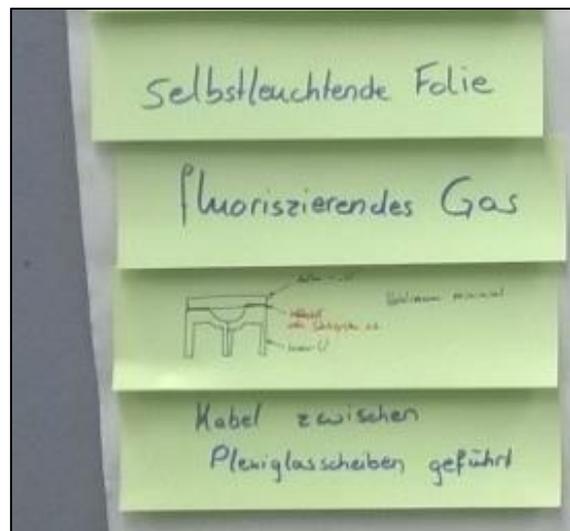


Abbildung 9: Ideen aus der Funktionsanalyse – Teil 2

5) Root-Conflict-Analysis

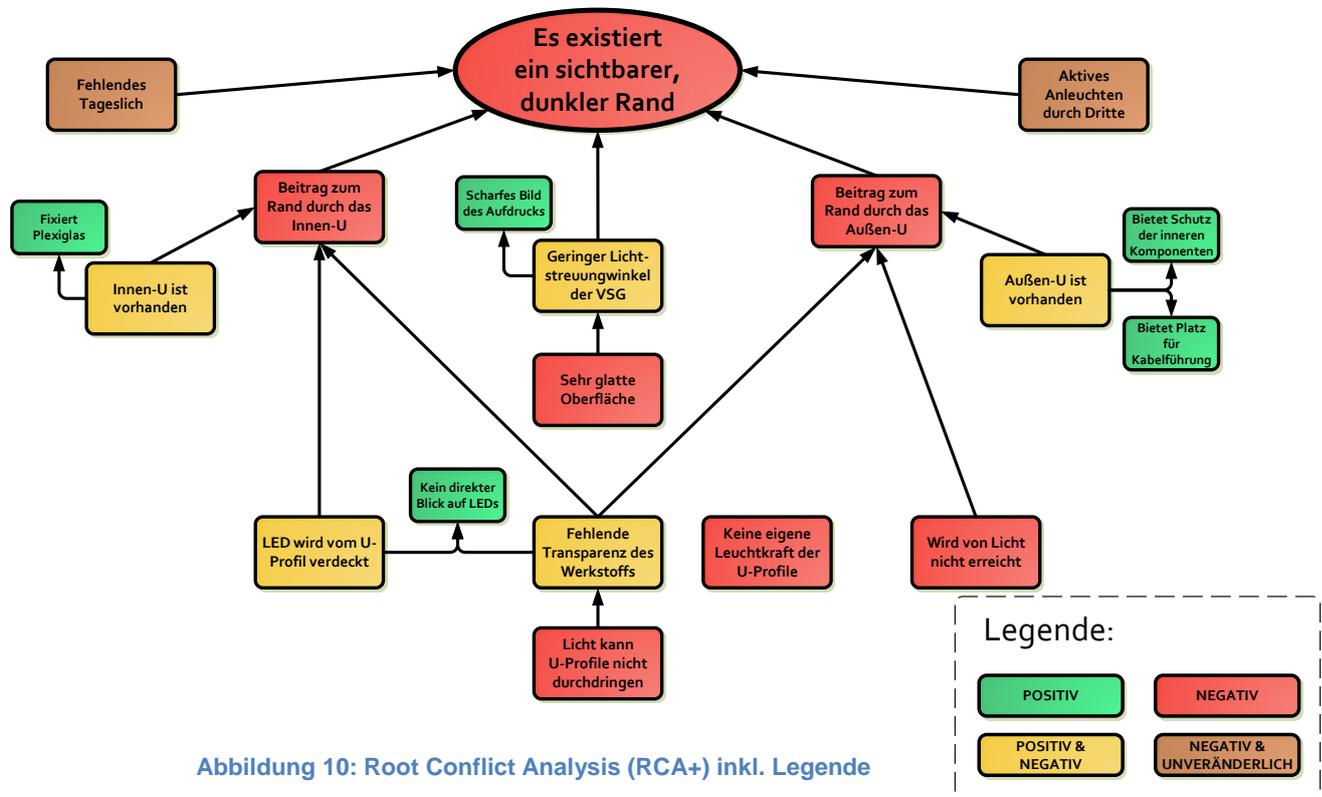


Abbildung 10: Root Conflict Analysis (RCA+) inkl. Legende

Output Root Conflict Analysis (RCA+):

Das Hauptproblem des Systems, i.e.S. also die Entstehung eines unbeleuchteten Randes, konnte schnell verifiziert werden, worauf hin die Erstellung des Ursachenbaums erfolgte. Die RCA+ ermöglichte es schließlich, das gesamte relevante Problem inklusive sämtlicher Ursprünge darzustellen. Während der Analyse des Sachverhalts ergaben sich wiederum neue Betrachtungsweisen und schließlich auch neue Ideen, das Problem zu lösen:

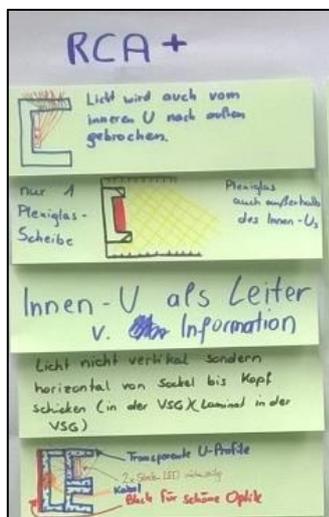


Abbildung 11: Ideen aus der RCA+ – Teil 1

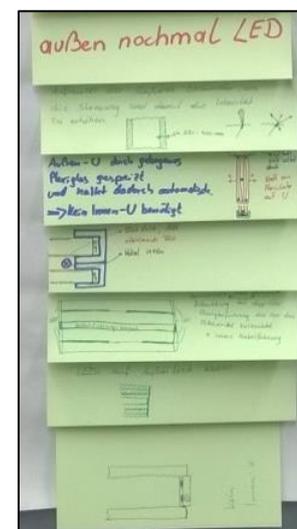


Abbildung 12: Ideen aus der RCA+ – Teil 2

Output Widersprüche:

Die richtige Formulierung der Widersprüche war mit einiger Diskussion verbunden, konnte aber abschließend erfolgreich gemeistert werden. Die Ideen, die sich aus der Aufstellung, Übersetzung und Lösung der Widersprüche mittels der Altschuller-Matrix und der 40 Innovationsprinzipien beziehungsweise der Separationsprinzipien ergaben, lauten wie folgt:

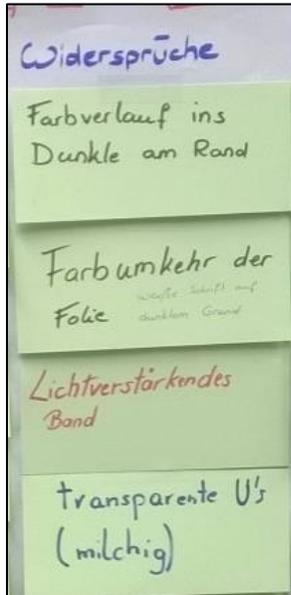


Abbildung 14: Ideen aus den Widersprüchen – Teil 1

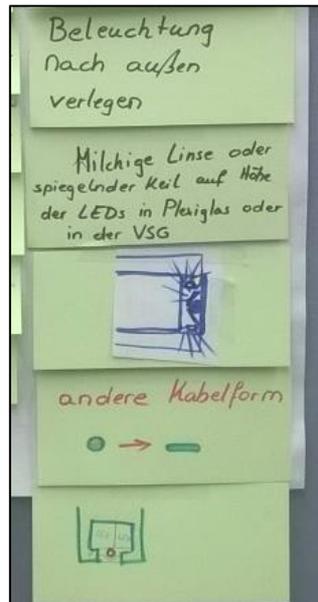


Abbildung 15: Ideen aus den Widersprüchen – Teil 2



Abbildung 16: Ideen aus den Widersprüchen – Teil 3

7) Ideenbewertung

7.1) 4-Felder-Matrix

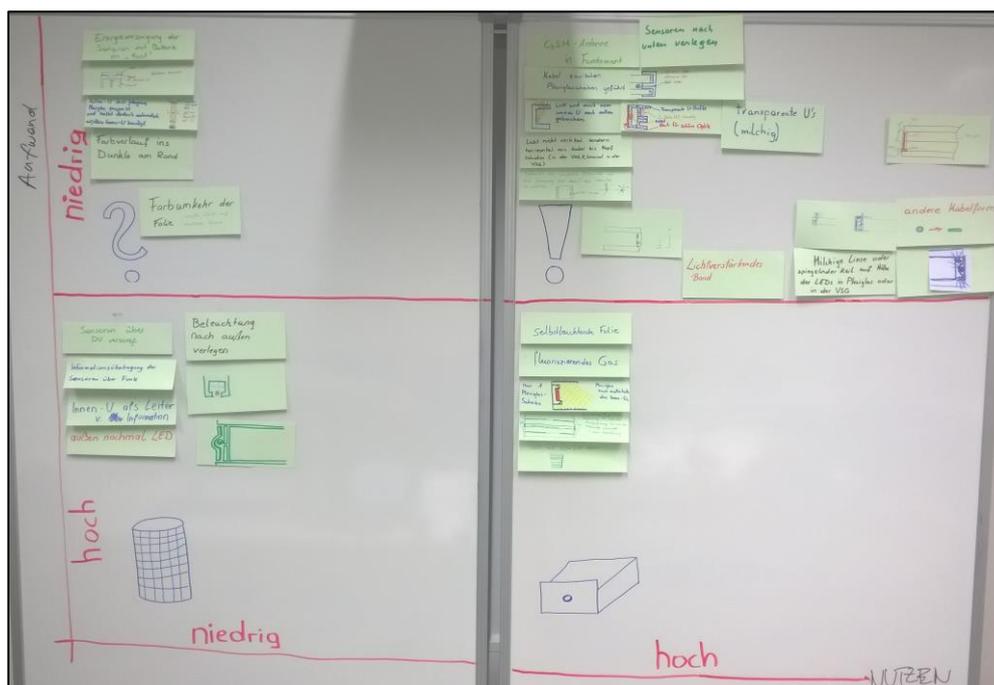


Abbildung 17: 4-Felder-Matrix mit sämtlichen zugeordneten Ideen

Output 4-Felder Matrix:

Der erste Schritt der Entscheidungsfindung erfolgte mit der 4-Felder Matrix, durch welche die Ideen hinsichtlich Nutzen und Aufwand geclustert werden sollten. Die Ideen im Feld der „Schublade“ (hoher Nutzen, hoher Aufwand) werden bis auf weiteres zurückgelegt, da sie voraussichtlich nur mit einem höheren Entwicklungsaufwand zu adäquaten Kosten realisierbar sind. Die Ideen in den Feldern „Mülleimer“ (niedriger Nutzen, hoher Aufwand) und „Fragezeichen“ (niedriger Nutzen, niedriger Aufwand) bleiben aufgrund ihres geringen Nutzens oder mangelhaften Ergebnissen außer Betracht. Lediglich die Ideen im Feld „Rufzeichen“ (hoher Nutzen, geringer Aufwand) finden in den folgenden Schritten Beachtung. Nach genauerer Betrachtung aller Ideen in diesem Feld konnten sie erneut zu insgesamt 7 Grundideen zusammengefasst werden, auf welche in der weiteren Bewertung näher eingegangen wird.

7.2) Paarweiser Vergleich

Paarweiser Vergleich der Teilkonzepte					Anzahl	%
1 Kosten	1	1	3	5	3	20,0
2 Fertigungsaufwand	2	3	2	5	2	13,3
3 Funktionswahrscheinlichkeit	3	3	5		4	26,7
4 Kompatibilität mit jetzigem System			4	5	1	6,7
5 Grad der Vollbeleuchtung				5	5	33,3
Summe					15	100

Abbildung 18: Paarweiser Vergleich mit 5 verglichenen Kriterien

Output Paarweiser Vergleich:

Um eine ausgewogene Bewertung der Varianten zu gewährleisten, wurden zunächst Gewichtungen für die entscheidenden Parameter erarbeitet. Die höchste Gewichtung erhielt der Grad der Vollbeleuchtung, da sich seine Wichtigkeit aus der Fragestellung ableiten ließ.

7.3) Nutzwertanalyse

Nutzwertanalyse		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kriterien	Gew.	Lichtdurchläss. Material	Aufräumen des Randes	Lichtstreuender Abstandhalter	Schräge LEDs mit Kabelführ.	Kabel zwischen Plexigläsern	Vertikale Beleuchtung	Lichtverstärk. Band
1 Kosten	20,00%	8/10 Pkt. 1,60	8/10 Pkt. 1,60	8/10 Pkt. 1,60	7/10 Pkt. 1,40	9/10 Pkt. 1,80	6/10 Pkt. 1,20	7/10 Pkt. 1,40
2 Fertigungsaufwand	13,33%	9/10 Pkt. 1,20	8/10 Pkt. 1,07	9/10 Pkt. 1,20	7/10 Pkt. 0,93	9/10 Pkt. 1,20	9/10 Pkt. 1,20	9/10 Pkt. 1,20
3 Funktionswahrscheinlichkeit	26,67%	7/10 Pkt. 1,87	5/10 Pkt. 1,33	8/10 Pkt. 2,13	7/10 Pkt. 1,87	4/10 Pkt. 1,07	6/10 Pkt. 1,60	5/10 Pkt. 1,33
4 Kompatibilität mit jetzigem System	6,67%	9/10 Pkt. 0,60	9/10 Pkt. 0,60	5/10 Pkt. 0,33	4/10 Pkt. 0,27	6/10 Pkt. 0,40	2/10 Pkt. 0,13	9/10 Pkt. 0,60
5 Grad der Vollbeleuchtung	33,33%	8/10 Pkt. 2,67	6/10 Pkt. 2,00	9/10 Pkt. 3,00	8/10 Pkt. 2,67	4/10 Pkt. 1,33	10/10 Pkt. 3,33	6/10 Pkt. 2,00
Gesamtnutzwert	100,00%	7,93 von 10 Pkt.	6,60 von 10 Pkt.	8,27 von 10 Pkt.	7,13 von 10 Pkt.	5,80 von 10 Pkt.	7,47 von 10 Pkt.	6,53 von 10 Pkt.
Beschreibung		Innen-U anstatt Metall aus einem transparenten Werkstoff wie z.B. Plexiglas gefertigt um eine Durchleuchtung zu gewährleisten	Aufräumen der Flächen vor den Innen-Us -> stärkere Brechung des Lichts, um den Schatten zu umgehen.	Milchiges, lichtdurchlässiges Band verhindert direkten Blick in LEDs. U-Profile entfallen -> minimaler Konstruktionsrand	LED-Anordnung schräg statt parallel zum Plexiglas für mehr Reflexion und weniger Schattenfläche	Kabel innerhalb der Plexigläser, um Randkonstruktion zu minimieren. (fungiert als Teillösung, da keine eigene Schattenreduktion)	LEDs oben+unten, statt links+rechts -> Randreduktion um Innen-Us (ev. weitere Lichtebelegung für vollständige Beleuchtung notwendig)	Außen über Us angebrachtes, selbst leuchtendes/lichtverstärkendes Medium zur Entfernung des Schattens

Abbildung 19: Nutzwertanalyse mit 7 Lösungsvarianten inkl. deren Beschreibung

Output Nutzwertanalyse:

Die aus der Diskussion entstandenen Punktevergaben für die Erfüllung der Kriterien für jede einzelne Variante ermöglichte die abschließende Filterung. Daraus kristallisierte sich die Variante 3 „Lichtstreuender Abstandhalter“ als erfolgversprechendster Lösungsansatz. Jedoch kristallisierte sich aus der Gegenüberstellung der Lösungsansätze miteinander heraus, dass ein Großteil der einzelnen Lösungsansätze einander nicht ausschließen. So ist es naheliegend, dass die zielführendste wohl eine Kombination aus mehreren dieser Lösungsansätze sei.

8) Ergebnis

8.1) Ergebnis-Beschreibung

Durch die Erkenntnis aus der Nutzwertanalyse bezüglich der Kombinierbarkeit einzelner Lösungsansätze wurde der am besten bewertete Lösungsansatz „Lichtstreuender Abstandhalter“ mit (Teilen von) anderen Lösungsansätzen zu einem Ergebnis zusammengefasst.

Wie in Abb. 19, 20, 21 und 22 ersichtlich, ist der Schlüsselpunkt des Konzeptes ein milchiges, lichtdurchlässiges Band, das sich zwischen Plexi- und VSG-Glas an den beiden Längsseiten befindet. Bei diesem Lösungskonzept entfallen die U-Profile der Konstruktion gänzlich, weshalb am sehr gering gehaltenen seitlichen Konstruktionsrand (binahe) kein Schatten entstehen kann.

Der Problempunkt „direkte Sichtbarkeit der LEDs im aktiven Zustand“, welcher dadurch entsteht, dass die Verdeckung der LEDs durch die U-Profile zur Gänze entfällt und somit ein direkter Blick auf die Lichtquelle ermöglicht wird, ist aufgrund optischer Gründe nicht zulässig. Die Lösung dieses Problempunktes bietet das bereits erwähnte milchige und lichtdurchlässige Medium und wird wie folgt gehandhabt:

Dieses Medium soll aufgrund seiner trüben Oberfläche und seiner breiten Brechung des Lichtes einerseits davor schützen, die Lichtquelle als solche zu identifizieren und andererseits ebenso aufgrund der breiten Lichtbrechung dafür sorgen, dass das Licht auch in Richtung des (sehr minimierten) Randes gebrochen wird, um dort einer Unterbeleuchtung entgegenzuwirken.

Das ideale Ergebnis aus dieser Lösung ist ein gleichmäßiger Verlauf des Lichtes über die gesamte Informationsfläche der Fußgänger-Informationsstele.

Entstehung und Verifikation dieser Idee:

Die Idee mit dem milchigen Bald zur Lösung des Problems mit der direkten Einsicht auf den Leuchtkörper entstand mittels folgendem einfach Versuchsaufbau. Dieser zeigt den Größenunterschied des Punktes eines handelsüblichen Laserpointers (durch unterschiedliche Lichtbrechung), welcher einerseits durch handelsübliches Papier (Abb. 19) und andererseits durch mehrere Lagen trüben Backpapiers (Abb. 20) zu sehen ist. Aufgrund dieses Versuchsaufbaus erscheint der Einsatz eines milchigen, lichtdurchlässigen Bandes durchaus als vielversprechende und einfach realisierbare Lösung (hoher Nutzen, niedriger Aufwand).

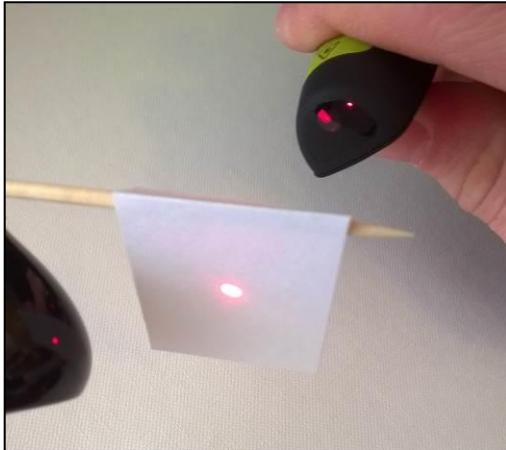


Abbildung 20: Lichtstreuung eines Laser-Punktes durch handelsübliches Papier

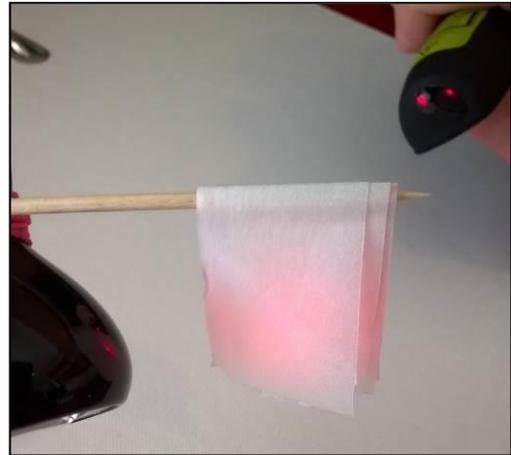


Abbildung 21: Lichtstreuung eines LASER-Punktes durch mehrere Lagen Backpapier

