†o†er Winkel - †a†sächlich †o†

Joshua Gritzner (14)
Elias Günthner (15)
Nico Prinz (14)

Inhaltsverzeichnis:

1. Kurzfassung **3**

2. Einleitung: Problemerkenntnis **3**

2.1. Persönliche Erfahrung 3

2.2. Expertenmeinungen und Statistik 3

3. Lösungsansätze: Die Idee **5**

3.1. Anforderungen an die Lösung 5

3.2. Unsere konkrete Idee 6

3.3. Funktionsweise 7

3.4. Vorteile 8

4. Die Umsetzung **8**

4.1. Bau des Kamerasystems 8

5. Offene Fragen **10**

6. Ausblick **10**

1. Kurzfassung

Unser Ziel ist es, den Straßenverkehr für Lastwagen und Busse sicherer und zerstörungsfreier zu machen. Dies erreichen wir mithilfe eines integrierten und intuitiv nutzbaren Displays innerhalb des Seitenspiegels. Auf dem Display ist der tote Winkel zu sehen. Wenn das Display nicht angeschaltet wird, bleibt es hinter dem Spiegel verborgen. Weiterhin ist der Spiegel mit einem System aus schockabsorbierendem Material und Luftdruckfedern ausgerüstet, um bei Zusammenstößen mit diversen Objekten bei geringer bis mittlerer Geschwindigkeit möglichst keinen bzw. wenig Schaden zu nehmen.

2. Einleitung: Problemerkenntnis

2.1. Persönliche Erfahrung

Als wir im letzten Jahr mit unserer Schule auf dem Weg in unsere Skifreizeit waren, passierte uns ein nicht allzu seltenes Missgeschick: Uns kam ein LKW entgegen, der zu weit in die Mitte abwich und prompt unseren Seitenspiegel mit sich riss. Ohne Seitenspiegel durfte unser Bus natürlich nicht weiterfahren. So mussten wir in der Kälte ausharren und auf einen Ersatzbus warten. Dabei kam uns die Idee, Außenspiegel, ihre Funktionsweise und ihre Probleme genauer verstehen und verbessern zu wollen.

Während unserer Recherche fiel uns auf, dass vor allem bei Abbiegeprozessen Probleme im Straßenverkehr auftauchen. Glücklicherweise hat keiner von uns eine persönliche Erfahrung mit einem missglückten Abbiegevorgang gemacht — für die damit verbundenen Probleme wollten wir allerdings trotzdem eine Lösung finden.

2.2. Expertenmeinungen und Statistik

Tatsächlich stehen Fehler beim Abbiegen und bei anderen von Spiegeln abhängenden Fahrmanövern an erster Stelle in der Unfallstatistik:[1]

Ursache (geordnet nach Anzahl)	Anzahl
Fehler beim Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Anfahren	56.642
Nichtbeachten der Vorfahrt	52.332
Ungenügender Abstand	50.267

[1] Fehlverhalten der Fahrzeugführer bei Unfällen mit Personenschaden. Erfasster Zeitraum: 2017. Quelle: Statistisches Bundesamt. https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Tabellen/FehlverhaltenFahrzeugfuehrer.html

Ursache (geordnet nach Anzahl)	Anzahl
Nicht angepasste Geschwindigkeit	45.058
Falsche Straßenbenutzung	24.203
Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern	15.877
Fehler beim Überholen	13.163
Alkoholeinfluss	12.873

So kommen „Jahr für Jahr [...] Dutzende Radfahrer durch rechtsabbiegende Lkw zu Tode.“[2] Bisherige Versuche, diese Unfälle zu reduzieren, blieben erfolglos: „Der Bundesrat fordert Assistenzsysteme, die das [solche Unfälle] verhindern. Doch politisch ist Brüssel zuständig — und nur ein Hersteller kann überhaupt liefern.“[3] Ebenso sind die bestehenden Lösungen nicht nur für sich betrachtet bereits sündhaft teuer, sondern auch nur mit hohem Kosten- und Arbeitsaufwand nachrüstbar.

Bereits bestehende Möglichkeiten sind nicht sehr optimal. Eine der Ideen zur Lösung des Problems ist es, weitere Spiegel am Fahrzeug anzubringen:[4]

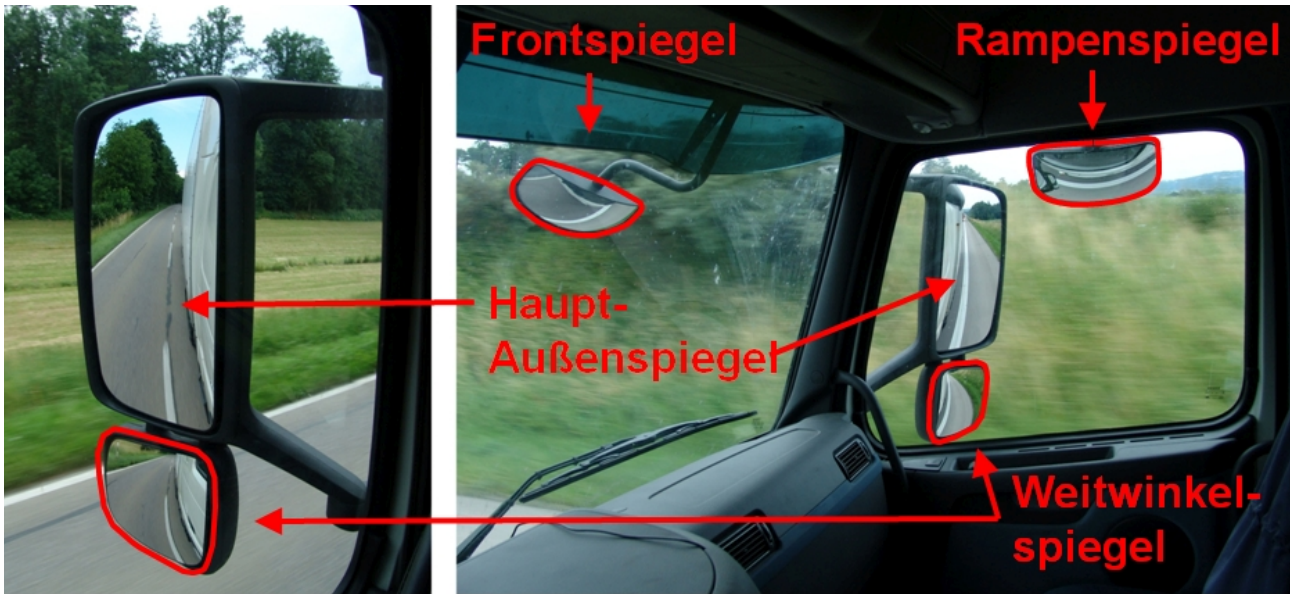

Abb. 1: Beispiel für bestehendes Spiegelsystem

Doch aus unserer Sicht ergibt so ein System aus mehreren Spiegeln wenig Sinn. Niemand hat im Straßenverkehr ausreichend Zeit, sich mit vielen verschiedenen Spiegeln mit verschiedenen Wölbungen und verschiedenen Blickwinkeln zu beschäftigen, die teilweise auch noch an Stellen befestigt sind, auf die man natürlicherweise nicht schauen würde. Das menschliche Gehirn ist in den meisten

[2] Quelle: https://www.welt.de/wirtschaft/article177590954/

[3] siehe vorherige

[4] Quelle: http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1213787

Fällen nicht einmal dazu fähig, aus diesen Ausschnitten im Kopf ein vernünftiges Bild zusammenzufügen.

Das denkt auch der ADAC: „Aus Sicht des ADAC sind weitere Spiegel an den Fahrzeugen zur Reduzierung des Toten Winkels nicht zielführend.“[5]

Jedoch hält der „ADAC [...] Kamera-Monitor-Systeme für eine interessante Perspektive. In Verbindung mit einer Bilddatenauswertung und weiteren Sensoren können daraus neue Lösungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit entwickelt werden.“[6]

Ebenso hält der Hersteller MAN, laut einer Pressemitteilung, Kamerasysteme für die bessere Wahl um den Toten Winkel zu vermeiden.[7]

Die meisten dieser Systeme werden allerdings in der Mittelkonsole eingebaut. Dies entspricht jedoch nicht der menschlichen Intuition. Beim Abbiegen schaut man in den Spiegel und nicht auf ein Display in der Mittelkonsole, das ja gar nicht den gleichen Bereich abdeckt wie der Spiegel.

3. Lösungsansätze: Die Idee

3.1. Anforderungen an die Lösung

Diesem Problem haben wir uns angenommen. Für uns muss eine gute Lösung also alle oben angesprochen Aspekte bedenken und besser als bisherige Systeme sein.

Das heißt, unsere Lösung muss zunächst intuitiv und übersichtlich sein. Im Gegensatz zu oben genannten Systemen, die entweder aus zahlreichen Spiegeln bestehen, oder auf in der Mittelkonsole angebrachte Monitore setzen, soll sich unsere Lösung in bereits bekannte Bewegungsabläufe im Fahrzeug einfügen.

Die Lösung muss ebenfalls einfach zu nutzen sein. Ein System aus mehreren Spiegeln muss beispielsweise für jeden neuen Fahrer ausführlich neu justiert werden.
Herkömmliche Kamerasysteme schalten sich meistens nur beim Einlegen des Rückwärtsgangs ein. Aber selbst wenn sie auch bei Spurwechsel oder Abbiegeprozess anspringen würden, beanspruchen sie doch den gesamten Bildschirm in der Mittelkonsole. Hierdurch wird aber das Navigationssystem verdeckt, welches gerade beim Abbiegen notwendig ist.

---

[5] Quelle: https://www.adac.de/_mmm/pdf/rv_2015_toter_winkel_1215_244315.pdf
Ergänzungen: ADFC Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club Berlin e.V.

[6] siehe vorherige

[7] Quelle: https://www.dvz.de/rubriken/test-technik/detail/news/man-kamera-entschaerft-den-toten-winkel.html

Besonders wichtig ist uns außerdem, dass unser System kostengünstig und einfach nachzurüsten ist. Denn nur mit einer praktikablen Lösung können wir uns sicher sein, dass unser System auch tatsächlich für mehr Sicherheit in der Praxis, und nicht nur in der Theorie sorgt.

3.2. Unsere konkrete Idee

Das führte uns schließlich zu folgender Idee:
Ähnlich wie herkömmliche Kamerasysteme möchten wir ein Display und eine Weitwinkelkamera, die den toten Winkel abdeckt, verwenden.

Das Besondere an unserem System ist aber:
Sowohl Kamera als auch Display werden in das Spiegelgehäuse anstatt in die Mittelkonsole integriert. Der Spiegel besteht aus einer mit Polizeispiegel-Folie folierten Glasscheibe. Dadurch kann die Kamera aus dem Gehäuse heraus durch die Spiegelscheibe hindurch filmen. Es ermöglicht außerdem, dass der Spiegel „normal“ aussehen würde, bis der Blinker gesetzt, das Display angeschaltet und somit der versteckte Bildschirm preisgegeben wird:

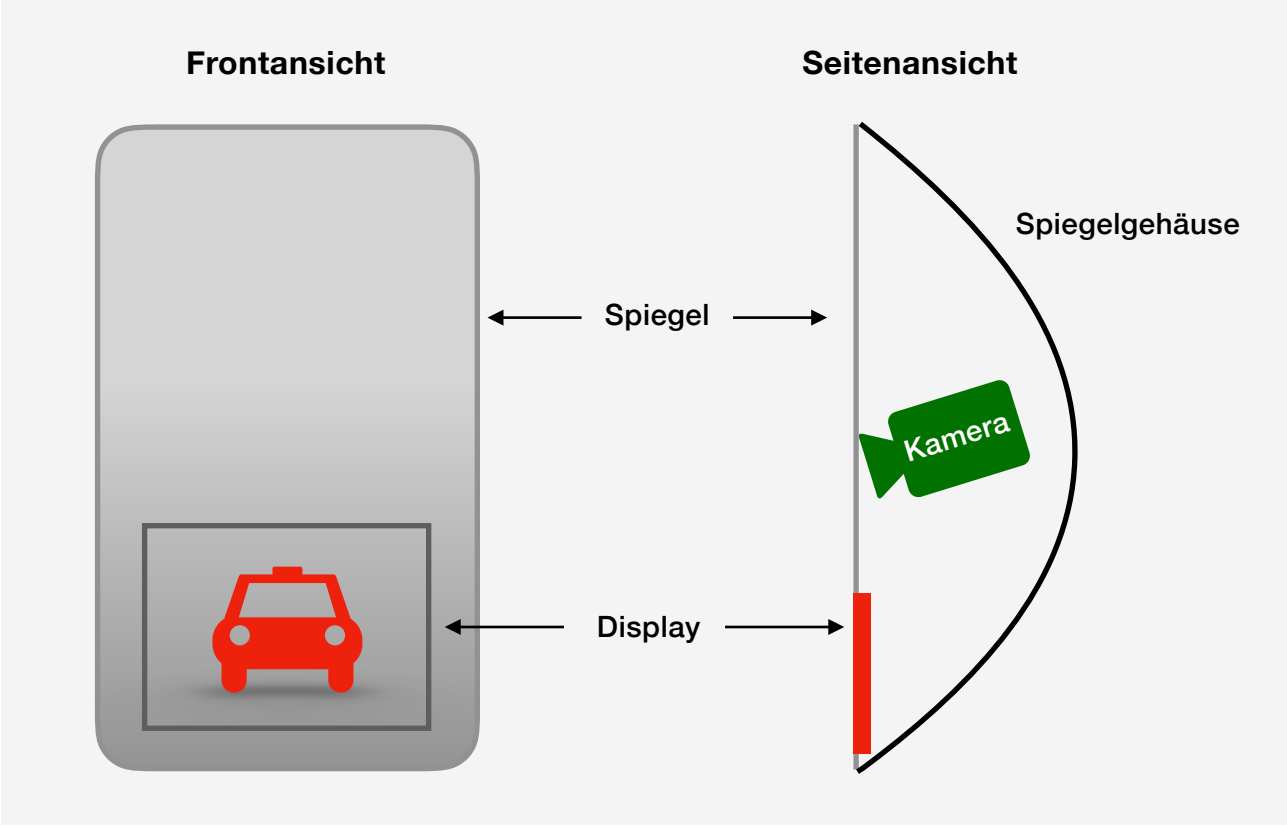

Abb. 2: Funktionsdarstellung unseres Systems

3.3. Funktionsweise

Die Polizeispiegel-Folie funktioniert wie ein halbdurchlässiger Spiegel oder auch ein Strahlenteiler. Sie teilt jeden Lichtstrahl in zwei: den einen reflektiert sie, den anderen lässt sie hindurch.

Bei gleichartigen Lichtverhältnissen auf beiden Seiten des Strahlteilers wirkt dieser tatsächlich nur wie eine etwas stärker spiegelnde Glasscheibe (siehe Abb. 3).

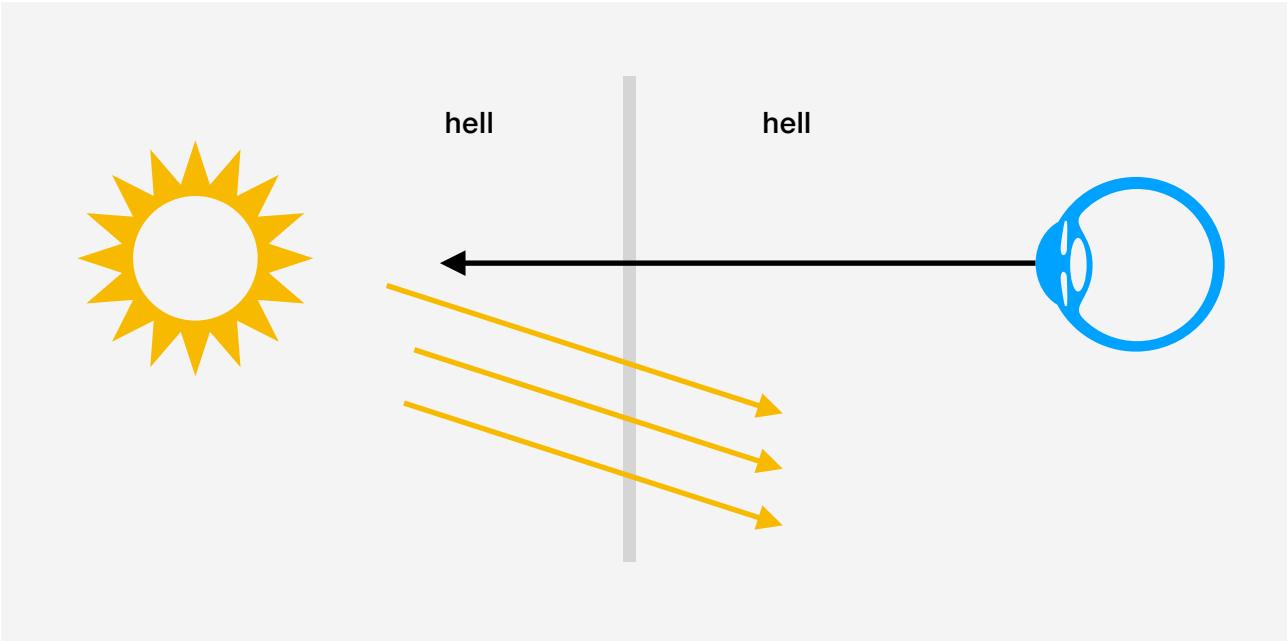

Abb. 3: Lichtdurchlässigkeit eines Polizeispiegels bei gleichartigen Lichtverhältnissen

Wenn man nun allerdings in den beiden, vom Strahlenteiler getrennten Räumen unterschiedliche Lichtverhältnisse herstellt — also einen hellen und einen dunklen Raum schafft — kann man sich einen interessanten Effekt zunutze machen:

Von der hellen Seite aus betrachtet, wirkt der Strahlenteiler wie ein ganz herkömmlicher Einwegspiegel — von der dunklen Seite aus betrachtet, wie eine vollständig durchsichtige Glasscheibe (siehe Abb. 4). Man kann also von der dunklen Seite aus das gesamte Geschehen auf der hellen Seite betrachten, ohne selbst gesehen zu werden. Hierdurch ist auch der Begriff „Polizeispiegel“ oder „Polizeispiegel-Folie“ entstanden, da diese Art Strahlenteiler häufig in Verhörräumen zu finden ist.

Tatsächlich ändert sich an dem physikalischen Vorgang der Strahlenteilung jedoch nichts. Da es in dem dunklen Raum aber keine Lichtquelle gibt, kann logischerweise auch kein Licht aus dem dunklen in den hellen Raum fallen. Somit sehen die Beobachter im hellen Raum auch lediglich die Reflexion des eigenen Lichts — da aus dem dunklen Raum kein Licht kommt, bleibt ihnen schließlich auch nichts anderes übrig.

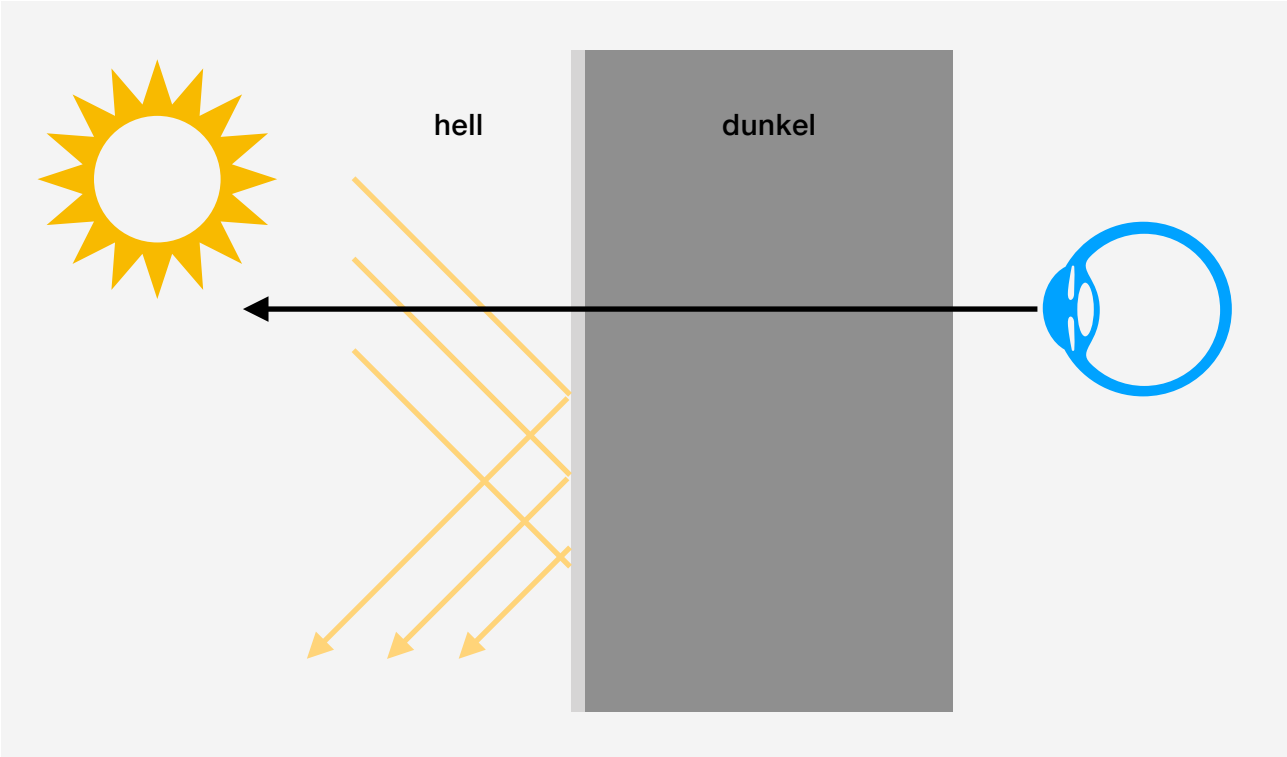

Abb. 4: Lichtdurchlässigkeit eines Polizeispiegels bei gegensätzlichen Lichtverhältnissen

3.4. Vorteile

Wir glauben, mit unserem System lösen wir die oben angesprochenen Probleme, die herkömmliche Lösungen mit sich bringen. Durch die Integration des Bildschirms in den Spiegel selbst muss der Fahrer keine neuen Bewegungsmuster erlernen. Stattdessen fügt sich der Blick auf den Monitor reibungslos in den Vorgang Spiegel-Spiegel-Schulterblick ein. Der Blick in den Seitenspiegel erfolgt ganz automatisch und das Kamerabild muss nicht erst im Kopf zusammengefügt werden.

Vor allem aber ist das System kostengünstig und einfach nachrüstbar. Zur Stromversorgung von Kamera und Monitor verwenden wir beispielsweise die gleichen Kabel, die auch Spiegelheizung und Spiegelmotor nutzen.

4. Die Umsetzung

4.1. Bau des Kamerasystems

Zunächst ersetzten wir die reguläre Spiegelscheibe durch die von uns folierte Plexiglasscheibe.

Um innerhalb des Spiegelgehäuses etwas Platz zu machen, entfernten wir mithilfe eines Lötkolbens einige der inneren Wände. Danach waren die Kamera und das Display an die Reihe. Beides befestigten wir mit Heißkleber. Die Kamera befestigten

wir an einem flexiblen Draht. So konnten wir den richtigen Kamerawinkel am besten einstellen.

Abb. 5: Entfernen der inneren Wände mithilfe eines Lötkolbens

Die Stromversorgung stellten wir sicher, indem wir die Kabel der beiden Geräte an die Kontakte der Spiegelheizung anlöteten.

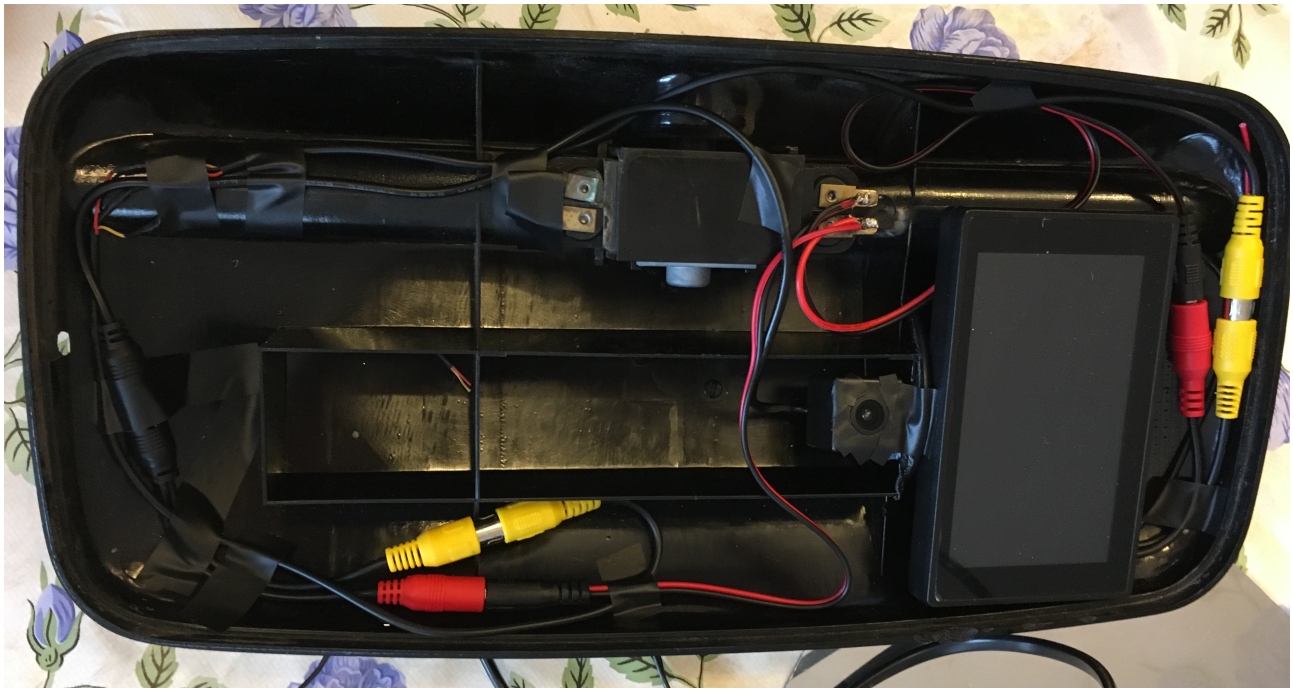

Abb. 6: Die Elektronik des Spiegels

5. Offene Fragen

Glücklicherweise funktionierte die Technik in allen Tests bisher zuverlässig. Unklarheiten gibt es allerdings in rechtlicher Hinsicht: Aktuell läuft ein Verfahren, in dem geklärt wird, ob und inwiefern Displays außerhalb der Fahrerkabine erlaubt sein sollen. Das Verfahren betrifft aber eher Werbedisplays, die Sicherheitsbedenken auslösen (siehe Abb. 7)[8], als Displays wie unseres, das für mehr Sicherheit sorgt.

Abb. 7: Werbedisplay an der Außenwand eines Kfz

6. Ausblick

Dadurch, dass die Kamera und das Display eine klare Scheibe brauchen, um zu funktionieren, haben wir zunächst die Spiegelheizung abmontiert. Diese wollen wir nun durch eine funktionsfähige, an unser System angepasste Spiegelheizung ersetzen.

Wir planen ein System zur Schockabsorption bei Kollisionen von Spiegeln und Gegenständen. Um dem Brechen des Spiegelgehäuses vorzubeugen, sollen darauf Halbkugeln aus schockabsorbierendem Material angebracht werden. Um die restliche kinetische Energie abzufangen, möchten wir ebenfalls eine Feder zwischen Lkw und Spiegelbefestigung montieren.

---

[8] Quelle: http://www.leddisplayls.de/led-display/mobile-truck-led-screen/mobile-truck-advertising-led-display-p8.html