

Aufgrund der steigenden Unfallzahlen beim Veloverkehr wurden von der Stadt Zürich velospezifische 360°-Lernfilme entwickelt. 116 Kinder im Alter von 11 bis 12 Jahren sahen solche Kurzfilme im Rahmen ihrer schulischen Verkehrserziehung entweder am Beamer oder durch Virtual-Reality-Brillen (VR). Insgesamt konnten beide Gruppen in sehr ähnlicher Masse von der Verkehrsinstruktion profitieren. Während die VR-Gruppe in der Tendenz bessere Werte in der Wachheit und Zufriedenheit sowie bei der Nennung des Schulterblicks verzeichnete, konnte sich die Beamer-Gruppe deutlich besser an Handlungsempfehlungen der Verkehrsstrukturen erinnern, welche nicht direkt Gegenstand der Filme waren. Mögliche Gründe für die vereinzelt unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Gruppen werden diskutiert.

Inhalt

1. Einleitung
 2. Methodik
 - 2.1 Versuchsaufbau
 - 2.2 Stichprobenbeschreibung
 3. Ergebnisse
 - 3.1 Wohlbefinden
 - 3.2 Einstellungen und Kognitionen im Strassenverkehr
 - 3.3 Situationsbeurteilungen
 - 3.3.1 Querendes Fahrzeug von hinten
 - 3.3.2 Abrupt öffnende Autotür
 4. Diskussion
 - 4.1 Fazit und Ausblick
- Literaturverzeichnis

1. Einleitung

In der Stadt Zürich verunfallten im Jahr 2018 insgesamt 1449 Personen, was gemäss Dienstabteilung Verkehr (DAV) der Stadt Zürich dem Höchstwert seit 2003 entspricht (DAV, 2019). In der entsprechenden Publikation wird ebenfalls deutlich, dass diese Zunahme fast ausschliesslich auf das Unfallgeschehen beim Veloverkehr zurückgeführt wird, bei welchem sich seit einigen Jahren ein deutlicher Negativtrend abzeichnet. Während im Jahr 2011 noch 264 Personen mit dem Velo in der Stadt

* Christian Cordin, MSc., und Bianca Wächter, BSc., Mitarbeitende Forschungsschwerpunkt Verkehrs-, Sicherheits- und Umweltpsychologie, Zürich, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW.

** Prof. Dr. Markus Hackenfort, Leiter Forschungsschwerpunkt Verkehrs-, Sicherheits- und Umweltpsychologie, Zürich, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW.

*** Dr. Wernher Brucks, Leiter Verkehrssicherheit, Zürich, Dienstabteilung Verkehr (DAV) der Stadt Zürich.



Christian Cordin*



Bianca Wächter*



Markus Hackenfort**



Wernher Brucks***

Zürich verunfallten, waren es im Jahr 2018 bereits 541 Personen, was bedeutet, dass sich in nur sieben Jahren die Velounfälle mehr als verdoppelt haben (DAV, 2019). Die letztgenannte Studie zeigt ebenfalls, dass die aktuelle Unfallzahl im Vergleich zum Vorjahr (2017) um 13 Prozent angestiegen ist, verglichen mit dem Jahresschnitt der letzten fünf Jahre (2013–2017) entspricht dies einer Zunahme von 26 Prozent.

Ein gewisser Teil dieser Velounfälle kann gemäss DAV (2019) auf Veränderungen im Strassenverkehr zurückgeführt werden, wie beispielsweise die erhöhte Verkehrsdichte, die sich jedoch auch günstig auf das Unfallgeschehen auswirken kann (Ghielmetti et al., 2017). Auch der aufstrebende Trend zur Nutzung von E-Bikes, welcher generell zu erhöhten Durchschnittsgeschwindigkeiten bei Velofahrenden führt, dürfte dabei eine wesentliche Rolle spielen (Uhr & Hertach, 2017). Um dem grundsätzlichen Anstieg bei Velounfällen in der Stadt Zürich entgegenzuwirken, forciert die Stadt Zürich mit dem strategischen Schwerpunkt «sicher Velofahren» gezielte bauliche Massnahmen (z.B. «Velo Sicuro») sowie Sensibilisierungsprogramme im edukativen Bereich.

Eines dieser edukativen Projekte wurde von der DAV lanciert. Zusammen mit der BANDARA VR GmbH entwickelte sie kurze 360°-Lernfilme für Velofahrende, welche

durch Virtual-Reality-Brillen (VR) erlebt werden können. In diesen Filmen können die Betrachter in der Ego-Perspektive eines Radfahrenden verschiedene Szenarien im Strassenverkehr absolvieren. Virtuelle Umgebungen ermöglichen es, auch solche Dinge zu erleben und zu üben, die in der Realität nicht möglich wären (Freina & Ott, 2015). So kann beispielsweise eine gefährliche Strassenverkehrssituation hautnah erfahren werden, ohne dabei ein tatsächliches Risiko einzugehen.

Eine erste Präsentation dieser VR-Filme am «Urban Bike Festival 2017» deutete aufgrund der Rückmeldungen vor Ort darauf hin, dass diese nicht nur beim erwachsenen Zielpublikum gut ankommen. Auch Kinder zeigten ein reges Interesse, sowohl der neuen Technologie als auch den Videoinhalten gegenüber (Kuhn, 2017). Zusammen mit der Schulinstruktion der Stadtpolizei Zürich entstand aufgrund dieses grossen Anklangs beim jüngeren Publikum die Idee, solche Filme auch im Verkehrsunterricht als didaktisches Mittel einzusetzen respektive auszuprobieren.

Obwohl VR bei Erwachsenen als edukatives Mittel verbreitet ist, gibt es bisher gemäss Freina und Ott (2015) nur wenige Studien zum Einsatz von VR-Brillen bei Kindern. Die Autoren nennen als Gründe für den limitierten Einsatz das 3-D-Sehen, die Hand-Augen-Koordination sowie die Balance, welche bei Kindern im Alter von 10 bis 12 Jahren noch nicht vollständig entwickelt seien und die Einsatzmöglichkeiten von VR damit stark einschränken. Es gab jedoch bereits einige erfolgreiche Versuche, VR-Brillen auch bei 10- bis 12-jährigen Kindern in gewissen Lehrdomänen einzusetzen (z.B. in der Physik: Bogusevski, Muntean & Muntean, 2019; in der Musik: Degli Innocenti et al., 2019). Offen bleibt jedoch die Frage nach der Anwendbarkeit bei Schweizer Schulkindern im spezifischen Kontext der Verkehrssicherheit sowie konkret im Verkehrsunterricht.

In dieser Studie wurde in einem experimentellen Setting untersucht, inwiefern solche VR-Filme bei 12-jährigen Schülerinnen und Schülern im Verkehrsunterricht eingesetzt werden können. Im Fokus standen dabei die Anwendbarkeit von VR bei Schweizer Schulkindern, die Lerneffekte, die sie bezüglich ihrer Gefahrenwahrnehmung erzielen, sowie ihr intendiertes Verhalten nach der virtuellen Gefahrenexposition. An drei Schulen der Stadt Zürich wurden insgesamt sechs Schulklassen während der polizeilichen Verkehrsinstruktion wissenschaftlich begleitet und in Halbklassen aufgeteilt, wobei eine Hälfte die klassischen Videos mittels Projektion präsentiert bekam (2-D-Kontrollgruppe) und die andere Hälfte die Videos durch die VR-Brille (3-D-Experimentalgruppe) erlebte. Mittels Fragebögen vor und nach Zeigen und Besprechen der Videos wurden die Lerneffekte der beiden Gruppen miteinander verglichen.

2. Methodik

2.1 Versuchsaufbau

Der Versuch wurde an drei Schulen der Stadt Zürich mit insgesamt sechs verschiedenen Schulklassen durchgeführt (s. Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht zu den 6 Schulklassen

| Schulklasse, Schulhaus, Instruktor/in | Bedingung HK1* | Bedingung HK2* |
|---|----------------|----------------|
| Klasse 1 (Schulhaus 1, Verkehrsinstruktor/in A) | klassisch | VR |
| Klasse 2 (Schulhaus 1, Verkehrsinstruktor/in A) | VR | klassisch |
| Klasse 3 (Schulhaus 2, Verkehrsinstruktor/in B) | VR | klassisch |
| Klasse 4 (Schulhaus 2, Verkehrsinstruktor/in B) | klassisch | VR |
| Klasse 5 (Schulhaus 3, Verkehrsinstruktor/in C) | VR | klassisch |
| Klasse 6 (Schulhaus 3, Verkehrsinstruktor/in C) | klassisch | VR |

* Halbklasse

Zu Beginn der Verkehrsinstruktion füllten die Schülerinnen und Schüler einen Fragebogen aus, welcher als Baseline-Messung diente. Darin wurden **soziodemografische Items** («Geschlecht», «Alter», «Hauptmobilitätsform für den Schulweg», «Schulwegdauer», «Schulleistung» und «Velonutzung») und das **Wohlbefinden** der Kinder erfasst («Stimmung», «Wachheit», «Aufgeregtheit», «Schwindel» und «Kopfschmerzen»). Ebenfalls wurden verkehrsspezifische Einstellungs-Items erhoben, welche ausgehend von Holte (2012) und Hackenfort und Diener (2016) adaptiert und in eine kindgerechte Sprache umformuliert wurden. Diese Fragen enthielten **Kognitions-** («Wenn ich gut Velofahren kann, muss ich im Verkehr weniger aufpassen»), **Verhaltens-** («Es kommt nicht so darauf an, wie ich mich verhalte. Die Autofahrer passen schon auf») und **affektive Komponenten** («Ich fahre mit dem Velo gerne schnell»). Ein Überblick über alle fünf Items sowie deren Ausprägungen ist im Ergebnisteil in Tab. 4 ersichtlich. Für die Messung des Lernzuwachses wurden im Fragebogen zusätzlich das optimale Verhalten in zwei spezifischen Situationen abgefragt, welche in Anlehnung an die späteren Videoinhalte gestaltet wurden. In einer Situation ging es darum, einem Veloweg *nach links* zu folgen, wobei die Spur für den Fahrzeugverkehr geradeaus weiterführte (s. Abb. 1), die zweite Situation beinhaltete eine Fahrt *geradeaus* auf einer Strasse entlang einer Reihe geparkter Fahrzeuge auf der rechten Seite.



Abb. 1: Situation «Linksfahren» aus dem Fragebogen, welche die Kinder nach ihrer Gefährlichkeit beurteilen und ihr intendiertes Verhalten schildern sollten.

Dabei sollten sie einerseits die **Gefährlichkeit der Situationen** einschätzen und beurteilen, wie «fest sie in diesen Situationen aufpassen» würden. Diese Indikatoren liefern einen Hinweis dafür, mit welchem Mindset die Kinder an diese Situation herangehen würden. Je gefährlicher eine Situation eingestuft wird, desto stärker wird in der Regel auch das Verhalten in eine sicherheitsförderliche Richtung angepasst (Hackenfort, 2012a; Hackenfort, 2012b; Petermann et al., 2008). Beispielsweise zeigen Velofahrende in subjektiv gefährlich wahrgenommenen Umgebungen ein aufmerksames Blickverhalten (Schmidt & von Stülpnagel, 2018). Nebst dieser Gefährlichkeitseinschätzung sollten sie zusätzlich sämtliche **Gefahren aufzählen**, die sie in diesen zwei Situationen erkennen können, sowie **Handlungsalternativen beschreiben**, um diesen Gefahren zu entgehen.

Nach dem Einstiegsfragebogen wurde im Plenum in einem ersten grossen Block das Thema **Gefahrensignale** behandelt, wobei das optimale Verhalten unter Berücksichtigung verschiedener Verkehrsschilder (u.a. «Achtung Kinder» oder «Achtung Baustelle») im Zentrum stand (Überblick zum Versuchsablauf s. Abb. 2).

Im zweiten Block ging es anschliessend in randomisiert eingeteilten Halbklassen um die Auseinandersetzung mit verschiedenen **Gefahrensituationen**. Die Schülerinnen und Schüler sahen je nach Gruppenzugehörigkeit drei kurze Filmsequenzen entweder mithilfe einer Projektion

am Beamer oder per VR-Brille (s. Abb. 3), ohne jedoch von der anderen Bedingung zu wissen. Da jeweils nur eine Halbklass mit den Verkehrsinstruktoren arbeiten konnte, wurde die andere Halbklass derweil in einem Nebenzimmer von der Klassenlehrperson mit kognitiv wenig beanspruchenden Aufgaben beschäftigt, sodass sie möglichst keine Ermüdungseffekte zeigten. Der Halbklassenwechsel fand dann jeweils in einer Pause statt, die genügend Zeit für die Vorbereitungen zur Verfügung stellte. Die 3-D-Brillen wurden so vorbereitet, dass die Kinder die Brillen während der Instruktion nur noch aufsetzen mussten. Die Verkehrsinstruktoren gaben jeweils gezielt die Anweisung, wann die Brille auf- und wieder abgesetzt werden sollte. Wenn die VR-Instruktion vor der klassischen Instruktion stattfand, wurden die Schülerinnen und Schüler der VR-Gruppe jeweils angewiesen, den anderen Kindern in der Pause nichts über die vergangene Stunde mitzuteilen, damit es zu keinen Verfälschungen während der klassischen Lektion kam. Zum Schluss wurden die Kinder über die beiden Versuchsbedingungen im Plenum aufgeklärt, dabei durften auch jene Schülerinnen und Schüler die VR-Brillen ausprobieren, welche der klassischen Bedingung zugeteilt wurden. Da dasselbe Prozedere an zwei verschiedenen Tagen im selben Schulhaus stattfand, wurden die Teilnehmenden gebeten, der Parallelklasse, welche später die Verkehrsinstruktion erhielt, möglichst nichts über den Versuch mitzuteilen.

Die Auseinandersetzung mit den drei Videos umfasste jeweils eine **Einstiegsphase** (Darbietung der Situation mit Diskussion möglicher Gefahren), eine **Gefahrenexposition** und eine **Auflösung der Situation** (Darbietung und Diskussion über Handlungsalternativen zur Vermeidung der Gefahr).

Ein erster Film diente der VR-Gruppe als Eingewöhnungsvideo, um sich an die Dreidimensionalität zu gewöhnen. Um die Vergleichbarkeit des Settings zu gewährleisten, wurden auch der Kontrollgruppe drei verschiedene Filme gezeigt. Da nur zwei Filme in 2-D und 3-D identisch waren, wichen die beiden Einstiegsfilme der VR- und der Kontrollgruppe inhaltlich etwas voneinander ab. So wurde der VR-Gruppe ein «Linksabbiegen mit einem Tram als Gefahr von hinten» als Einstiegsfilm gezeigt, der Kontrollgruppe jedoch ein «Auffahrunfall».



Abb. 2: Schematischer Versuchsablauf für die Klassen 2, 3 und 5 (vgl. Tab. 1, HK1 = Halbklass 1 mit VR-Bedingung).



Abb. 3: Beamer- (links) vs. VR-Präsentation (rechts) der Gefahrenvideos in Block 2.

Nach dem Einstiegsvideo wurde den Schülerinnen und Schülern das Gefahrenvideo «**Links-fahren**» gezeigt, welches der Situation aus dem Fragebogen in Abbildung 1 entsprach, bei der sie als Velofahrende nach links geführt werden und von einem herannahenden Fahrzeug von hinten links gefährlich gekreuzt werden (s. Abb. 4). Die Auflösung dieser Situation enthielt die Vermittlung der Haupthandlungsalternativen «*Tätigen des Schulterblicks*» sowie «*Geben des Handzeichens*». Während in der klassischen Bedingung die Verkehrsinstruktoren diese Handlungsempfehlungen erläuterten, wurden diese den Kindern in der VR-Bedingung audiovisuell direkt durch die Brillen mit Ohrhörern vermittelt (s. Abb. 3 und Abb. 5). Nach der Videodarbie-

tung wurden zusätzlich die drei Handlungsalternativen «*bremsbereit sein*», «*langsam fahren*» und «*gut aufpassen*» von den Verkehrsinstruktoren erwähnt.

Als drittes und letztes Video wurde eine **Geradeausfahren-Situation** gezeigt, in der die Person aus der Ego-Perspektive auf dem Fahrrad an geparkten Fahrzeugen entlangfährt (s. Abb. 6). Die Gefahr stellt dabei eine abrupt öffnende Autotür dar, welche mit den Haupthandlungsalternativen «*Tätigen des Schulterblicks*» und «*Abstand von den geparkten Fahrzeugen halten*» vermieden werden kann. Auch hier wurden wieder die drei generell geltenden Handlungsalternativen «*bremsbereit sein*», «*langsam fahren*» und «*gut aufpassen*» zusätzlich von den Verkehrsinstruktoren erwähnt.



Abb. 4: Situation «Linksfahren» (links: Einstiegsphase; rechts: Gefahrenexposition, kreuzendes Fahrzeug von hinten).



Abb. 5: Situation «Linksfahren» in der VR-Bedingung (links: Handlungsanweisung zum Tätigen des Schulterblicks; rechts: Hinweis auf die konkrete Gefahr von hinten).



Abb. 6: Situation «Geradeausfahren» in der VR-Bedingung (links: Einstiegsphase; rechts: Gefahrenexposition, öffnende Autotür).

Nach den drei Gefahrenvideos füllten die Schülerinnen und Schüler den zweiten Fragebogen aus (Follow-up-Messung), welcher nochmals dieselben Einstellungs-Items sowie Situationsbeurteilungen wie der Einstiegsfragebogen enthielt. Damit wurde ein Vorher-Nachher-Vergleich ermöglicht.

2.2 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt nahmen $N = 116$ Schülerinnen und Schüler am Versuch teil, wovon 60 zufällig der VR-Gruppe und 56 der Kontrollgruppe zugeteilt wurden. Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich soziodemografischer Variablen, was auf die Randomisierung zurückzuführen ist (s. Tab. 2). In beiden Gruppen war der Geschlechteranteil perfekt ausbalanciert mit jeweils 50 Prozent Schülerinnen und 50 Prozent Schülern.

Tab. 2: Soziodemografische Variablen der beiden Gruppen:

| | VR $n=60$ | Klassisch $n=56$ | Signifikanzwerte (*t-Test/ ^b χ^2 -Test) |
|--|---------------------------|---------------------------|--|
| Alter (Jahre) | $M=11.42$ $SD=.56$ | $M=11.25$ $SD=.44$ | $p=.08^a$ / ns. |
| Geschlecht | 50% w | 50% w | $p=1.0^b$ / ns. |
| Velo-Nutzung (mehr als 1x pro Woche) | 55% | 57% | $p=.36^b$ / ns. |
| Selbsteinschätzung Schulleistung (1=sehr schlecht; 5=sehr gut) | $M=3.61$ $SD=.77$ | $M=3.86$ $SD=.73$ | $p=.08^a$ / ns. |
| Vorhandene ICT im Haushalt: | | | |
| Computer/Laptop | 81% | 89% | $p=.23^b$ / ns. |
| Fernseher | 92% | 100% | $p=.06^b$ / ns. |
| Spielkonsole | 58% | 66% | $p=.35^b$ / ns. |
| Smartphone | 88% | 80% | $p=.25^b$ / ns. |
| 3-D-Brille | 17% | 23% | $p=.40^b$ / ns. |
| Videospiel-Konsum (Min./Woche) | $M=221.73$ $SD=306.47$ | $M=236.95$ $SD=356.60$ | $p=.81^b$ / ns. |

3. Ergebnisse

3.1 Wohlbefinden

Mit den Indikatoren des Wohlbefindens «Stimmung», «Aufgeregtheit», «Wachheit», «Schwindel» und «Kopfschmerzen» wurden 2x2-Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet (Faktor 1 Messzeitpunkt: «vorher» vs. «nachher»; Faktor 2 Bedingung: «2-D» vs. «3-D»; AVs: Items zum Wohlbefinden). Keine dieser Varianzanalysen zum Wohlbefinden konnte eine signifikante Interaktion aufweisen, was bedeutet, dass sich die beiden Gruppen somit in gleichem Masse verändert hatten (s. Tab. 3).

Tab. 3: Wohlbefinden: Abgebildet sind die gemittelten Differenzen zwischen der Vorher- und Nachher-Messung (gelb=intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion; dunkelgelb=nicht intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion) mit den entsprechenden Signifikanzwerten.

| | VR $n=60$, M (SD) | Klassisch $n=56$, M (SD) | ANOVA Interaktion | Schlussfolgerung |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Stimmung 1=schlecht gelaunt; 5=gut gelaunt | +0.24* (.69) | +0.12 (.74) | $p=.35$ $\eta^2=.01$ | Tendenz: VR > 2-D |
| Aufgeregtheit 1=ruhig; 5=aufgereggt | +0.03 (1.32) | -.01 (.06) | $p=.87$ $\eta^2<.01$ | VR = 2-D |
| Wachheit 1=müde; 6=wach | +0.66* (1.27) | +0.28 (1.79) | $p=.19$ $\eta^2=.02$ | Tendenz: VR > 2-D |
| Schwindel 1=gar nicht; 6=sehr fest | +0.27* (1.01) | +0.07 (.97) | $p=.29$ $\eta^2=.01$ | Tendenz: VR < 2-D |
| Kopfschmerzen 1=gar nicht; 6=sehr fest | +0.23 (1.11) | +0.16 (.91) | $p=.70$ $\eta^2<.01$ | VR = 2-D |

* $t1$ vs $t2$: Kontrastvergleich $p<.05$.

Um Lerneffekte innerhalb der einzelnen Gruppen aufzuzeigen, wurden zusätzlich Kontraste berechnet, um den Vorher-Nachher-Vergleich unabhängig von der anderen Bedingung anzustellen. Demnach waren die Kinder der VR-Bedingung nach dem Erleben der Videos signifikant besser gelaunt als zu Beginn und fühlten sich aktiver nach der Verkehrsinstruktion (s. Tab. 3). Da diese Unterschiede in der klassischen Bedingung zwar in dieselbe Richtung

zeigten, jedoch nicht signifikant wurden, wird hier eine Tendenz zugunsten der VR-Bedingung angenommen (s. Schlussfolgerung in Tab. 3).

Weder die VR- noch die klassische Versuchsbedingung hatte einen signifikanten Einfluss auf die Aufgeregtheit der Schülerinnen und Schüler (s. Tab. 3). Die Varianz in der VR-Bedingung fiel jedoch deutlich höher aus als in der klassischen Bedingung, was darauf hindeutet, dass das Tragen der Brille für gewisse Kinder sehr aufregend, für andere hingegen eher nicht aufregend war.

Die Schülerinnen und Schüler in der VR-Gruppe berichteten erhöhte Schwindel-Werte nach der Benutzung der Brille (s. Tab. 3). Auch die klassische Gruppe verzeichnete leicht höhere Werte als zu Beginn, jedoch nicht signifikant. Da die Interaktion zwischen den Messzeitpunkten und den beiden Bedingungen jedoch keine Signifikanz aufwies, wird eine Tendenz in der VR-Bedingung geschlussfolgert. Bezüglich Kopfschmerzen konnten keine signifikanten Veränderungen oder Unterschiede zwischen den Bedingungen festgestellt werden.

Tab. 4: Einstellungen und Verhalten im Strassenverkehr: Abgebildet sind die gemittelten Differenzen zwischen der Vorher- und Nachher-Messung (**gelb=intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion; dunkelgelb=nicht intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion**) mit den entsprechenden Signifikanzwerten.

| 1=stimmt nicht; 6=stimmt | VR n=60, M&SD | Klassisch n=56, M&SD | ANOVA Interaktion | Schlussfolgerung |
|--|---------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Einstellung-Affektiv: «Wenn ich die Verkehrsregeln einhalte, macht Velofahren weniger Spass» | -0.05 (1.11) | -0.38* (1.35) | p = .15 $\eta^2 = .02$ | Tendenz: VR < 2-D |
| Einstellung-Kognitiv: «Wenn ich gut Velofahren kann, muss ich im Verkehr weniger aufpassen» | -0.09 (1.03) | -0.09 (0.83) | p = .98 $\eta^2 < .01$ | VR = 2-D |
| Einstellung-Kognitiv: «Es kommt nicht so darauf an, wie ich mich verhalte. Die Autofahrer passen schon auf» | +0.18* (.93) | -0.11 (.49) | p = .04 $\eta^2 = .04$ | VR < 2-D |
| Verhalten: «Wenn es schnell gehen muss, achte ich weniger auf die Verkehrsregeln» | -0.31* (1.34) | -0.19 (.80) | p = .56 $\eta^2 < .01$ | Tendenz: VR > 2-D |
| Verhalten: «Ich fahre mit dem Velo gerne schnell» | +0.12 (1.09) | +0.07 (.99) | p = .82 $\eta^2 < .01$ | VR = 2-D |

*t1 vs t2: Kontrastvergleich $p < .05$.

3.2 Einstellungen und Kognitionen im Strassenverkehr

Die generellen Einstellungen und Verhaltensweisen im Strassenverkehr wurden in beiden Gruppen vor und nach den Videos mehrheitlich sehr ähnlich beantwortet (s. Tab. 4, Interaktionen). Ein signifikanter Unterschied wurde jedoch beim Einstellungs-Item «Es kommt nicht so darauf an, wie ich mich verhalte. Die Autofahrer passen

schon auf» deutlich. Während die Kinder in der klassischen 2-D-Bedingung diesem Item wie intendiert nach der Instruktion weniger stark zustimmten, stimmten die Kinder in der VR-Bedingung stärker zu (s. Tab. 4).

Die Schülerinnen und Schüler der VR-Bedingung stimmten im Vorher-Nachher-Vergleich dem Verhaltens-Item «Wenn es schnell gehen muss, achte ich weniger auf die Verkehrsregeln» im zweiten Fragebogen signifikant weniger stark zu, jene der 2-D-Bedingung dafür dem Item «Wenn ich die Verkehrsregeln einhalte, macht Velofahren weniger Spass» (s. Tab. 4, Kontrastvergleiche). Hier kann also von Tendenzen in unterschiedliche Richtungen gesprochen werden.

3.3 Situationsbeurteilungen

3.3.1 Querendes Fahrzeug von hinten

Beide Versuchsbedingungen hatten keine unterschiedlichen Auswirkungen auf die Gefährlichkeitseinschätzung und Aufmerksamkeitslenkung in der Situation mit potenzieller Gefahr von hinten (s. Tab. 5). So wurde die Situation in beiden Gruppen nach der Teilnahme als signifikant gefährlicher eingestuft. Beide Gruppen würden aber ähnlich gut aufpassen wie zuvor.

Tab. 5: Situationseinschätzung «Querendes Fahrzeug von hinten»: Abgebildet sind die gemittelten Differenzen zwischen der Vorher- und Nachher-Messung (**gelb=intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion; dunkelgelb=nicht intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion**) mit den entsprechenden Signifikanzwerten.

| | VR n=60, M (SD) | Klassisch n=56, M (SD) | ANOVA Interaktion | Schlussfolgerung |
|--|-----------------------|------------------------------|----------------------------|------------------|
| Gefährlichkeitseinschätzung: «Wie gefährlich ist es aus deiner Sicht, wenn du hier mit dem Velo nach links fährst?» 1=gar nicht gefährlich; 6=sehr gefährlich | +0.46* (1.08) | +0.62* (1.11) | p = .44 $\eta^2 = .005$ | VR = 2-D |
| Aufmerksamkeitslenkung: «Wie fest würdest du aufpassen, wenn du hier mit dem Velo nach links fährst?» 1=gar nicht; 6=sehr fest | +0.10 (.96) | +0.04 (0.87) | p = .70 $\eta^2 = .001$ | VR = 2-D |

*t1 vs t2: Kontrastvergleich $p < .05$.

Die Fragen mit offenem Antwortformat aus den Situationsbeurteilungen wurden zunächst von zwei unabhängigen Ratern codiert. Dazu wurden Themeninhalte aus den Videos definiert (z.B. die sich öffnende Autotür) und anschliessend analysiert, ob die Schülerinnen und Schüler diese Gefahr in den zwei Fragebögen genannt hatten oder nicht (jeweils 1/0-Codierung). Die durchschnittliche Interrater-Reliabilität zwischen den Ratern betrug $r = .82$. Sämtliche Abweichungen in den Zuteilungen wurden nochmals separat besprochen und neu eingestuft. Jedes Kind verzeichnete dadurch im Vorher-Nachher-Vergleich entweder einen Lernzuwachs, keine Veränderung oder einen Lernverlust (s. Tab. 6).

Tab. 6: Vorher-Nachher-Vergleich der erkannten Gefahren und genannten Handlungsempfehlungen

| Baseline-Befragung | Nachher-Befragung | |
|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| nicht erkannt/ genannt | erkannt/genannt | Lernzuwachs |
| nicht erkannt/ genannt | nicht erkannt/ genannt | kein Lernzuwachs |
| erkannt/genannt | erkannt/genannt | kein Lernverlust |
| erkannt/genannt | nicht erkannt/ genannt | Lernverlust |

Mittels Chi-Quadrat-Tests nach Pearson wurden diese Zelhäufigkeiten respektive Verteilungen zwischen den beiden Gruppen miteinander verglichen (bei Verletzung der Verteilungsvoraussetzungen der Zelhäufigkeiten wurde der Exakte Test nach Fisher berechnet). Als Haupteffektindikatoren für Lerneffekte in den einzelnen Gruppen wurden zusätzlich Wilcoxon-Tests berechnet (Vorher-Nachher-Vergleiche der mittleren Prozenträge). Die Hauptgefahr des herannahenden «Fahrzeugs von hinten» wurde in beiden Gruppen nach der Verkehrsinstruktion deutlich häufiger erwähnt (s. Tab. 7). Obwohl die Zunahme in der VR-Gruppe etwas höher war, konnten zwischen den Bedingungen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Auch der «Schulterblick» wurde in beiden Bedingungen signifikant häufiger nach der Instruktion erwähnt, zwischen den Gruppen waren jedoch keine Unterschiede zu verzeichnen. Das «Handzeichen» wurde zum zweiten Zeitpunkt generell weniger häufig genannt, diese Reduktion war jedoch in keiner der Gruppen signifikant.

Tab. 7: Gefahren und Verhaltensweisen Situation «Querendes Fahrzeug von hinten»: Abgebildet sind Prozentzahlen der Vorher- und Nachher-Messung (Anteil Kinder, die den Sachverhalt nannten), die Differenz der Prozentwerte (gelb=intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion; dunkelgelb=nicht intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion) und die entsprechenden Signifikanzwerte.

| | VR n=60 | Klassisch n=56 | χ^2 -Test | Schlussfolgerung |
|--|----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Erkannte Gefahr: «Autos von hinten» | 20% -> 60% +40%* | 30% -> 57% +27%* | $p=.42$ $V=.15$ | VR = 2-D |
| Intendiertes Verhalten: «Schulterblick / Blick zurück» | 48% -> 73% +25%* | 43% -> 71% +28%* | $p=.86$ $V=.09$ | VR = 2-D |
| Intendiertes Verhalten: «Handzeichen geben» | 62% -> 48% -14% | 63% -> 59% -4% | $p=.71$ $V=.11$ | VR = 2-D |
| Intendiertes Verhalten: «bremsbereit sein» | 0% -> 18% +18%* | 2% -> 36% +34%* | $p=.03$ $V=.22$ | VR < 2-D |
| Intendiertes Verhalten: «aufmerksam sein / gut aufpassen» | 15% -> 10% -5% | 7% -> 23% +16%* | $p=.09$ $V=.23$ | Tendenz: VR < 2-D |
| Intendiertes Verhalten: «langsam fahren» | 13% -> 18% +5% | 18% -> 30% +12% | $p=.50$ $V=.14$ | VR = 2-D |

*t1 vs t2: Wilcoxon-Test $p < .05$.

Die 2-D-Gruppe konnte sich insgesamt an die von den Verkehrsinstruktoren erwähnten Inhalte besser erinnern als die 3-D-Gruppe. Mehr Kinder in der 2-D-Bedingung mit Beamer-Präsentation erwähnten demnach im zweiten Fragebogen, dass sie bei dieser Situation «bremsbereit

sein» und «gut aufpassen» sollten (s. Tab. 7). In der VR-Bedingung hingegen nannten zum späteren Zeitpunkt weniger Kinder, dass sie «gut aufpassen» sollten.

3.3.2 Abrupt öffnende Autotür

Nach der Verkehrsinstruktion beurteilten beide Gruppen die Situation mit den geparkten Fahrzeugen als deutlich gefährlicher und sie würden in dieser Situation auch besser aufpassen (s. Tab. 8). Zwischen den Gruppen waren jedoch keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Tab. 8: Situationseinschätzung «Abrupt öffnende Autotür»: Abgebildet sind die gemittelten Differenzen zwischen der Vorher- und Nachher-Messung (gelb=intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion; dunkelgelb=nicht intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion) mit den entsprechenden Signifikanzwerten.

| | VR n=60, M (SD) | Klassisch n=56, M (SD) | ANOVA Interaktion | Schlussfolgerung |
|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|
| Gefährlichkeitseinschätzung: «Wie gefährlich ist es aus deiner Sicht, wenn du hier mit dem Velo geradeaus fährst?» 1=gar nicht gefährlich; 6=sehr gefährlich | +0.85* (1.22) | +0.81* (1.03) | $p=.86$ $\eta^2 < .01$ | VR = 2-D |
| Aufmerksamkeitslenkung: «Wie fest würdest du aufpassen, wenn du hier mit dem Velo geradeaus fährst?» 1=gar nicht; 6=sehr fest | +0.40* (1.09) | +0.40* (0.90) | $p=.99$ $\eta^2 < .01$ | VR = 2-D |

*t1 vs t2: Kontrastvergleich $p < .05$.

Die Hauptgefahr der sich öffnenden Autotür wurde nach der Verkehrsinstruktion in beiden Gruppen signifikant häufiger genannt und ebenso, dass generell eine Gefahr von den stehenden Fahrzeugen ausgehe (s. Tab. 9). Die Gruppen unterschieden sich diesbezüglich jedoch nicht voneinander. Die Gefahr, dass Kinder zwischen den Fahrzeugen hervorspringen könnten, wurde hingegen deutlich sachangemessener von den Kindern in der klassischen 2-D-Bedingung beantwortet. Auch hier handelt es sich wieder um Inhalte, welche die Verkehrsinstruktoren vermittelt hatten.

Die Schülerinnen und Schüler der VR-Bedingung erwähnten den «Schulterblick» zum zweiten Zeitpunkt signifikant häufiger als in der Baseline-Messung (s. Tab. 9). In der klassischen Bedingung war zwar ebenfalls ein Zuwachs feststellbar, dieser war jedoch nicht signifikant. Die Handlungsalternative «Abstand zu den geparkten Fahrzeugen halten» wurde von beiden Gruppen nach der Instruktion deutlich häufiger genannt. Der Zuwachs fiel in der klassischen Bedingung zwar etwas grösser aus, wurde jedoch nicht signifikant.

Auch in dieser Situation waren die Lerneffekte bezüglich der von den Verkehrsinstruktoren vermittelten Inhalte in

der klassischen Bedingung angemessener als bei der VR-Gruppe. Beide Gruppen erwähnten nach der Instruktion signifikant häufiger die Bremsbereitschaft als Handlungsalternative, dieser Zuwachs fiel jedoch bei der klassischen Bedingung signifikant höher aus (s. Tab. 9). Auch dass man die Geschwindigkeit in dieser Situation reduzieren sollte, konnte in der 2-D-Bedingung besser erinnert werden. Die Aufmerksamkeit war zwar in den beiden Bedingungen gegenläufig, jedoch konnten bei diesem Item keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 9: Gefahren und Verhaltensweisen Situation «Abrupt öffnende Autotür»: Abgebildet sind Prozentzahlen der Vorher- und Nachher-Messung (Anteil Kinder, die den Sachverhalt nannten), die Differenz

der Prozentwerte (gelb = intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion; dunkelgelb = nicht intendierte Entwicklung im Sinne der Verkehrsinstruktion) und die entsprechenden Signifikanzwerte.

| | VR n=60 | Klassisch n=56 | χ^2 -Test | Schlussfolgerung |
|---|----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Erkannte Gefahr: « Öffnende Autotür » | 17% -> 48% +31%* | 11% -> 46% +35%* | $p=.77$ $V=.10$ | VR = 2-D |
| Erkannte Gefahr: « Parkierte Autos » (generell, inkl. öffnende Autotür) | 25% -> 70% +45%* | 35% -> 75% +40%* | $p=.42$ $V=.17$ | VR = 2-D |
| Erkannte Gefahr: « Kinder zwischen den Autos » | 5% -> 7% +2% | 11% -> 25% +14%* | $p=.02$ $V=.27$ | VR < 2-D |
| Intendiertes Verhalten: « Schulterblick / Blick zurück » | 7% -> 23% +16%* | 7% -> 13% +8% | $p=.18$ $V=.20$ | Tendenz: VR > 2-D |
| Intendiertes Verhalten: « Abstand zu den Autos halten (1 Meter) » | 22% -> 40% +18%* | 11% -> 52% +41%* | $p=.16$ $V=.21$ | VR = 2-D |
| Intendiertes Verhalten: « bremsbereit sein » | 2% -> 27% +25%* | 2% -> 52% +50%* | $p=.01$ $V=.22$ | VR < 2-D |
| Intendiertes Verhalten: « aufmerksam sein / gut aufpassen » | 35% -> 32% -3% | 23% -> 36% +13% | $p=.38$ $V=.17$ | VR = 2-D |
| Intendiertes Verhalten: « langsam fahren » | 17% -> 25% +8% | 34% -> 54% +20%* | $p=.01$ $V=.32$ | VR < 2-D |

*t1 vs t2: Wilcoxon-Test $p < .05$.

4. Diskussion

Sämtliche Schülerinnen und Schüler konnten von den Inhalten der Verkehrsinstruktion profitieren, sodass sie sich in den allermeisten Items im Vorher-Nachher-Vergleich in die erwünschte Richtung verbessert hatten. In der Mehrzahl der untersuchten Einstellungs- und Verhaltensindikatoren waren diese Veränderungen – respektive der Wissenszuwachs – in beiden Versuchsgruppen (VR vs. 2-D) sehr ähnlich.

Die VR-Bedingung schnitt etwas besser bei den Faktoren Wachheit und Stimmung ab, sodass die Kinder in den VR-Gruppen zum Schluss tendenziell aktiver und besser gelaunt waren. Die Schülerinnen und Schüler der VR-Bedingung benannten zudem häufiger die Notwendigkeit eines Schulterblicks (Szenario Autotür, Video 3) und sie verbesserten ihre Einstellung bezüglich des Beachtens von Verkehrsregeln bei Eile etwas stärker als in der 2-D-

Gruppe. Hierbei handelt es sich jedoch nur um Tendenzen. Die Unterschiede zugunsten der VR-Bedingung können inferenzstatistisch also nur bedingt gestützt werden.

Die klassische Bedingung schnitt hingegen wesentlich besser bei denjenigen Inhalten ab, welche durch Verkehrsinstruktoren thematisiert, jedoch nicht direkt in den Filmen gezeigt wurden (z.B. die Handlungsalternativen «*bremsbereit sein*», «*langsam fahren*» und «*gut aufpassen*»). Auch die Gefahr zwischen parkierten Fahrzeugen hervorspringender Kinder konnten die Schülerinnen und Schüler der klassischen Bedingung zum zweiten Messzeitpunkt häufiger nennen. Gleichermassen schnitt die 2-D-Gruppe deutlich besser ab beim einstellungsbezogenen Item «*Es kommt nicht so darauf an, wie ich mich verhalte. Die Autofahrer passen schon auf*».

Insgesamt beanspruchte in der 3-D-Gruppe die Instruktion etwas mehr Zeit für Erläuterungen zum Umgang mit der VR-Brille. Diese intensivere Betreuung führte schliesslich dazu, dass auch die Face-to-face-Interaktion respektive die Elaboration der einzelnen Situationen mit den Verkehrsinstruktoren etwas kürzer ausfiel. Diese verkürzte Diskussionszeit könnte ein Grund sein für das schlechtere Abschneiden bei «verkehrsinstruktornahen» Inhalten in der VR-Gruppe. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich in Zukunft das Ausmass dieser Erklärungen und Erläuterungen zur Funktionsweise der Brillen verringern wird, denn bereits jetzt gab rund ein Fünftel der Schülerinnen und Schüler an, über eine 3-D-Brille im Haushalt zu verfügen. Allerdings wurde diese Frage nicht näher spezifiziert, sodass manche Kinder möglicherweise auch gängige 3-D-Brillen für Kinobesuche in diese Kategorie zählten.

Die Benutzung der Brillen bereitete den Schülerinnen und Schülern keine grossen Probleme. Zwar musste man gewisse Kinder darauf hinweisen, dass sie ihren Kopf tatsächlich drehen sollten, um die vollständige Umgebung der 360°-Filme zu erkunden. Dieses Prozedere war jedoch spätestens nach dem Einführungsvideo allen klar. Zwar wurden in den VR-Bedingungen nach den VR-Filmen höhere Ausprägungen an Schwindel berichtet, im direkten Interaktionsvergleich mit der klassischen Bedingung war dieser Unterschied jedoch nicht signifikant. Die «Virtual Reality Sickness» stellt generell ein weit verbreitetes Phänomen beim Einsatz von VR-Brillen dar, was diese Tendenz bei der VR-Gruppe erklären lässt (Sharples, Cobb, Moody & Wilson, 2008). Die Kinder schienen jedoch mit der dreidimensionalen Umgebung gut zurechtzukommen, sodass auch keine erhöhten Werte bezüglich vermehrter Kopfschmerzen berichtet wurden.

Dass für die überwiegende Mehrheit der Kinder solche VR-Brillen etwas Neues und Aufregendes darstellen, konnte in den unmittelbar positiven – teils überschwänglichen – Reaktionen der Kinder beobachtet werden, als die Brillen jeweils zum Vorschein kamen. Aus bisherigen Untersuchungen ist bekannt, dass solche «Novelty-Effekte» und positiven Einstellungen gegenüber VR mit

der Zeit auch wieder verschwinden könnten (Akçayır & Akçayır, 2017; Di Serio, Ibáñez & Kloos, 2013; Hsiao, Chen & Huang, 2012).

4.1 Fazit und Ausblick

Vor einigen Jahren galten Smartphones sowie Tablets noch als Innovationen, welche sich in der Schweiz inzwischen auch im Schulkontext stark etabliert haben (DVS, 2017). Dass solche neuen didaktischen Mittel nicht per se für einen besseren Unterricht sorgen können, verdeutlicht ein Zitat aus einer Evaluation der Dienststelle Volksschulbildung des Kantons Luzern zur Tablet-Nutzung im Schulunterricht (DVS, 2017, S. 15):

«Die Projektleitungen sind sich einig, dass der Unterricht nicht alleine durch den Tablet-Einsatz besser geworden ist, sondern dass es auch auf den richtigen Einsatz ankommt – und dieser wurde im Verlauf des Projekts implementiert.»

Entscheidend scheint zu sein, mit welchen Inhalten man solche neuen Geräte füllt und wie man sie schliesslich im edukativen Bereich sinnvoll einsetzt. Die vorliegende Studie stützt, dass auch VR-Brillen genau dieses gewisse Potenzial zur Wissensvermittlung besitzen. Der entscheidende Vorteil besteht darin, Umgebungen und Situationen realitätsnaher – und dabei gefahrloser – als bisher erleben zu können. Die Befunde deuten darauf hin, dass VR-Brillen unter Begleitung auch bei Kindern im Primarschulalter als ergänzendes edukatives Mittel eingesetzt werden können, welches neue vielfältige Möglichkeiten bietet, Themeninhalte aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu erforschen, zu erleben und zu beleuchten. Jedoch zeigt sich auch, dass der blosser Einsatz von Virtual Reality den persönlichen Kontakt mit Verkehrsinsturktoren und -instruktoren und deren klassische Lehre nicht ersetzen, aber sinnvoll ergänzen kann.

Literaturverzeichnis

- Akçayır, M. & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
- Bogusevski, D., Muntean, C. & Muntean, G. M. (2019, March). Teaching and Learning Physics using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 467–474). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- DAV – Dienstabteilung Verkehr Stadt Zürich (2019). *Verkehrsunfallstatistik 2018 Stadt Zürich*. Zürich: Dienstabteilung Verkehr Stadt Zürich.
- Degli Innocenti, E., Geronazzo, M., Vescovi, D., Nordahl, R., Seran, S., Ludovico, L. A. & Avanzini, F. (2019). Mobile virtual reality for musical genre learning in primary education. *Computers & Education*, 139, 102–117.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B. & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596.
- DVS – Dienststelle Volksschulbildung Kanton Luzern (2017). *Projekterevaluation Medienbildung 2017, Schlussbericht*. Luzern: Dienststelle Volksschulbildung.

- Freina, L. & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *The 11th International Scientific Conference eLearning and Software for Education 1*, p. 133.
- Ghielmetti, M., Steiner, R., Leitner, J., Hackenfort, M., Diener, S. & Topp, H. (2017). *Flächiges Queren in Ortszentren – langfristige Wirkung und Zweckmässigkeit* (Forschungsprojekt SVI 2011/023 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten [SVI]). Bern: Bundesamt für Strassen.
- Hackenfort, M. (2012a). Jenseits des Vorsatzes – Eine Untersuchung zu kognitiven Ursachen von regelwidrigem Verhalten im Radverkehr. In: C. Schwarzenegger & R. Nägeli (Hrsg.), *5. Zürcher Präventionsforum – Raser, Risikofahrer und andere kriminelle Verkehrsteilnehmer* (S. 171–238). Zürich: Schulthess.
- Hackenfort, M. (2012b). Psychologische Sicherheitsforschung: Ursachen und Folgen von subjektiven Fehleinschätzungen und ihre Bedeutung für den Strassenverkehr. *SIK Journal: Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis*, 3, 16–26.
- Hackenfort, M., Diener, S. (2016). FVSV-Projekt: *Evaluation Velokampagne «Sicherheit hat Vortritt»*.
- Holte, H. (2012). Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko junger Fahrerinnen und Fahrer. *Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, M229*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen.
- Hsiao, K. F., Chen, N. S. & Huang, S. Y. (2012). Learning while exercising for science education in augmented reality among adolescents. *Interactive learning environments*, 20(4), 331–349.
- Kuhn, C. (2017). *Beurteilung von Virtual-Reality-Videos zur Verbesserung der Gefahrenerkennung von Fahrradfahrenden im Stadtverkehr. Bachelor-Thesis*. Olten: Fachhochschule Nordwestschweiz.
- Schmidt, S. & von Stülpnagel, R. (2018). Risk perception and gaze behavior during urban cycling – a field study. In: Kiefer, P., Gianopoulos, I., Göbel, F., Raubal M. & Duchowski A. T. (Eds.), *Eye Tracking for spatial research, Proceedings of the 3rd International Workshop*, 34–39.
- Sharples, S., Cobb, S., Moody, A. & Wilson, J. R. (2008). Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays*, 29(2), 58–69.
- Uhr, A. & Hertach, P. (2017). Verkehrssicherheit von E-Bikes mit Schwerpunkt Alleinunfälle. *Bfu-report Nr. 75*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Résumé

Suite à l'augmentation des accidents chez les cyclistes, la ville de Zurich a développé des films pédagogiques à 360° spécifiques aux vélos. 116 enfants âgés de 11 à 12 ans ont vu ces courts-métrages dans le cadre de l'éducation routière dispensée à l'école, soit sur beamer, soit grâce à des lunettes de réalité virtuelle (VR). Dans l'ensemble, les deux groupes ont pu tirer profit de cette instruction routière de manière très similaire. Alors que le groupe VR a globalement enregistré de meilleurs résultats au niveau de la vigilance et de la satisfaction ainsi que pour citer le « regard par-dessus l'épaule », le groupe du beamer s'est nettement mieux souvenu des recommandations des instructeurs qui ne faisaient pas directement l'objet des films. Les raisons de ces quelques différences entre les groupes sont discutées.