Darstellung auf VMS: Testbericht

Ergebnisse des Vergleichstests von Symbol-Abbildungen und
zur Schrift-Detailerkennbarkeit auf VMS, durchgeführt am 22. und 23 Jänner 2019.

Date	2019-06-25
Autor:	Stefan Egger, Vienna, Austria s.egger@visys.pro
Version:	1.1.3

Inhalt

0 DEFINITIONEN 3

1 EINLEITUNG 3

1.1 Danksagung 4

1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse 4

1.3 Zusammensetzung dieses Dokuments 4

2 ENGLISH SUMMARY 5

3 VERGLEICHSTEST ERKENNBARKEIT UND DARSTELLUNGSFORM 6

3.1 Abbildungsvarianten 6

3.2 Ablauf 8

3.3 Bewertung 10
3.3.1 Erkennbarkeit 10
3.3.2 Bevorzugte Darstellungsform 10

3.4 Ergebnisse 10
3.4.1 Einleitung 10
3.4.2 Sinnbild TS2960 „Gefahr Eis/Schnee“ 11
3.4.3 Sinnbild TS0340 „Unfall“ 11
3.4.4 Sinnbild TS0720 „Panne“ 12
3.4.5 Sinnbild TS1400 „Stau“ 13
3.4.6 Sinnbild TS1710 „Personen auf der Straße“ 14

3.5 Schlussfolgerung 14

4 VMS GEFAHRENZEICHEN-RAHMEN 16

5 KANTENGLÄTTUNG (ANTI-ALIASING) UND ERKENNBARKEIT 16

6 LEUCHTDICHTE UND ERKENNBARKEIT 17

7 DISTANZ-ERKENNBARKEIT „EA TEST“ 17

7.1 Ablauf 18

7.2 Ergebnisse 20
7.2.1 Sichtdistanz 100,3 m 20
7.2.2 Sichtdistanz 137,5 m 21
7.2.3 Sichtdistanz 200 m 21

7.3 Schlussfolgerung 22
7.3.1 Lichtpunktausdehnung 22
7.3.2 TernVMS Sichtdistanzen 23
7.3.3 TernVMS Sichtdauer 23

8 FAZIT 24

8.1 Tern VMS 24

8.2 Sinnbilder 24

8.3 Leuchtdichte 25

8.4 Weiterführende Versuche 25

8.5 Zu den Testverfahren 25

9 ANHÄNGE 26

10 VERWEISE 29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: KDG, hier in der minimum-Strichstärke von Buchstabe und Sinnbild 6
Abbildung 2: Sinnbild TS2960 7
Abbildung 3: Sinnbild TS0340, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts) 7
Abbildung 4: Sinnbild TS0720, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts) 7
Abbildung 5: Sinnbild TS1400, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts) 8
Abbildung 6: Sinnbild TS1710, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts) 8
Abbildung 7: Beispiel eines Vordruckes zur Bewertung von Erkennbarkeit und Darstellungsbevorzugung 9
Abbildung 8: Lineare Kontourdarstellung Abbildung 9: Lineare Kontourdarstellung 15
Abbildung 10: Sinnbild TS2960, Vergleich mit- (links) und ohne Kantenglättung (rechts) 17
Abbildung 11: Kleinbuchstaben „e“ und „a“ aus den 4 TernVMS Schriftgrößen 18
Abbildung 12: „e“ und „a“ am VMS eingeblendet 19
Abbildung 13: Zwischenraumgrößen bei 100,3 m Sichtdistanz 20
Abbildung 14: Zwischenraumgrößen bei 137,5 m Sichtdistanz 21
Abbildung 15: Zwischenraumgrößen bei 200 m Sichtdistanz 21
Abbildung 16: Lichtpunktausdehnung (mm) , Differenzierungsabstand in Winkelminuten (´) und Sichtdistanz (in m) 22

0 Definitionen

Auffälligkeit	Ausmaß der Wahrnehmbarkeit eines Signalbildes[l)] aufgrund seiner Beständigkeit gegen visuelle Reize (Maskierung) aus seiner Umgebung
Bildinhalt	Sämtliche Komponenten einer graphischen Abbildung und deren Anordnung zueinander
Erkennbarkeit	Visuelle Differenzierbarkeit der kleinsten relevanten Details einer graphischen Abbildung
KGD	Kleinstes Graphisches Detail: Kleinstes Maß innerhalb einer Abbildung, bei der Differenzierbarkeit der kleinsten relevanten Details gegeben ist.
LED	Licht Emittierende Diode(n). in diesem Bericht gleichbedeutend mit Bildpunkt.
Lichtpunkt	Aktivierter, Licht abstrahlender Bildpunkt
Lichtpunktausdehnung	Scheinbare Größe eines wahrgenommenen Lichtpunktes
MOA Methode[d]	Graphische Ausführungsmethode, die kleinste relevante Details einer Abbildung visuell differenzierbar macht, und exakte Feststellung der Erkennbarkeit in Relation zu Sehschärfe und Sichtdistanz per Winkelberechnung ermöglicht. (MOA = Minute-Of-Arc = Winkelminute)
Scheinbare Größe	Auch „Winkelausdehnung“. Vom Betrachter wahrgenommene Ausdehnung eines Objekts, gemessen in Winkelminuten (´)
Sinnbild, Symbol	Bildzeichen, das in einfacher grafischer Darstellung auf eine Bedeutung (einen Sinn- oder Wissenszusammenhang) verweist, und möglichst sprachunabhängig und ohne besondere Vorkenntnisse verständlich ist. Schließt auch einzelne oder zu Abkürzungen kombinierte Schriftzeichen ein. Siehe Anhang I.
Überstrahlen, Verschwimmen, Zusammenfließen	Beschreibt den Licht-Effekt der verursacht, dass Elemente[l)] einer Abbildung nicht mehr visuell differenzierbar sind.
VMS	Variable Message Sign, steht in diesem Bericht für diskontinuierliches Wechselverkehrszeichen, dessen Anzeigenfläche aus LED-Bildpunkten besteht, die horizontal und vertikal in gleichmäßigen Abständen gesetzt sind.

1 Einleitung

Der Rahmen der für VMS relevanten Norm EN12966[a] lässt Bereiche offen, die Entscheidungen bezüglich der Details von Abbildungen erfordern, die für die optimale visuelle Wahrnehmbarkeit von abgebildeten Inhalten auf VMS relevant sind.

Dafür sind Berechnungsmodelle und Gestaltungsgrundlagen, die Erkennbarkeit von Symbolen[l] und Text auf Verkehrszeichen auf bestimmte Distanzen bestimmen, auf ihre Anwendbarkeit mit VMS zu prüfen, indem Abbildungen, die auf solchen Grundlagen beruhen mit jenen verglichen werden, die im LED-Technikbereich als empfohlen gelten.

Aufgrund der anzustrebenden Harmonisierung der Darstellung von Abbildungen von üblichen, aus retroreflektierenden Materialien hergestellten Verkehrszeichen, und jenen, die auf LED-Technik basieren, ist mit den in diesem Bericht dargelegten Versuchsanordnungen eine möglichst neutrale Form gewählt worden, um die erforderlichen Entscheidungsgrundlagen zu schaffen.

Primäre Ziele

a) Die Feststellung einer bevorzugten Darstellungsvariante für Symbole auf VMS:
- flächig, wie für gewöhnliche Verkehrszeichen erforderlich,
- oder per Kontourlinie, wie durch Vertreter der Industrie propagiert.

b) Feststellung des Grads der Erkennbarkeit der überprüften Symbole.

Sekundäre Ziele

c) Findung von Gestaltungskriterien zur Optimierung der Erkennbarkeit von Abbildungen auf VMS
d) Definition der Dimensionen des dreieckigen Gefahrenzeichen-Rahmens[l] für die Anwendung auf VMS, um eine möglichst große Darstellungsfläche für Symbole am Grund[l] der Verkehrszeichen-Abbildung zu schaffen
e) Feststellung der Sichtdistanzen, bei der Erkennbarkeit der TernVMS° Schriftsätze eintritt, und daraus hervorgehende Sichtdauer.
f) Erfahrungswerte zur Leuchtdichteregelung
g) Beurteilung der Auswirkungen von anti-aliasing (Kantenglättung)

1.1 Danksagung

Ein herzlicher Dank ergeht an Swarco Futurit und insbesondere Herrn Ing. Wolfgang Ernst, der mit seinem persönlichen Einsatz die Durchführung der hier beschriebenen Testanordnungen möglich gemacht hat.

1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Auswertung ergibt insgesamt eine bessere Erkennbarkeit der flächigen Symbolvarianten bei Abbildung auf VMS, sowie eine generelle Bevorzugung der flächigen Darstellungsform, unabhängig von Sichtentfernung und Lichtverhältnissen (Tag oder Nacht). Da die Darstellung in Form von Kontourlinien Defizite aufweist, die einer generellen Anwendung widersprechen und die Anzahl anwendbarer Symbole aufgrund reduzierter Unterscheidbarkeit gegenüber der flächigen Abbildungsform einschränkt, ist die flächige Abbildungsform als die zu präferierende anzusehen.

Maßnahmen zur Optimierung der Erkennbarkeit von Symbol- und Text-Abbildungen durch Gestaltungskriterien, Leuchtdichte-Variation und Kantenglättungs-Funktion konnten abgeleitet werden.

Kriterien für einen optimalen, dreieckigen Gefahrenzeichen-Rahmen[l)] für VMS wurden erstellt.

Sichtdistanzen zur Erkennbarkeit von TernVMS° Schriftsätzen und die jeweils daraus errechenbare Sichtdauer wurden ermittelt.

1.3 Zusammensetzung dieses Dokuments

Kapitel 1 führt ein in die zugrundeliegenden Motivationen und Ziele der durchgeführten Tests, und fasst die Ergebnisse überblicksartig zusammen.

Kapitel 2 English summary

Kapitel 3 befasst sich mit dem Vergleichstest, der fünf Symbole für Gefahrenzeichen auf VMS in zwei unterschiedlichen Darstellungsformen gegenüberstellt.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit Gefahrenzeichen-Rahmen für VMS Anwendung.

Kapitel 5 beschreibt Auswirkungen der Kantenglättungs-Funktion auf Erkennbarkeit.

Kapitel 6 behandelt die Meinung der Experten zu einer verbesserten Leuchtdichten-Einstellung

Kapitel 7 bespricht den Distanz-Erkennbarkeitstest zu den TernVMS° Schriftsätzen.

Kapitel 8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Kapitel 9 zeigt die Anhänge zu den ausgeführten Tests, sowie eine Explosionsgraphik zur Definition von Begriffen für graphische Komponenten in Verkehrszeichen.

Kapitel 10 verweist auf relevante Literatur.

2 English summary

Depiction on VMS: Test-Report. Results of comparative test on detail-discriminability of symbols and typeface characters presented on VMS, performed on 22 and 23 of January 2019.

The framework provided by standard EN12966[a], relevant for Variable Message Signs (VMS), requires decisions to be made with regard to open questions concerning details (particulars) of images depicted on VMS, in order to attain optimal visual perceptibility.

For this purpose, calculation models and design principles that determine the discriminability of symbols[l] and text on road signs over specific viewing distances are to be tested for their applicability for VMS by comparing images whose graphical rendering adheres to these principles with images that may be considered as current best practice.

Due to the desired harmonisation of the depiction of image content found on conventional road signs made of retro reflective materials with those shown on VMS, the experimental arrangements and results laid out in this report are geared to provide the necessary basis for decision-making.

Primary goals

a) The determination of a preferred form of graphical rendering for symbols shown on VMS:
- filled forms, as required for common road signs,
- or by a line following the contour, as propagated by industry representatives.

b) Determination of the degree of discriminability of the tested symbols.

Secondary goals

c) Identification of design criteria to further optimise discriminability of depictions on VMS
d) Definition of the dimensions of the triangular Border[l] of danger warning signs to be used on VMS to allow for a display area (Ground[l]) for symbols that is as large as possible
e) Determination of the viewing distances, at which discriminability of TernVMS[o] typefaces manifest, and the related viewing time
f) Empirical insights concerning the setting of VMS luminance control
g) Assessment of the effects of anti-aliasing

Summary of results

- Overall, evaluations confirm better discriminability as well as a general preference for the "filled-form" symbol-rendering, independent of viewing distance and light conditions (day or night). It is therefore recommended to use this form of symbol depiction for VMS, since the presentation in the form of contour lines has deficits that contradict application and limit the number of symbols due to reduced distinctness.
- Measures to optimise the discriminability of symbols and text through criteria for graphical rendering, luminance adjustment and the anti-aliasing function are proposed.
- Criteria for an optimal triangle-shaped Border[l)] for a depiction of danger warning signs on VMS are established.
- Viewing distances for discriminability of TernVMS[o] typeface characters and the related viewing times per driving speed and visual acuity are determined.

Acknowledgments
Many thanks to Swarco Futurit, and in particular to Mr Wolfgang Ernst. Without his personal commitment, the implementation of the tests described in this document would not have been possible.

3 Vergleichstest Erkennbarkeit und Darstellungsform

Vergleich der Darstellung durch gleichzeitige Gegenüberstellung von 5 Verkehrszeichen-Signalbildern[l)] mit darin abgebildeten Tern-Sinnbildern mit

1) exakt vorgegebener Lichtpunktsetzung laut den Grundlagen der MOA Methode[d] und flächiger Darstellungsform gegenüber
2) Lichtpunktsetzung nach Fa. Swarco Futurit (Darstellungsform mithilfe von Kontourlinien)

– auf einer frei programmierbaren VMS LED Matrix mit 2 cm Bildpunktabstand, bei Leuchtdichte-einstellung „Standard“.

Jeder der fünf Vergleiche wurde sowohl bei Tag als auch bei nächtlichen Lichtverhältnissen durchgeführt, aus zwei Sichtdistanzen: 100,3 m, entsprechend der Erkennbarkeit des Kleinsten Graphischen Details (KGD) bei Sehschärfe (Visus) 0,73, und 137,5 m bei Visus 1,0. KGD entspricht der kleinsten, für die Erkennbarkeit und Unterscheidbarkeit relevanter graphischer Details erforderlichen Dimension, hier i.e. zwei Bildpunkte bzw. 40 mm.

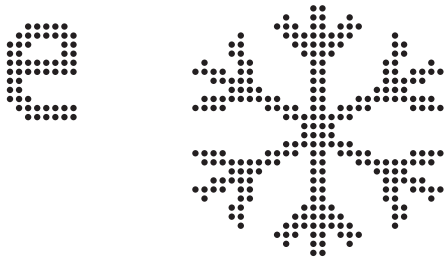


Abbildung 1: KDG, hier in der minimum-Strichstärke von Buchstabe und Sinnbild

Laut ‘European Commission, Annex III of Council Directive 91/439/EEC of 29 July 1991 on driving licences‘ sind Führerschein A und B ab einem niedrigen Visus von 0,5 (beide Augen zusammen-gerechnet, beim Tragen einer Brille) auszustellen. Bei Berücksichtigung der Direktive und Visus 0,5 müssten die obigen Maßangaben zu KGD und Sichtdistanzen erhöht werden.

Die 13 Testteilnehmer setzten sich ausschließlich aus Experten aus dem Bereich Straßenverkehr und Verkehrszeichen zusammen, die mit den Bildinhalten der überprüften Abbildungspaare und deren Bedeutungen vertraut sind, da ausschließlich visuelle Aspekte zur Überprüfung kommen sollten, und nicht etwa jene zur Symbol-Verständlichkeit.

3.1 Abbildungsvarianten

Die folgenden Abbildungspaare wurden zum direkten visuellen Vergleich eingeblendet. Die flächigen Tern-Symbol Varianten (links) stellte der Autor zur Verfügung, die rechten (Kontourlinien-) Varianten wurden durch Swarco Futurit, ausgehend von den bereitgestellten Tern Symbol-Abbildungen nach eigenem Ermessen modifiziert, wobei der dreieckige Rahmen in beiden Varianten identisch blieb, um gleiche Bedingungen hinsichtlich der für das Sinnbild zur Verfügung stehenden Fläche zu schaffen. Alle Abbildungen wurden ohne Randglättungs-Funktion „anti-aliasing“ erstellt und angezeigt.

TS2960-01a.bmp TS2960-01a_1.bmp

Abbildung 2: Sinnbild TS2960

Die Sinnbild-Variante rechts zeigt ein mit der linken Variante identisches Bild, jedoch wurde es eine Bildpunktreihe höher positioniert.

TS0340-01a.bmp TS0340-01a_2.bmp

Abbildung 3: Sinnbild TS0340, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts)

Die Kontour-Darstellungsform weicht bildinhaltlich ab, sie weist im Vergleich zur flächigen Variante weniger Bildkomponenten auf.

TS0720-01b.bmp TS0720-01a_1.bmp

Abbildung 4: Sinnbild TS0720, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts)

Die Kontourlinien-Darstellung ist bildinhaltlich gleich, mit Ausnahme des vergrößerten Abstandes zum rechten Rahmenteil.

Abbildung 5: Sinnbild TS1400, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts)

Die Kontourlinien-Variante ist bildinhaltlich gleich, jedoch wurden die Elemente[l)], die die Räder repräsentieren um eine Bildpunktreihe in der vertikalen Ausdehnung verkürzt.

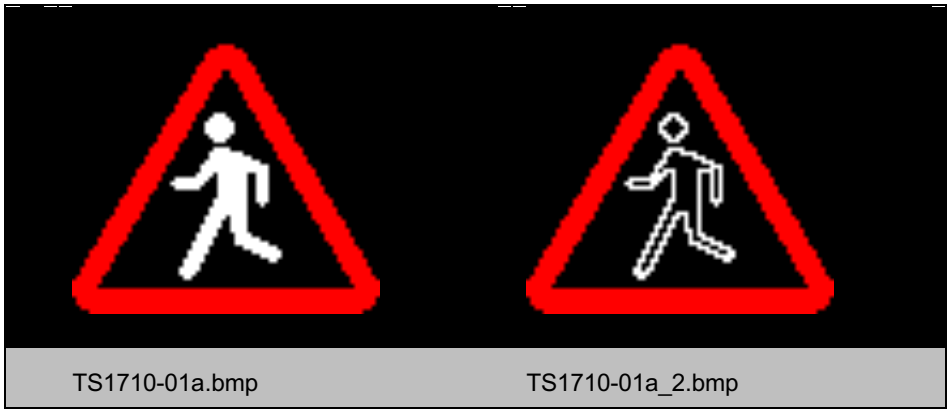


Abbildung 6: Sinnbild TS1710, Vergleich flächige- (links) zu Kontourlinien-Variante (rechts)

Die Abbildungen sind bildinhaltlich identisch.

3.2 Ablauf

Am 22. Jänner 2019 fanden Testabläufe und Begutachtungen zu fünf neuen Gefahrenzeichen am Gelände von Swarco Futurit in Neutal, Burgenland, Österreich statt.

Nach Eintreffen der Experten erfolgte eine Ermittlung der Sehschärfen mittels eines Sehtests (Anhang II) unter Nutzung von Sehhilfen, die die Teilnehmer auch beim Lenken von Fahrzeugen einsetzen. Dem hinzugefügt wurden Angaben zu Alter, Anzahl der Jahre des Führerscheinbesitzes, sowie geschätzte Fahrstunden pro Woche (Anhang III). Alle Angaben wurden durch Zuordnung von Probanden-Nummern anonymisiert.

Proband-Nr.	Visus	Alter
17	0,73	55
9	0,93	43
10	0,93	56
11	0,93	49
1	1,00	45
3	1,00	55
6	1,00	55
15	1,00	55

16	1,12	50
7	1,35	56
8	1,35	44
13	1,35	56
20	1,35	36

Jeder Teilnehmer erhielt nach dem Sehschärfe-Test eine bereits mit der Probanden-Nummer gekennzeichnete Mappe für den ersten Teil des Vergleichstests bei Tag, und eine inhaltlich identische für den Test bei Nacht. Die Farbe (Rot) der Mappen zur Nutzung bei Tag unterschied sich von der nachts einzusetzenden (Grün), sodass Irrtümer bei späterer Auswertung auszuschließen sind, Der Autor überprüfte zusätzlich die Verwendung der korrekten Mappen. Jede Mappe enthielt zwei mal fünf Bewertungs-Vordrucke, schwarzweiß, im A4 Format (Anhang V).

Unter Zuhilfenahme einer PowerPoint-Präsentation setze man die Teilnehmer über die Ziele, Anforderungen und Abläufe des Vergleichstests in Kenntnis (Anhang IV).

Gegen 13:00 begab man sich auf das Testgelände. 13 Experten (der Autor partizipierte nicht an den Tests) teilten sich in zwei Gruppen mit annähernd gleicher Personenzahl auf die Sichtdistanzen 100,3 m und 137,5 m vor der Darstellungsfläche des VMS auf. Jedes Abbildungspaar wurde solange eingeblendet (ca. 3 – 5 Minuten), bis die beiden Gruppen die Fertigstellung der Bewertung meldeten, ehe das nächste Paar angezeigt wurde. Nach Bewertung der fünf Paare wechselten die beiden Gruppen zur jeweils anderen Sichtdistanz, und der Vergleichstest wurde erneut durchgeführt.

Die Bewertungen erfolgten auf den bereits erwähnten Vordrucken, die die Zuordnung der Angaben der Teilnehmer zu den beiden Sichtdistanzen und Lichtbedingungen möglich machen (Anhang V).

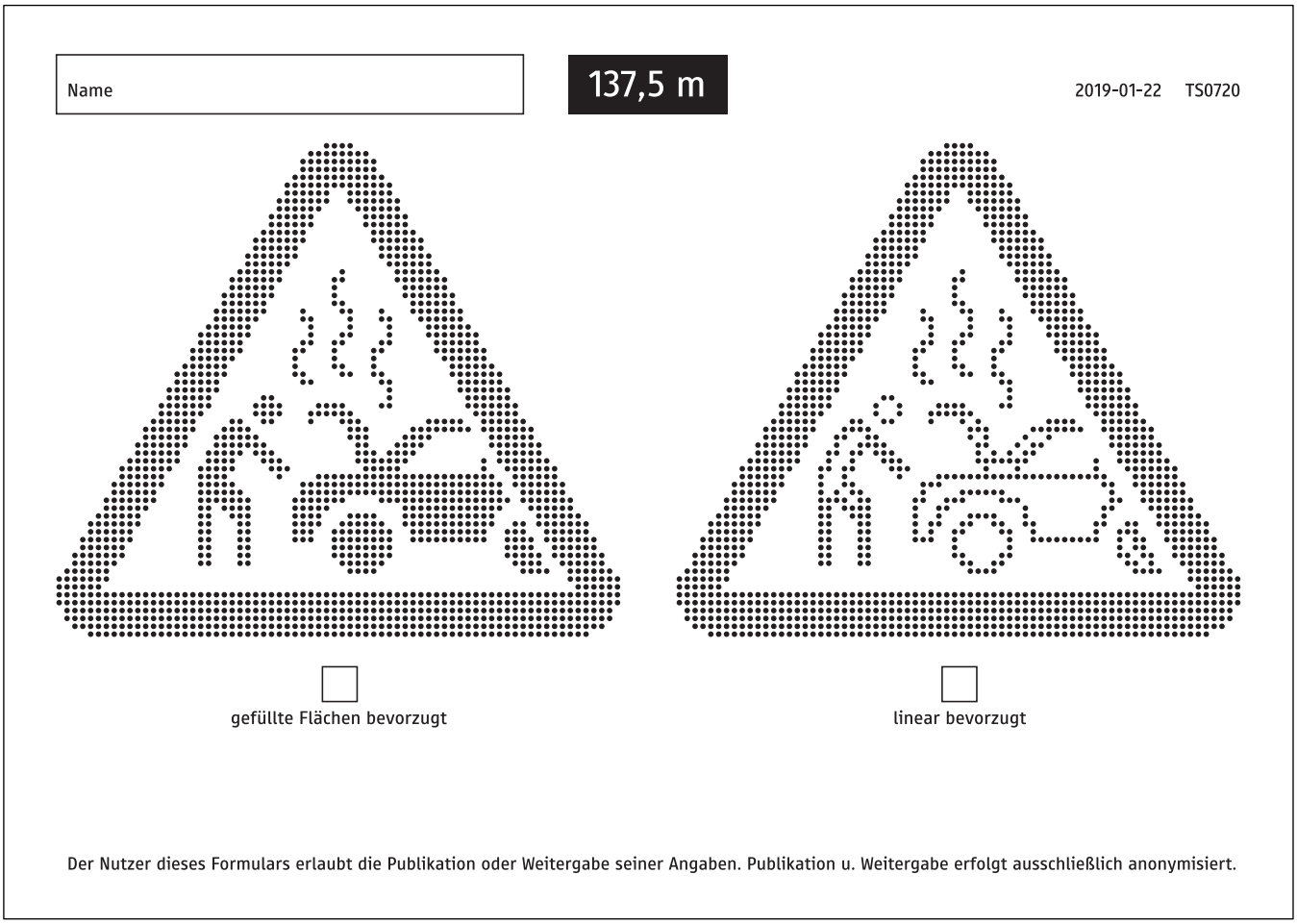


Abbildung 7: Beispiel eines Vordruckes zur Bewertung von Erkennbarkeit und Darstellungsbevorzugung

Nach Abschluss des Tests bei Tage erfolgten verschiedene Versuche zum Sammeln von Erfahrungswerten rund um Abbildungen auf VMS. Danach begab man sich in ein Besprechungszimmer, bis die Lichtverhältnisse die Durchführung eines identischen Tests bei Nacht ermöglichten.

3.3 Bewertung

3.3.1 Erkennbarkeit

Erkennbarkeit bzw. die Nicht-Erkennbarkeit eines Symbols sollte mit den Worten "Vollständig erkennbar", bzw. "nicht erkennbar" unter der betreffenden Darstellungsvariante am Vordruck vermerkt werden, und zwar nur dann, wenn der Erkennbarkeitsgrad diesen Wortbedeutungen entspricht:

- Entsprechen alle Details einer Sinnbild-Darstellungsvariante am VMS seiner exakten Wiedergabe am Vordruck, handelt es sich um vollständige Erkennbarkeit.
- Ist kein Detail auszumachen, wie am Vordruck abgebildet– nicht erkennbar.

Teilweise Erkennbarkeit eines Symbols sollte festgestellt werden, in dem Markierungen (Text oder Linien) per Hand auf der Sinnbild-Abbildung am Vordruck angebracht wurden, um auf die nicht- oder schlecht erkennbaren Bild-Komponenten hinzuweisen. Einfache Linien (Striche) zeigen zu dünne Bereiche an, geschlossene Linien (Ringe) entsprechen einem Zusammenfließen von Details. Diese Angaben können für weitere Erkenntnisse zur möglichen Erkennbarkeits-Optimierung von Symbol-Abbildungen herangezogen werden.

3.3.2 Bevorzugte Darstellungsform

Zur Angabe der Bevorzugung der flächigen oder linearen kontourbezogenen Symbol-Abbildungsform wurde unter der präferierten Darstellungsvariante am Vordruck ein Kreuz gesetzt. Grundlage für diese Entscheidung war wieder der direkte Vergleich der beiden abgebildeten Varianten am VMS.

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Einleitung

Die Bewertungen von Erkennbarkeit und bevorzugter Darstellungsform fanden ausschließlich Vergleichsweise statt, nur unter Berücksichtigung der beiden jeweils eingeblendeten Abbildungen, ohne Bezugnahme auf Bewertungen vorangegangener Abbildungspaare.

Daraus ergibt sich, dass es pro Abbildungspaar nur absolute positive oder negative Bewertungen gibt, ohne weitere Abstufungen dazwischen. Für die Auswertung wird der Wert 1 für positive Bewertungen gegeben (z.B. „vollständig erkennbar“, „flächige Darstellung bevorzugt“). Keine Bewertung oder eine negative Bewertung entspricht dem Wert 0. So ergeben sich aus dem Durchschnittswert aller 13 Bewertungen zu einer Sinnbild-Abbildung vier differenzierte Einzel-Ergebnisse, jeweils zu Erkennbarkeit und bevorzugter Abbildungsform: Bei Tag, Nacht, bei den Sichtdistanzen 100,3 und 137,5 m.

Beispiel: Ergebnis zu Erkennbarkeit oder Abbildungs-Bevorzugung auf 100,3 m bei Tag:

$$\text{Einzel-Ergebnis} = \frac{\sum 13 \text{ Werte}}{13}$$

Für weiter-generalisierte Ergebnisse bis hin zum Vergleich der Gesamtwerte erfolgte eine Addition der Einzel-Ergebnisse geteilt wiederum durch die Anzahl der Ergebnisse.

Beispiel: Kombiniertes Ergebnis zu Erkennbarkeit über beide Sichtdistanzen bei Tag:

$$\text{Kombiniertes Ergebnis} = \frac{\sum 13\ \text{Werte}}{13} + \frac{\sum 13\ \text{Werte}}{13} \ / 2$$

Dabei entstehen unterschiedliche Ergebnis-Werte von maximal 1,0 die sich gut in Prozent ausdrücken und vergleichen lassen.

Den Teilnehmern wurde freigestellt, keine Bewertungen zu vergeben, sofern weder Darstellungsform noch Erkennbarkeit zusagten. Vereinzelt versuchten Teilnehmer, Zwischenstufen für Erkennbarkeit einzuführen, wie z.B. durch den Vermerk „vollständig erkennbar“ unter einer Darstellungsvariante und „erkennbar“ unter der anderen am selben Vordruck. In solchen Fällen wurden beide Bewertungen mit dem Wert 1 versehen. Beurteilungen, die eine negative Tendenz aufweisen, wie „schlecht erkennbar“, erhielten den Wert 0.

Die zugeordneten Werte wurden in einem Excel-Dokument erfasst (Anhang VI) und zu Symbol-Einzel- und -Gesamtresultaten verknüpft. Auswertungen daraus sind im Folgenden beschrieben.

3.4.2 Sinnbild TS2960 „Gefahr Eis/Schnee“

Symbol TS2960 erreicht mit 0,98 die höchste Bewertung (Maximum 1,0 bzw. 100 %) für die Erkennbarkeit aller fünf begutachteten Verkehrszeichenpaare. Da die Darstellungsform identisch, ist die Erkennbarkeit beider Symbol-Varianten gleich. Die Abbildungen unterscheiden sich nur durch die Positionierung des Symbols im Rahmen– die rechte Abbildung ist eine Bildpunktreihe höher angesetzt. Bei Tage wird die rechte Abbildung bevorzugt (0,38 zu 0,27).
Anmerkung: Die rechte (lineare) Variante wurde nicht vorab zur Verfügung gestellt, wodurch die Anfertigung eines Vordrucks, der beide im Test gezeigten Varianten beinhaltet hätte, nicht möglich war.

Maßnahmen

Die Erkennbarkeit könnte verbessert werden,

a) indem das Symbol vergrößert dargestellt wird (nachdem die Experten einstimmig feststellten, dass der Rahmen eine umlaufende Lichtpunktreihe schmäler sein kann, siehe Kapitel 4),
b) durch Einsatz von anti-aliasing – Experten vermerkten, dass aktiviertes anti-aliasing durch Kantenglättung die Überstrahlung verringert (Kapitel 5).
c) durch Herabsetzung der Leuchtdichte – da die Experten festgestellt haben (Kapitel 6), dass die Standard-Einstellung des VMS zu stark ist und daher überstrahlt.
g) Laut der bevorzugten Darstellungsvariante könnte das Sinnbild eine Bildpunktreihe höher gesetzt werden.

Konklusion

Durchführung der Maßnahmen. Da das Symbol in der Wiener Konvention[e] vorhanden, und auch bereits in R.E.2[c] in dieser Form für VMS vorgesehen ist, kann auch von Verständlichkeit der Abbildung ausgegangen werden. Eine weitere Variante laut Maßnahme b) ist zu erstellen, die weitere Versuche zur Optimierung mittels anti-aliasing und Leuchtdichte ermöglicht.

3.4.3 Sinnbild TS0340 „Unfall“

Die Lineardarstellung weicht mit einem vereinfachten Bildinhalt von der flächigen ab. Beide beinhalten die Figur[l)] des zur Seite gekippten PKW, darüber hinaus stellt die flächige Darstellung ein gebrochenes Frontlicht, eine gebrochene Frontscheibe und die Figur Fahrbahn dar.

Die Erkennbarkeit der linearen Variante stellt mit dem Wert 0,40, zusammen mit TS0720, den niedrigster der begutachteten Verkehrszeichenpaare dar, übersteigt aber den Wert der flächigen Darstellung um 0,07 in der Gesamtauswertung. Insgesamt zeigt sich die lineare Darstellungsform als leicht bevorzugt (0,42 zu 0,48). Für die Abbildung bei Tag wird die flächige Variante (0,54 zu 0,35 bei identischem Erkennbarkeitswert von 0,35) bevorzugt, für die Nacht die lineare (0,27 zu 0,62) bei Erkennbarkeitswerten von 0,27 (flächig) zu 0,46 (linear).

Anhand der Markierungen und Texte der Experten ist festzustellen, dass die Symbolelemente gebrochene Frontscheibe, gebrochenes Frontlicht und Figur Fahrbahn, in Kombination mit vollflächiger Abbildungsform zum Verschwimmen von Elementen sogar bis hin zum vollständigen Verschwimmen des Symbols führt. Es wird vereinzelt auch ein Zusammenfließen des Symbols an exponierten Stellen mit dem Rahmen festgestellt. Zur Optimierung von Erkennbarkeit können mehrere Maßnahmen getroffen werden.

Maßnahmen

Die Erkennbarkeit könnte verbessert werden,

a) indem das Symbol vergrößert dargestellt wird (nachdem die Experten einstimmig feststellten, dass der Rahmen eine umlaufende Lichtpunktreihe schmäler sein kann, siehe Kapitel 4),
b) durch Einsatz von anti-aliasing – Experten vermerkten, dass aktiviertes anti-aliasing durch Kantenglättung die Überstrahlung verringert (Kapitel 5).
c) durch Herabsetzung der Leuchtdichte – da die Experten festgestellt haben (Kapitel 6), dass die Standard-Einstellung des VMS zu stark ist und daher überstrahlt.
d) Reduktion des Bildinhalts, wo die Elemente Bruch (in Frontscheibe und Frontlicht) eliminiert oder reduziert werden. Auch die Eliminierung der Figur Fahrbahn ist zu prüfen.

Konklusion

Die lineare Darstellungsform weicht bildinhaltlich ab und weist im Vergleich zur vollflächigen Variante weniger Bildkomponenten auf, wodurch Erkennbarkeit aufgrund reduzierter Anforderungen leichter erreicht wird.

Die Maßnahmen sollten durchgeführt werden, dabei ist zu bedenken, dass es sich um ein auf Verständlichkeit getestetes Symbol handelt, und damit etabliert ist, dass die zur Eliminierung vorgeschlagenen Elemente für die Verständlichkeit des Symbols relevant sind. Aufgrund früherer Testergebnisse (2ndCT, S. 18[b]) ist davon auszugehen, dass die Bildinhalts-Reduktion (siehe d) Einbußen bei der Verständlichkeit des Symbols mit sich bringt: gerade durch das Hinzufügen der Figur Fahrbahn zu der ansonsten, im Vergleich zum vorangegangenen, ersten Verständlichkeitstest[k)] unveränderten PKW-Figur konnte eine Verständlichkeitsverbesserung des Symbols von 47,5 auf 65,3 (Maximum: 100) erzielt werden.

Dem gegenüber ist ein TS0340 sehr ähnliches, beinahe gleiches Symbol (A, 35) vollflächig und in bildinhaltsreduzierter Form (auch ohne Figur Fahrbahn) in R.E.2[c], Annex X, der Vereinten Nationen abgebildet. Seine Verständlichkeit im Vergleich zur Abbildung inklusive Element Fahrbahn ist nicht bekannt, müsste jedoch bei dem Wert von 47,5 liegen, entsprechend dem ersten Verständlichkeits-test[k)], Seite 21.

3.4.4 Sinnbild TS0720 „Panne“

Die Erkennbarkeit dieses Symbols liegt bei der flächigen Variante im Gesamt-Durchschnitt bei 0,40 gegenüber 0,10 der linearen Darstellungsform. Damit liegt der höhere Wert auf dem niedrigsten Niveau der 5 überprüften Verkehrszeichenpaare, gemeinsam mit TS0340. Die durchschnittliche Bevorzugung für die flächige Variante (0,87) zu linear (0,02) spiegelt sich bei allen in der Versuchsanordnung angewendeten Sichtentfernungen und Lichtverhältnissen wieder. Da dieses Symbol im Gegensatz zu allen anderen überprüften Symbolen bisher nicht im Straßenverkehr zum Einsatz kommt, kann nicht

von der Bekanntheit des Symbols oder eines seiner Komponenten ausgegangen werden. Zu dem weißt TS0720 den höchsten Detailgrad (3 graphische Figuren) aller überprüften Symbole auf.

Die Teilnehmer vermerken hauptsächlich Erkennbarkeitsprobleme im Bereich der Mitte der Symbol-Abbildung, was vermutlich wegen Überstrahlung durch eine relativ gleichmäßige Lichtpunktverteilung auf der vorhandenen Fläche entsteht. Die Abbildungsart, die auf gefüllte Flächen zurückgreift, scheint eine einfachere Differenzierung und Erkennung der einzelnen Bildkomponenten zu ermöglichen.

Maßnahmen

Die Erkennbarkeit könnte verbessert werden,

a) indem das Symbol vergrößert dargestellt wird (nachdem die Experten einstimmig feststellten, dass der Rahmen eine umlaufende Lichtpunktreihe schmäler sein kann, siehe Kapitel 4),
b) durch Einsatz von anti-aliasing – Experten vermerkten, dass aktiviertes anti-aliasing durch Kantenglättung die Überstrahlung verringert (Kapitel 5).
c) durch Herabsetzung der Leuchtdichte – da die Experten festgestellt haben (Kapitel 6), dass die Standard-Einstellung des VMS zu stark ist und daher überstrahlt.
e) Reduktion des Bildinhalts, wobei eine der drei Wärmewellen entfernt werden kann.
f) Optimierung der Abstände zwischen den Figuren/Elementen.

Konklusion

Nachdem der Erkennbarkeitswert wie auch der Bevorzugungswert eindeutig sind, sollte die vollflächige Abbildungsvariante zur Anwendung kommen.

Die Maßnahmen sollten durchgeführt werden. Durch die Bekanntheit des Verständlichkeitswerts des Symbols sind die Konsequenzen bei Eliminierung von Elementen über das Vorgeschlagene hinaus bekannt. Das ist besonders wichtig, da es sich um ein im Straßenverkehr noch unbekanntes Symbol handelt, das somit ohne vorheriges Erlernen verstanden werden muss:

Bei Begutachtung der Entwicklung des Symbols und seiner Verständlichkeitswerte über die im EU-Forschungsprojekt SOMS/In-Safety durchgeführten Testverfahren CJT[m], CT[k], und CAT[n] (Symbol dort „2.3.3 Vehicle broken down“ benannt) wird klar, dass Verständlichkeit der Bedeutung des Symbols mit der Darstellung von Fahrzeugversagen zusammenhängt. In den Tests wurden immer die Symbolvarianten besser verstanden, bei denen sich das Element offene Klappe schwer als Kofferraum, aber gut als Motorhaube interpretieren ließen, woraus abzuleiten war, dass der Motor schadhaft sei. Durch hinzufügen der Figur Wärmewellen wurde die Frage, ob es sich bei der Klappe um einen Kofferraum oder Motorhaube handelt, eindeutig gelöst. Die Wärmewellen deuten auf einen Motorschaden hin, gleichgültig, ob sich dieser vorne oder hinten im Fahrzeug manifestiert. Im CAT[n] (Seite 23), wo Symbole auf Verständlichkeit bei Einblendung für eine Dauer von nur 3,3 Sekunden getestet wurden, erreichte die Abbildung, die beinahe identisch zu der im Vergleichstest verwendeten war, ein Ergebnis von 73,45 (Maximum: 100). Zum Vergleich das Ergebnis der Abbildung ohne der Figur Wärmewellen aus CT[k]: 21,4!

Laut VMS Content Structure Test, S. 48[j] erlangte TS0720 in Kombination mit anderen Informationen Verständlichkeitswerte von in Summe 78,65 und 88,6 (Maximum: 100).

3.4.5 Sinnbild TS1400 „Stau“

Die flächige Darstellungsvariante weist eine Erkennbarkeit von 0,44 im Gesamt-Durchschnitt aus, die lineare Variante liegt hier bei 0,25. Die bevorzugte Abbildungsform ist die der gefüllten Fläche (0,73 zu 0,23). Es ist zu bemerken, dass die Erkennbarkeit der flächigen Abbildungsform bei Nacht noch weiter über der der linearen liegt als bei Tag (Durchschnittlich 0,50 zu 0,27).

Die lineare Variante weist leichte Unterschiede zur flächigen auf: Die Höhe der Räder-Elemente wurden bei allen abgebildeten PKW-Figuren um eine Bildpunkt Reihe reduziert.

Maßnahmen

Die Erkennbarkeit könnte verbessert werden,

a) indem das Symbol vergrößert dargestellt wird (nachdem die Experten einstimmig feststellten, dass der Rahmen eine umlaufende Lichtpunktreihe schmäler sein kann, siehe Kapitel 4),
b) durch Einsatz von anti-aliasing – Experten vermerkten, dass aktiviertes anti-aliasing durch Kantenglättung die Überstrahlung verringert (Kapitel 5).
c) durch Herabsetzung der Leuchtdichte – da die Experten festgestellt haben (Kapitel 6), dass die Standard-Einstellung des VMS zu stark ist und daher überstrahlt.
f) Optimierung der Abstände zwischen den Figuren/Elementen.

Konklusion

Nachdem der Erkennbarkeitswert wie auch der Bevorzugungswert eindeutig sind, sollte die vollflächige Abbildungsvariante nach Durchführung der Maßnahmen zur Anwendung kommen können. Auch der Aspekt Symbol-Verständlichkeit weist auf die Möglichkeit der Anwendbarkeit hin, da dieses Symbol als Verkehrszeichen seit 1968 laut Wiener Konvention[e] international gebräuchlich ist.

3.4.6 Sinnbild TS1710 „Personen auf der Straße“

Symbol TS1710, flächige Variante besitzt mit Gesamt-Durchschnitt des Erkennbarkeitswerts von 0,52 und einer Bevorzugung der flächigen Abbildungsform von 0,92 eines der beiden erfolgreichsten Ergebnisse des Vergleichstests. Die Elemente der linearen Darstellungsform verschwimmen häufig oder werden als zu dünn klassifiziert. Ein verschwimmen des Sinnbilds mit dem Rahmen wird für beide Varianten berichtet.

Maßnahmen

Die Erkennbarkeit könnte verbessert werden,

a) indem das Symbol vergrößert dargestellt wird (nachdem die Experten einstimmig feststellten, dass der Rahmen eine umlaufende Lichtpunktreihe schmäler sein kann, siehe Kapitel 4),
b) durch Einsatz von anti-aliasing – Experten vermerkten, dass aktiviertes anti-aliasing durch Kantenglättung die Überstrahlung verringert (Kapitel 5).
c) durch Herabsetzung der Leuchtdichte – da die Experten festgestellt haben (Kapitel 6), dass die Standard-Einstellung des VMS zu stark ist und daher überstrahlt.

Konklusion

Durchführung der Maßnahmen. Auch das Ergebnis zur Verständlichkeit des Symbols aus CJT[m],(Seite 26) das bei 87,5 liegt (Max.: 100), untermauert die besonders hohe Einsatzfähigkeit der Abbildung.

3.5 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen in der Gesamtauswertung (siehe Anhang VI) eine klare Präferenz der Teilnehmer für die flächige Abbildungsform:

Gesamt	Darstellungsform	
	Flächig	Kontourlinien
Sinnbild- Erkennbarkeit	0,53	0,42
Bevorzugte Darstellungsform	0,65	0,23

Auch bei Einzelbetrachtung der Ergebnisse zu den beiden Lichtverhältnisse und Sichtdistanzen, unter denen der Vergleich durchgeführt wurde, wird die flächige Abbildungsform vorgezogen:

Tag		Darstellungsform	
	Sichtabstand	Flächig	Kontourlinien
Sinnbild- Erkennbarkeit	100,3 m	0,55	0,45
	137,5 m	0,48	0,37
Bevorzugte Darstellungsform	100,3 m	0,66	0,25
	137,5 m	0,72	0,17

Nacht		Darstellungsform	
	Sichtabstand	Flächig	Kontourlinien
Sinnbild- Erkennbarkeit	100,3 m	0,60	0,43
	137,5 m	0,49	0,42
Bevorzugte Darstellungsform	100,3 m	0,65	0,28
	137,5 m	0,57	0,25

Die lineare Kontourdarstellungsform erfordert ein zusätzliches formales Gestaltungsprinzip, das in der flächigen Abbildungsform nicht notwendig ist, siehe Abb. 8: Linien, die zwischen Symbol-Grund und Figur (z.B. PKW), oder zwischen Figur (PKW) und einem ihr zugehörigen Element (z.B. PKW- Fenster oder -Frontleuchte) gesetzt werden, um Differenzierung der Elemente und Figuren zu ermöglichen.

Abbildung 8: Lineare Kontourdarstellung

Abbildung 9: Lineare Kontourdarstellung

Kontourlinien benötigen eine zusätzlichen Lichtpunktkette gegenüber der flächigen Darstellungsart, dies wird aber aufgrund der geringen Auflösung der VMS-Matrix nur durch Nutzung von Bildpunkten möglich, die bei komplexeren Bildinhalten häufig für die Formgebung anderer Bildkomponenten erforderlich sind. Der zusätzliche Raum, den Kontourlinien damit einnehmen, erschwert auch angesichts der geringen zur Verfügung stehenden Abbildungsfläche und Auflösung, Symbole differenzierbar zu gestalten.

Die Anforderung, durch Konturlinien Bildkomponenten zu umranden erfordert auch, dass die umrandeten Bereiche eine visuell wahrnehmbare Größe aufweisen, die als Abstand zwischen den Linien fungieren können. Ist dies aufgrund des gegebenen Detailreichtums des Symbols unmöglich, treten Phänomene auf, die die Detail-Differenzierbarkeit erschweren, siehe Abb. 9:

Umrandete Bereiche, die als Einheit erfasst werden sollten, werden in mehrere zerteilt, wie z.B. die Karosserie des Fahrzeugs an seinem schmalsten Punkt über dem Radkasten des Symbols TS0720. In gleicher Form wechselt z.B. beim Element Motorhaube die Abbildung von linear (oben) auf Umrandung, deren Fläche wiederum durch einen Bildpunkt zerteilt wird. Das erfordert zusätzliche Gestaltungsentscheidungen für jedes Symbol, Element und jede Figur, an der die Phänomene auftreten, um jeweils individuell Verbesserung zu suchen. Das Gestaltungsprinzip für die lineare Kontour-Abbildungsform ist somit nicht konstant und auf Basis von nachvollziehbaren Gestaltungsregeln aufrechtzuerhalten.

Die Konsequenz daraus sind VMS Abbildungen, die häufiger von den Signalbildern regulärer Verkehrszeichen abweichen, als dies von flächiger Darstellungsform zu erwarten sein kann.

Zudem ist die Differenzierbarkeit zwischen Symbol-Grund und Figur (Figur-Grund-Wahrnehmung, Gestaltpsychologie), sowie zwischen Elementen innerhalb einer Figur und der Figur selbst erschwert, wodurch, anders als beim Einsatz von gefüllten Flächen, Formen schwerer schnell und eindeutig auszumachen sind. Aus dem selben Grund ist auch die Differenzierbarkeit zwischen Flächen, die "feste" oder "solide" Dinge wie PKW oder eine Person repräsentieren, mit transparenten oder metaphorischen Dingen, die nicht solide, also durchsichtig (z.B. PKW- Front oder -Heckscheibe) oder Linear (Wärmewellen) abgebildet werden, erschwert.

Die lineare Abbildungsform führt bei größerem Detailreichtum von Symbolen zu sehr gleichmäßiger Lichtpunktverteilung am vorhandenen Feld, wodurch die gesamte Fläche eher einheitlich zu leuchten scheint. Nachdem mittelfristig mit der Zunahme der Verwendung von Symbolen auf VMS zu rechen ist, kann die lineare Kontour-Abbildungsform, nach obigen Betrachtungen, nur eine begrenzte Anzahl von Symbolen mit einfachem Bildinhalt differenzierbar darstellen. Somit ist die flächige Abbildungsform die geeignete, um Informationen auf VMS abzubilden.

4 VMS Gefahrenzeichen-Rahmen

Der in Forschungsprojekt SOMS/In-Safety[f] entwickelte und in den Verkehrszeichen-Signalbildern im Vergleichstest (Kapitel 3) einheitlich eingesetzte, dreieckige Gefahrenzeichen-Rahmen[l] wurde von den Experten als für VMS Abbildung als einsetzbar bewertet. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Rahmenbreite um eine umlaufende Lichtpunktkette verschmälert werden soll.

Um eine maximal-große Abbildungsfläche für Sinnbilder innerhalb des Rahmens zu gewährleisten – denn die verbleibenden Bildpunkte, bei 2 cm Abstand, bieten äußerst eingeschränkte Möglichkeiten für die Abbildung von gut differenzierbaren Sinnbilden und deren Elementen – unterscheidet sich der Rahmen gegenüber der STVO-Darstellung durch eine geringere Rahmenstärke und größeren Eckradius. Aufgrund der selbstleuchtenden Abbildung auf VMS wird der Rahmen als äquivalent zur STVO-Darstellung wahrgenommen.

Eine Rahmenvariante mit, wie oben eingefordert, dünnerer Rahmenbreite ist anzufertigen, zusammen mit einer weiteren, identischen, die sich nur durch den Einsatz von Kantenglättung unterscheidet.

5 Kantenglättung (anti-aliasing) und Erkennbarkeit

Zum Erfahrungsgewinn mit Kantenglättung in Bezug auf die Erkennbarkeit wurde ein mit der anti-aliasing Funktion erstelltes Sinnbild TS2960 am VMS eingeblendet, im Vergleich zu einer Abbildung ohne Kantenglättung. Die Experten stellten fest, dass die Linien der Sinnbild-Abbildung mit anti-aliasing schlanker erscheinen. Offensichtlich leuchten bei aktiviertem anti-aliasing zusätzliche Lichtpunkte gegenüber der nicht kantengeglätteten Variante auf, doch in niedriger Intensität. Zu dem leuchten auch etliche, in der Variante ohne anti-aliasing vorhandene Lichtpunkte mit geringerer Intensität, wodurch offensichtlich insgesamt eine geringere Leuchtdichte der Sinnbild-Abbildung wahrgenommen wird.

Abbildung 10: Sinnbild TS2960, Vergleich mit- (links) und ohne Kantenglättung (rechts)

In Anbetracht der Bemerkungen der Experten zur Erschwerung der Erkennbarkeit durch zu starkes Leuchten einer Abbildung ist Kantenglättung als eine adäquate Gegenmaßnahme anzusehen.

6 Leuchtdichte und Erkennbarkeit

Kommentare und Markierungen der Experten auf den im Vergleichstest eingesetzten Vordrucken (siehe Anhang VI, mit „M“ im Seitennamen beginnend) weisen häufig auf Erkennbarkeitsprobleme durch zu große Leuchtdichte hin, insbesondere in Bereichen von Bildkomponenten, die aus Flächen leuchtender LEDs bestehen. Die teilnehmenden Experten vermerkten einhellig, dass die „Standard“ Leuchtdichten-Einstellung des VMS zu stark ist.

Dies wurde durch das versuchsweise Dimmen der Leuchtdichte ausgehend von der Standardeinstellung bestätigt. Bei Abnahme der Leuchtdichte nahm die Klarheit der Abbildung zu, es wurde der niedrigste Wert der Leuchtdichte vermerkt, der laut Experten optimierte Sichtbarkeit erlaubt. Dieser Wert bewegt sich im unteren Bereich von 75 – 225 cd/m^2, entsprechend Tabelle 4 aus EN 12966[a].

Davon ausgehend sind weitere Ausarbeitungen erforderlich, um optimale Erkennbarkeit des Signalbildes bei jedmöglichen Lichtverhältnissen durch Sensorregulierung zu gewährleisten.

7 Distanz-Erkennbarkeit „ea Test“

Da es laut den Erfahrungen aus dem Vergleichstest (Kapitel 3) zu reduzierter Unterscheidbarkeit von Abbildungsdetails durch „zusammenfließen“ bei geringem Abstand zwischen abstrahlenden Lichtpunkten (besonders, wenn die Leuchtdichte zu hoch ist, siehe Kapitel 6) kommt, wurde eine Versuchsanordnung ersonnen, die Klarheit zu den erforderlichen Abstandsgrößen bringen sollte.

Hypothetisch nimmt die wahrgenommene (scheinbare) Größe eines Lichtpunktes zu und wird diffuser, je größer die Sichtdistanz ist. Demnach spielen nicht die leuchtenden Lichtpunkte die ausschlaggebende Rolle bei der klaren Differenzierbarkeit von Abbildungsdetails, sondern der Abstand zwischen den aktiven Lichtpunkten, der groß genug sein muss, um nicht „überdeckt“ zu werden.

In dem Test wurden die kleinsten und gleichzeitig detailliertesten Buchstaben, „e“ und „a“ der vier TernVMS° Schriftgrößen abgebildet. Keine anderen erfordern eine solche hohe Differenzierbarkeit von Details, um die Buchstaben erkennbar zu machen. Bei Abbildung auf VMS, bei der die Linien, die die Buchstaben bilden, leuchten, besteht zusätzlich mehr als bei allen anderen Buchstaben die Gefahr, zu einem Lichtfleck zu verschmelzen. Die Herstellung der Erkennbarkeit dieser beider Buchstaben steht somit stellvertretend für die Erkennbarkeit des gesamten Schriftsatzes.

Nachdem die Dimension des Kleinsten Graphischen Details auf der Matrix des genutzten VMS 4 cm bzw. i.e. zwei Bildpunkten entspricht, was wiederum die Erkennbarkeitsdistanzen für verschiedene Sehschärfen grundsätzlich fest setzt, wird durch Einblendung von „e“ und „a“ der vier TernVMS Schriftgrößen möglich zu überprüfen, ob 2-Bildpunkt-Abstände (Zwischenräume) ausreichend für die Differenzierung von Buchstabendetails sind, oder ob diese Zwischenräume und Abstände bei Sichtdistanz-Zunahme vergrößert werden müssen. Möglicherweise sind Erkenntnisse zur Lichtpunkt-ausdehnungs-Zunahme bei zunehmender Entfernung für Berechnungsmodelle zu gewinnen.

Abbildung 11: Kleinbuchstaben „e“ und „a“ aus den 4 TernVMS Schriftgrößen

Größen von TernVMS buchstaben-internen Zwischenräumen (Punzen)

Schriftart	Punze		Höhe		Höhe
TernVMS 14	- oben		2 bp od. 4 cm		2 bp od. 4 cm, Öff. 1 bp
	- unten		2 bp od. 4 cm		2 bp od. 4 cm
TernVMS 20	- oben		2 bp od. 4 cm		2 bp od. 4 cm
	- unten		3 bp od. 6 cm		3 bp od. 6 cm
TernVMS 24	- oben		3 bp od. 6 cm		3 bp od. 6 cm, Öff. 2 bp
	- unten		4 bp od. 8 cm		4 bp od. 8 cm
TernVMS 31	- oben		5 bp od. 10 cm		4 bp od. 8 cm, Öff. 3 bp
	- unten		5 bp od. 10 cm		6 bp od. 12 cm

bp = Bildpunkte, Öff. = Öffnung

7.1 Ablauf

Wie in Abbildung 12 gezeigt, wurde die Darstellung auf dem zur Verfügung gestellten VMS bei Leuchtdichteeinstellung „Standard“, ohne Kantenglättung eingeblendet, und von 7 Teilnehmern (inklusive Autor) aus drei Sichtdistanzen auf Erkennbarkeit der Buchstaben überprüft. Der durchschnittliche Visus der Teilnehmer liegt bei 0,96 (geometrisches Mittel).

Proband-Nr.	Visus	Alter
4	0,56	47
17	0,73	55
10	0,93	56
3	1,00	55
16	1,12	50
8	1,35	44
20	1,35	36

Die erste Sichtdistanz lag bei 100,3 m von der VMS-Bildoberfläche, entsprechend der errechneten Erkennbarkeit des KGD bei Visus 0,73, die zweite bei 137,5 m (KGD = Erkennbarkeit bei Visus 1,0). Bei 200 m lag die maximale Sichtdistanz, begrenzt durch die örtlichen Gegebenheiten (Visus 1,46).

Bei jeder der drei Sichtdistanzen wurden die Teilnehmer über die Erkennbarkeit (Differenzierbarkeit) der Details der Buchstaben „a“ und „e“ befragt. Deren mündliche Bemerkungen wurden durch den Autor festgehalten, wie z.B.: „Bei 137,5 m erkennen alle 7 Teilnehmer alle TernVMS-Schriftgrößen außer TernVMS 14.“ Da die Sehschärfen aller Testteilnehmer bekannt sind, und damit die kleinsten Detailgrößen die benötigt werden, um Differenzierung der Buchstaben zu ermöglichen, sind Rückschlüsse zur wahrgenommen Größe des Lichtpunktes über die festgestellten, (nicht) wahrgenommenen, buchstaben-internen Zwischenräume möglich.

Die Sehleistung mancher Teilnehmer lag unter der für eine bestimmte Sichtdistanz rechnerisch erforderlichen (z.B. Proband 4 mit Visus 0,56). Solche Probanden wurden nicht von der Teilnahme ausgeschlossen, da die Gültigkeit der gewählten Berechnungsart für VMS-Abbildungen nicht von vorn herein anzunehmen war. So fungierten die Ergebnisse der Teilnehmer mit (zu) geringem Visus als zusätzliches Erfahrungs- und Kontrollinstrument.

Abbildung 12: „e“ und „a“ am VMS eingeblendet

7.2 Ergebnisse

Vorwort

Die folgenden Abbildungen 13, 14 und 15 visualisieren Erkenntnisse gewonnen anhand der Aussagen der Versuchsteilnehmer. Die Abbildungsgrößen stehen in korrekter Relation zueinander, die der bei der jeweiligen Entfernung gewonnen Wahrnehmung (scheinbare Größe) entspricht. Die tatsächlichen scheinbaren Größen, wie sie sich jeweils 1 m vor dem Auge abbilden, sind diese (von links nach rechts: 100,3 m, 137,5 m, 200 m):

Die scheinbaren Größen wurden über die Winkelgröße (in Minuten) bei Sichtentfernungen 100,3 m (22’), 137,5 m (16’) und 200 m (11’) für Visus 1,0 errechnet.

Links werden Minimumgrößen, die bei Visus 0,73, 1,0 und 1,35 erforderlich für Differenzierbarkeit von Details sind, abgebildet. Die Minimumgrößen finden sich an relevanten Punkten in den buchstaben-internen Zwischenräumen als rote Farbmarkierung zur Veranschaulichung wieder.

Anhand der Zahlen 14, 20, 24 und 31 sind die Schriftsätze TernVMS 14, 20, 24 und 31 identifizierbar.

7.2.1 Sichtdistanz 100,3 m

Alle TernVMS[Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.] Schriftgrößen sind bei 100,3 m Sichtdistanz e rkennbar. Daraus ist abzuleiten, dass der kleinste buchstaben-interne Zwischenraum von 4 cm bzw. zwei vertikalen Bildpunkten ausreicht, um alle Buchstabendetails bei dieser Entfernung zu differenzieren. Die Zunahme der Lichtpunktaus-dehnung spielt erst für Verkehrsteilnehmer mit einem Visus unter 0,73 eine gravierende Rolle, da diese größere Zwischenräume benötigen, um alle Buchstabendetails differenzieren zu können.

Abbildung 13: Zwischenraumgrößen bei 100,3 m Sichtdistanz

Trotz des Umstandes, dass bei 100,3 m Differenzierbarkeit von allen Details für Personen mit Visus von 0,73 besteht, ist einer der sieben Teilnehmer (Proband 10, mit Visus 0,93) nicht in der Lage, die Zwischenräume von „e“ und „a“ aus TernVMS14 zu erkennen. Nachdem der Versuch bei Leuchtdichte-Einstellung „Standard“ vorgenommen wurde, die im Vergleichstest (Kapitel 3) als zu stark erschien, kann davon ausgegangen werden, dass Proband 10 blendempfindlich ist.

7.2.2 Sichtdistanz 137,5 m

Bei 137,5 m erkennen alle 7 Teilnehmer drei TernVMS-Schriftgrößen außer TernVMS 14, obwohl die Zwischenraum-Größe von TernVMS 14 der für Visus 0,73 erforderlichen entspricht: nur an der Öffnung der oberen Punze des „a“ fällt die Zwischenraumgröße unter die für Visus 1,35 benötigte.

TernVMS 20 weist an der oberen Punze, ebenso wie TernVMS 14, von „e“ und „a“ zwar ebenfalls nur zwei Bildpunkte in der Höhe auf, die größere Breite der Punzen bei TernVMS 20 von vier Bildpunkten führt zur Zunahme der Fläche des Buchstaben-internen Abstandes und scheint so der Zunahme der Lichtpunktausdehnung doch erfolgreich entgegenzuwirken. Die untere Punzenhöhe weist drei Bildpunkte auf und ist erkennbar.

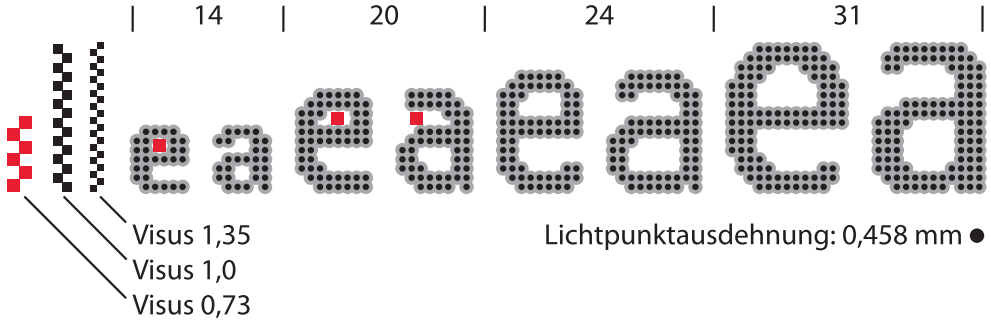


Abbildung 14: Zwischenraumgrößen bei 137,5 m Sichtdistanz

7.2.3 Sichtdistanz 200 m

Nur TernVMS 31 wird von allen Teilnehmern erkannt. Bei 200 m entspricht der kleinste buchstaben-interne Zwischenraum (obere Punze des „a“, vier Bildpunkte in der Höhe) der TernVMS 31 einer Verdopplung des erforderlichen Zwischenraumes bei 100,3 m. Beide Punzen von „e“ liegen bei (vertikal) fünf Bildpunkten, die untere Punze von „a“ sogar bei sechs. Da die nächst-kleinere Schrift, TernVMS 24 jeweils bei den oberen Punzen nur drei Bildpunkte in der Höhe aufweist (vier bei den unteren), TernVMS24 aber nur von Teilnehmern mit sehr hohem Visus (1,35) erkannt wurde, scheinen vier Bildpunkte vertikal einen guten buchstaben-internen Mindest-Zwischenraum abzugeben, um der Zunahme der Lichtpunktausdehnung bei dieser Distanz entgegenzuwirken.

Abbildung 15: Zwischenraumgrößen bei 200 m Sichtdistanz

Unabhängig von der Lichtpunktausdehnung unterschreitet TernVMS 14 die für Visus 0,73 bei dieser Sichtdistanz und diese Buchstabenhöhe erforderliche, vertikale Mindest-Auflösung von fünf Bildpunkten. Buchstaben „e“ und „a“ wurden in diesem Versuch eingesetzt, da sie, obwohl in der Höhe niedrig, fünf horizontale Linien übereinander benötigen, um sie korrekt abzubilden. Unterschreitet die Höhe dieser fünf Linien in der Summe den Wert von fünf KGD wie hier für Visus 0,73, können Details bei diesem Visus nicht differenziert werden.

TernVMS 20 unterschreitet bei den oberen Punzen von „a“ und „e“ den für Differenzierbarkeit bei Visus 0,73 erforderlichen Wert und kann ausschließlich aufgrund der Zunahme der Lichtpunktausdehnung nicht erkannt werden.

Tern VMS 24 wäre für Visus 0,73 aufgrund der ausreichenden Zwischenräume vollständig erkennbar, wäre die Punze von „a“ an der Stelle der Öffnung nicht so stark verengt.

7.3 Schlussfolgerung

Laut „ Annex III of Council Directive 91/439/EEC of 29 July 1991 on driving licences“ der Europäischen Kommission ist ein geringer Visus von nur 0,5 (bei Tragen einer Sehhilfe) für das Erlangen eines Führerscheins zulässig. Da daraus resultiert, dass Fahrzeuglenker mit derart niedriger Sehschärfe auf Österreichs Straßen unterwegs sind, muss diese hier als Vergleichswert Berücksichtigung finden.

7.3.1 Lichtpunktausdehnung

Bemerkenswert erscheint der Umstand, dass die Effekte der Lichtpunktausdehnung scheinbar nicht über Distanz gleichmäßig zunehmen: Bei 100,3 m ergibt sich nach Auswertung der Antworten der Teilnehmer bei 100,3 m eine Lichtpunktgröße von 0,403 mm, bei 137,5 m: 0,458 mm (1,13-fach), und 200 m: 0,387 mm (0,96-fach). Somit fällt die größte Lichtpunktausdehnung auf die (mittlere) Sichtdistanz von 137,5 m.

Wenn die Lichtpunktausdehnung die für die Differenzierung von Buchstabendetails erforderliche Größe überschreitet, steigt mit der Reduktion der Schriftgröße und/oder größerer Sichtdistanz die Häufigkeit, mit der buchstaben-interne Abstände (teilweise) überdeckt werden. Unterschreitet ein Abstand dabei den für einen bestimmten Visus notwendige Differenzierungsgröße (2’ für Visus 0,5, 1,37’ für Visus 0,73, 1’ für Visus 1,0), „verschwimmen“ Lichtpunkte, die tatsächlich durch nicht aktive Bildpunkte getrennt sind, ineinander, Erkennbarkeit ist nicht mehr gegeben.

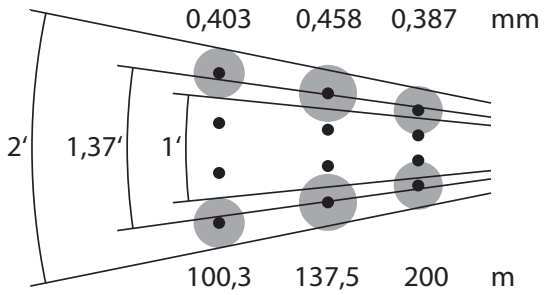


Abbildung 16: Lichtpunktausdehnung (in mm) , Differenzierungsabstand in Winkelminuten (´) und Sichtdistanz (in m)

Die Lichtpunktabstände verringern sich natürlich linear, desto größer die Entfernung: 1-fach bei 100,3 m, 0,73-fach bei 137,3 m und 0,5-fach bei 200 m. Die Lichtpunktausdehnung bleibt dem gegenüber relativ konstant. Somit wird bei den beiden größeren Sichtdistanzen das Ausmaß der Zunahme der Lichtpunktausdehnung signifikant: Die Zunahme reicht bis zum benachbarten (inaktiven) Bildpunkt. Dadurch ist die Differenzierbarkeit von buchstaben-internen Zwischenräumen nicht mehr möglich. Diese Problematik kann durch Gestaltungsoptimierung gut aufgelöst werden, wie unten beschrieben.

Für die Gestaltung von Sinnbildern (Symbolen) für Verkehrszeichen auf VMS ist daraus abzuleiten, Abstände zwischen Elementen und Figuren möglichst mit einer Ausdehnung von mindestens 3 Bildpunkten auszustatten, was zumindest Erkennbarkeit für Visus 0,73 auf 200 m ermöglichen sollte. Für Visus 0,5 sind bei dieser Entfernung 4 Bildpunkte erforderlich. Angesichts der beschränkten Auflösung von VMS, dem geringen Raum innerhalb von Gefahrenzeichen-Rahmen und unterschiedlichem Detailreichtum von Sinnbildern kann sich dies aber als schwierig erweisen. Um es trotzdem zu ermöglichen, sind alternativen in Form kombinierter Abbildung denkbar, z.B. links neben einem Gefahrenzeichen § 50 16 „Allgemeine Gefahren“ mit einem rechts daneben großflächig eingesetzten Sinnbild, im Sinne einer Zusatztafel, die die Gefahr näher erläutert.

Weiters sollte die Reduzierung der Leuchtdichte des VMS unter den Wert „Standard“ Verbesserungen der Erkennbarkeit hervorbringen. Dabei ist derzeit unklar, wie sich eine Leuchtdichte-Reduktion auf die Sichtbarkeit auf große Entfernungen auswirkt.

7.3.2 TernVMS Sichtdistanzen

TernVMS 31° sollte, berechnet auf Basis von 3 Bildpunkten interner Buchstabenabstand, für Visus 1,0 Erkennbarkeit auf Sichtdistanz von bis zu 206,3 m ermöglichen, für Visus 0,73: 150,6 m, Visus 0,5: 103,1 m vorausgesetzt, die Effekte der Lichtpunktausdehnung weichen nicht unerwartet von obigen Angaben ab. Bei Optimierung von „a“ durch Vergrößerung der Öffnung der oberen Punze auf 4 Bildpunkte vergrößerten sich die Sichtdistanzen: Visus 1,0: 275,019 m, Visus 0,73: 200,76, Visus 0,5: 137,5 m. Buchstaben, die Öffnungsgrößen wie „a“ aufweisen, sind in der selben Weise zu verändern.

TernVMS 24°, mit buchstaben-internem Lichtpunktabstand von 3 Bildpunkten, ist für Visus 1,0 auf Sichtdistanz von 206,3 m erkennbar, für Visus 0,73 bei 150,6 m, Visus 0,5 bei 103,1 m. Dazu sollte die Öffnung der oberen Punze des „a“, sowie bei allen Buchstaben mit gleicher Öffnungsgröße auf 3 Bildpunkte erweitert werden.

TernVMS 20° weist oben 2 bildpunkte-hohe Punzen auf, die nicht optimierbar sind. Visus 1,0, Sichtdistanz 137,5 m, Visus 0,73: 100,4 m, Visus 0,5: 68,8 m.

TernVMS 14° hat den kleinsten buchstaben-internen Abstand von 2 Bildpunkten. Bei Vergrößerung der Öffnung der oberen Punze von „a“ (und allen Buchstaben mit gleicher Öffnungsgröße) auf 2 Bildpunkte ergäben sich größere Sichtdistanzen: Visus 1,0: 137,5 m, Visus 0,73: 100,3 m, Visus 0,5: 68,8 m.
Da Erkennbarkeit für Visus 1,0 bei 137,5 m im Versuch nicht eingetreten ist, sondern für alle Teilnehmer (inklusive jener, die einen geringeren Visus als 1,0 aufweisen) erst bei 100,3 m muss davon ausgegangen werden, dass die Erkennbarkeit hier stark von der Leuchtdichte abhängt. Eine Reduktion der derselben könnte weitere Verbesserungen möglich machen.

7.3.3 TernVMS Sichtdauer

Für eine erfolgreiche Übermittlung von auf Straßen dargebotenen Informationen ist die Sichtdauer höchst relevant: je kürzer sie ist, umso weniger werden Inhalte richtig erkannt und verstanden. Als Grundlage zur Berechnung des Verhältnisses zwischen Fahrgeschwindigkeit, Sichtdauer und Abbildungsgröße steht die “Dänische Formel”[g] zur Verfügung, nach welcher eine Sichtdauer von mindestens 2,3 Sekunden erforderlich ist, um eine „Standard-Information“ (z.B. Symbole oder Städtenamen) zu “lesen”. Jede weitere abgebildete „Standard-Information“ fügt 0,3 Sekunden der vorangegangenen Zahl hinzu. Die Vereinten Nationen[h] und Mare Nostrum[i] geben für die Anzahl abgebildeter „Wörter und Symbole“ ein Maximum von sieben an.

Folgend wird erforderliche Sichtdauer, je nach Informationsanzahl und Erkennbarkeits-Sichtdistanz, die sich aus dem jeweiligen Visus und dem buchstabeninternen Zwischenraum ergibt, angeführt, resultierend in einer maximalen Fahrtgeschwindigkeit. Vor Geschwindigkeitsermittlung wurden 18,35 m von der Sichtdistanz abgezogen, da – durch den Abstrahlwinkel des VMS von 12° zur Fahrbahn nach unten – an diesem Punkt die Abbildung aus dem Sichtfeld eines Verkehrsteilnehmers verschwindet.

TernVMS 31 und 24
Sichtdauer bei TernVMS 31 und TernVMS24 liegt für Visus 1,0 sogar bei einer Anzahl von 7 Standard Informationen weit über 130 km/h, bei Visus 0,73 ergibt sich bei 5 Standard Informationen (si) 129,76 km/h, bei 6 und 7 si muss die Geschwindigkeit weiter reduziert werden. Bei Visus 0,5 ist nur 1 si bei 130,75 km/h wahrnehmbar. Beide Schriftsätze könnten ihre Effektivität durch oben erwähnte Gestaltungsmaßnahmen erhöhen.

TernVMS 20
Bei Visus 1,0 muss ab der 5. si unter 130 km/h verzögert werden, bei Visus 0,73 ist nur 1 si mit 126,51 km/h wahrzunehmen. Bei Visus 0,5 liegt die maximale Geschwindigkeit für 1 si bei 77,73 km/h.

TernVMS 14
Der buchstaben-interne Zwischenraum angegeben für TernVMS 14 (29,19 mm) unterschreitet die Mindestgröße von KGD von 40 mm, trotzdem wurden „e“ und „a“ bei Sichtdistanz für Visus 0,73 (100,3 m) wie vorher errechnet erkannt. Bei Visus 1,0 liegt die maximale Geschwindigkeit für 1 si bei 126,45 km/h, obwohl angenommen werden muss, dass eine Reduktion der Leuchtdichte den Geschwindigkeitswert erhöhen könnte. Bei Visus 0,73 liegt die maximale Geschwindigkeit für 1 si ebenfalls bei 126,45 km/h. Die Geschwindigkeit für 1 si bei Visus 0,5 liegt bei 49,07 km/h.

Siehe Details dazu in den Tabellen in Anhang VII.

8 Fazit

Alle folgenden Bemerkungen beziehen sich auf Abbildungen auf VMS, die Merkmale des im Vergleichstest verwendeten Geräts aufweisen.

8.1 Tern VMS

TernVMS 31 und 24° zeigen gute Erkennbarkeit bei Visus 1,0 und 0,73, was zur Erfüllung erforderlichen Sichtdistanzen und Sichtdauer führt. Bei Visus 0,5 ist maximal 1 Standard Information bei ca. 130 km/h ausreichend lange wahrnehmbar.

TernVMS 20°, entsprechend ihrer Abbildungsgröße, wird bei Visus 1,0 gut erkannt (5 Standard Informationen bei ca. 130 km/h), bei Visus 0,73 ist nur 1 Standard Information wahrnehmbar. Bei Visus 0,5 liegt die maximale Geschwindigkeit für 1 si bei 77,73 km/h.

TernVMS 14°: Bei Visus 1,0 liegt die maximale Geschwindigkeit für 1 si bei 126,45 km/h, Bei Visus 0,73 liegt die maximale Geschwindigkeit ebenfalls bei 126,45 km/h bei 1 si. Geschwindigkeit für 1 si bei Visus 0,5 liegt bei 49,07 km/h.

Die Ergebnisse des Versuchs erlauben die Überarbeitung der vier Schriftsätze, was bei allen zu Erkennbarkeitsverbesserungen führen würde. Die Überarbeitungen sollten erfolgen, da ansonsten schon eine geringe Mehrzahl von simultan abgebildeten Standard Informationen die Erkennbarkeit negativ beeinflusst und reduzierte Geschwindigkeiten erfordert (siehe Anhang VII), um so mehr bei niedriger Sehschärfe.

8.2 Sinnbilder

Laut Abbildungs-Vergleichstest (Kapitel 3) sind Symbole in flächiger Abbildungsform auszuführen. Nach Überarbeitung anhand der folgenden und in Kapitel 3 dargestellten Modifikationen sollten die Abbildungen ausreichend erkennbar und verständlich sein und im Realbetrieb zum Einsatz kommen.

In Ableitung der Erkenntnisse aus dem ea Test (Kapitel 7) sollten bei der Gestaltung von Symbolen Abstände von mindestens drei Bildpunkten zwischen Lichtpunkten, die Elemente[l] und Figuren[l] abbilden, angestrebt werden. Bei Geschwindigkeiten von 130 km/h und mehr sollten Abstände vier Bildpunkte betragen. Diese Anforderungen lassen sich nur unter Anwendung der MOA Methode[d] kontrolliert durchführen.
Für Abstände für Geschwindigkeiten bis zu 100 km/h sollten Abstände von 2 Bildpunkten genügen, sofern die Leuchtdichteeinstellung entsprechend vorteilhaft geregelt ist.

Obige Aussagen zu Abständen sind nicht auf Personen mit Visus 0,5 anzuwenden (siehe Anhang VII). Zwei Bildpunkte Abstand erfordern für diese Gruppe eine Geschwindigkeitsreduktion auf 50 km/h.

Für Abstände zwischen unterschiedlich gefärbten Abbildungen (z.B. Sinnbild[I]-Weiß und Rahmen[I]-Rot) sollten 2 Bildpunkte genügen.

8.3 Leuchtdichte

Die Verringerung der „Standard“-Einstellung der Leuchtdichte von VMS sollte eine hohe Auswirkung auf die Verbesserung der allgemeinen Erkennbarkeit haben. Hauck[I], S. 167 empfiehlt „…Leuchten sollten die vorgeschlagenen Grenzwerte zur Leuchtdichte an der Leuchtenoberfläche … und ein Verhältnis zur Leuchtdichte des unmittelbaren Umfelds von 1:10 nicht überschreiten.“ Welches Leuchtdichteverhältnis zwischen VMS und Umgebung bei Nacht und bei Tag für die optimale Erkennbarkeit ideal ist, müsste jedoch noch in weiterführenden Tests erprobt werden.

8.4 Weiterführende Versuche

Es sind weitere Versuche erforderlich, die einen Vergleich mit der Zunahme der Lichtpunktausdehnung bei geringerer Leuchtdichte als „Standard“ ermöglichen.

Weiters wären solche Vergleiche unter Nutzung der Kantenglättung (anti-aliasing) sinnvoll, da diese die Erkennbarkeit positiv zu beeinflussen scheint.

8.5 Zu den Testverfahren

Der Vergleichstest (Kapitel 3) erweist sich Aufgrund der umfangreichen Vorbereitungen, der Verfügbarkeit eines VMS-Geräts und nicht kontrollierbaren Umgebungsverhältnissen, sogar bei geringer Teilnehmerzahl als aufwendig. Jeder Teilnehmer retourniert pro Symbol Angaben auf vier Vordrucken, die quantitativ und qualitativ Auszuwerten sind.

Für die weitere Anwendung des Tests in standardisierter Form sollten Vereinfachungen getroffen werden, z.B. durch Weglassen der Möglichkeit der Markierung von nicht erkennbaren Teilbereichen am Vordruck. Weiters kann die Befragung zur bevorzugten Darstellungsform entfallen, da diese nicht mehr wiederholt werden muss. Eine Analyse der nun vorliegenden Tag-Nacht Ergebnisse könnte es zudem möglich machen, sich auf nur ein Lichtverhältnis (anstatt Tag und Nacht) zu beschränken.

Die Zuteilung der Werte (1 für erkennbar, 0 für nicht erkennbar) ermöglicht einen Vergleich über das Ausmaß der Erkennbarkeit innerhalb der Gruppe der fünf getesteten Symbole. Die angewendete Auswertungsmethode sollte die Vergleichbarkeit mit zukünftigen Testergebnissen ermöglichen.

Die Einführung eines Minimum-Erkennbarkeitswerts bei zukünftigen Tests ist zu erwägen.

Der „ea Test“ (Kapitel 7) erbrachte Ergebnisse, die Berechnungen bestätigen und zusätzlich Lösungen in Form von Abstandsgrößen zu den im Vergleichstest aufgeworfenen Fragen bereitstellt. Es erscheint nicht erforderlich, diesen Test zu wiederholen, da sich die Ergebnisse verallgemeinern lassen.

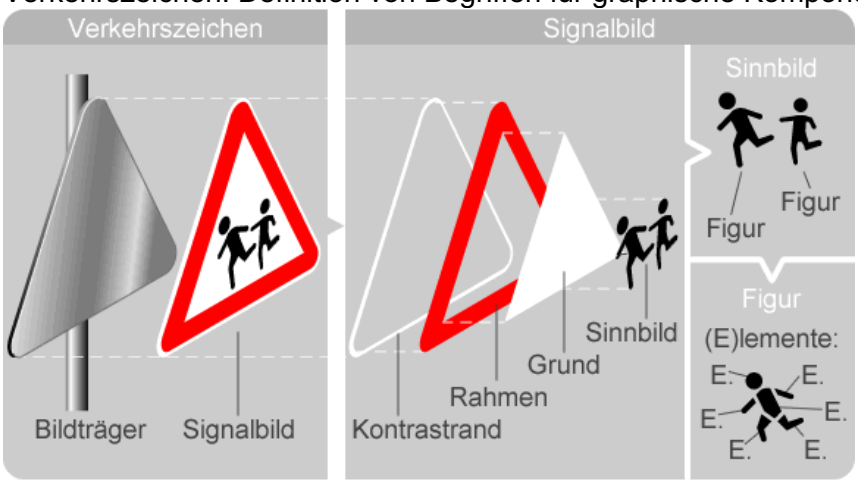
Die Überarbeitungs-Maßnahmen für die getesteten Sinnbilder konnten in dieser gezielten Form nur durch das Wissen um deren Verständlichkeitswerte nach ISO 9186 gegeben werden, die man bereits 10 Jahre zuvor im EU-Forschungsprojekt SOMS-In-Safety festgestellt hatte.

Verständlichkeitstests sind ein ebensowichtiger Bestandteil der Bewertung von Symbolen, wie es die Erkennbarkeit ist, jedoch sagt Erkennbarkeit nichts über Verständlichkeit aus. Auch ist Verständlichkeit, im Vergleich zu Erkennbarkeit, nicht so scheinbar offensichtlich, und lässt sich auch bei großem

Erfahrungsschatz oft nicht vorhersagen. Derzeit finden in Österreich leider keinerlei Initiativen statt, Verständlichkeitstests durchzuführen, entgegen dem offensichtlichen Bedarf, z.B. im Straßenverkehr.

9 Anhänge

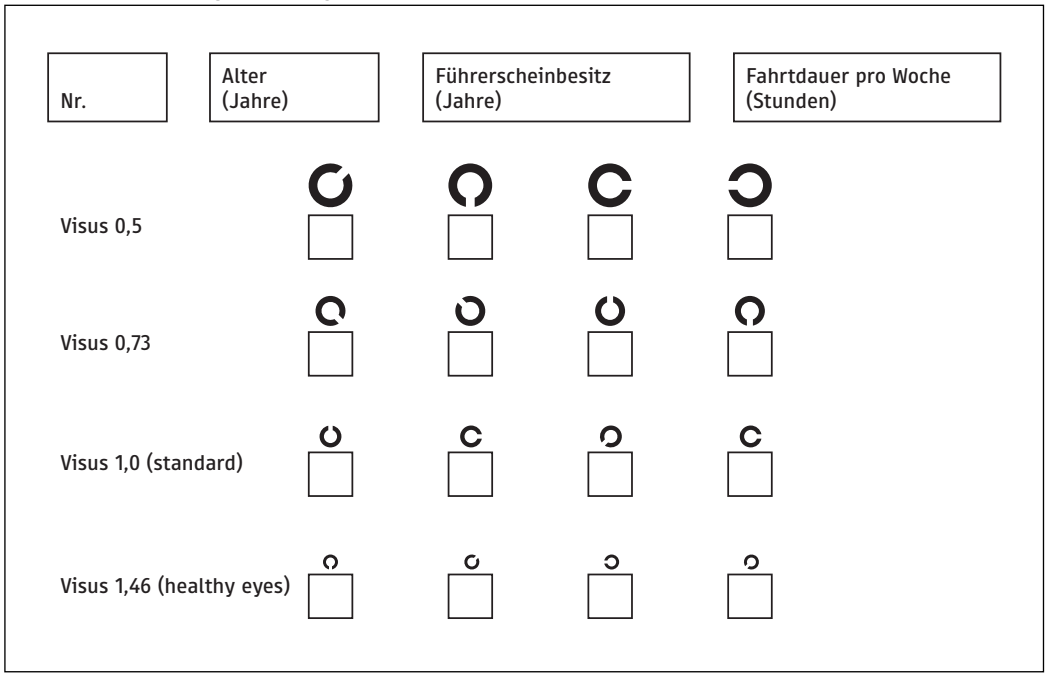
I. Verkehrszeichen: Definition von Begriffen für graphische Komponenten



https://visys.pro/2015/03/17/verkehrszeichen-graph-komponenten/

II. Sehtest mittels Verwendung des Sehzeichens „Landolt-Ring“. Der Test wurde bei einer Sichtdistanz von 3 m vorgenommen. Datei 1-Sehtest.pdf.

III. Teilnehmerbezogene Angaben



IV. PowerPoint-Präsentation zur Einführung in das Vergleichstest-Verfahren. Datei: Präsentation2019-01-22.pptx

V. Vordrucke zur Bewertung von Erkennbarkeit und Angabe der bevorzugten Darstellungsform (flächig oder Kontourlinien). Datei: 3-Augenschein.pdf

VI. Excel-Dokument VZ-Vergleich.xlsx beinhaltet die Werte der Sinnbild-Abbildungsbewertungen und Einzelergebnisse in Blättern „TS2960“, „TS0340“, „TS0720“, „TS1400“ und „TS1710“, die in Blatt „Total“ zu den Gesamtergebnissen verknüpft werden. Blätter mit im Namen vorangestelltem „M“ katalogisieren die per Hand auf Vordrucken festgehaltenen Markierungen, die sich auf Details der Sinnbild-Abbildungen beziehen.

VII. Maximale Fahrtgeschwindigkeit nach Sichtdauer

Visus 1,0: Maximale Fahrtgeschwindigkeit nach Sichtdauer

	Buchstaben-interner Zwischenraum (mm)	Sichtdistanz (m)	Standard Information (Anzahl)	Geschwindigkeit (km/h)
VMS 31	60	206,186	1	289,81
			2	253,58
			3	225,40
			4	202,86
			5	184,42
			6	169,05
			7	156,05
VMS 24	60	206,186	1	289,81
			2	253,58
			3	225,40
			4	202,86
			5	184,42
			6	169,05
			7	156,05
VMS 20	40	137,46	1	183,77
			2	160,80
			3	142,93
			4	128,64
			5	116,94
			6	107,20
			7	98,95
VMS 14	29,19	100,3	1	126,45
			2	110,65
			3	98,35
			4	88,52
			5	80,47
			6	73,77
			7	68,09

Visus 0,73: Maximale Fahrtgeschwindigkeit nach Sichtdauer

	Buchstaben-interner Zwischenraum (mm)	Sichtdistanz (m)	Standard Information (Anzahl)	Geschwindigkeit (km/h)
VMS 31	60	150,515	1	203,92
			2	178,43
			3	158,60
			4	142,74
			5	129,76
			6	118,95
			7	109,80
VMS 24	60	150,515	1	203,92
			2	178,43

			3	158,60
			4	142,74
			5	129,76
			6	118,95
			7	109,80
VMS 20	40	100,34	1	126,51
			2	110,69
			3	98,39
			4	88,56
			5	80,50
			6	73,80
			7	68,12
VMS 14	29,19	100,3	1	126,45
			2	110,65
			3	98,35
			4	88,52
			5	80,47
			6	73,77
			7	68,09

Visus 0,5: Maximale Fahrtgeschwindigkeit nach Sichtdauer

	Buchstaben-interner Zwischenraum (mm)	Sichtdistanz (m)	Standard Information (Anzahl)	Geschwindigkeit (km/h)
VMS 31	60	103,093	1	130,75
			2	114,41
			3	101,69
			4	91,52
			5	83,20
			6	76,27
			7	70,40
VMS 24	60	103,093	1	130,75
			2	114,41
			3	101,69
			4	91,52
			5	83,20
			6	76,27
			7	70,40
VMS 20	40	68,73	1	77,73
			2	68,01
			3	60,46
			4	54,41
			5	49,46
			6	45,34
			7	41,85
VMS 14	29,19	50,15	1	49,07
			2	42,93
			3	38,16
			4	34,35
			5	31,22
			6	28,62
			7	26,42

10 Verweise

a. ÖNorm EN 12966:2019 Vertikale Verkehrszeichen – Wechselverkehrszeichen
b. Siebenhandl K, Brugger C, Simlinger P, Egger S, Weinberger J, Vasek J (2007) 2nd Comprehension Test (2ndCT) Report. EU Research Project SOMS/In-Safety, IIID/DUK: Vienna/Krems.
c. Consolidated resolution on Road Signs and Signals (R.E.2) (2010) United Nations, Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee.
d. https://visys.pro/moa-method/
e. United Nations (1968) Convention on Road Signs and Signals, done at Vienna
f. Simlinger P, Egger S, Galinski C (2008) Deliverable D2.3 Proposal on unified pictograms, keywords, bilingual verbal messages and typefaces for VMS in the TERN. EU Research Project SOMS/In-Safety, IIID: Vienna
g. Kjemtrup K (2005) The “Danish technical handbook for VMS” Powerpoint presentation. Vejstandardafdelingen, Vejdirektoratet, Copenhagen.
h. United Nations (2005) Working Party on Road Traffic Safety, Forty-sixth session, 14-16 March 2005, REVISION OF THE CONSOLIDATED RESOLUTIONS R.E.1 AND R.E.2, agenda item 5 (j): Variable Message Signs, para. 6 “Message content and structure for VMS use”, item 7
i. Dirección General de Tráfico (ed.): Mare Nostrum: Towards a European VMS Contents Harmonization, p 10, Colmear Impresores S.L., 2006.
j. Siebenhandl K, Simlinger P, Egger S, Holló P, Weinberger J, Vasek J (2007) Results of the Test of Content Structure of Pictorial and Verbal Messages on VMS conducted in Austria and Czech Republic. EU Research Project SOMS/In-Safety, IIID/DUK: Vienna/Krems.
k. Siebenhandl K, Brugger C, Simlinger P, Egger S, Weinberger J, Vasek J (2007) Results of the Comprehension Tests on pictograms conducted in Austria, the Czech Republic and Hungary. EU Research Project SOMS/In-Safety, IIID/DUK: Vienna/Krems.
l. Hauck N (2018) Barrierefreie Beleuchtungslösungen für sehbehinderte Menschen in Innenräumen sowie Entwicklung einer Kontrastbestimmungsmethode. Dissertation. Technische Universität: Wien
m. Brugger C (2006) Comprehensibility Judgment Test Report. EU Research Project SOMS/In-Safety, IIID: Vienna.
n. Siebenhandl K, Brugger C, Simlinger P, Egger S, Weinberger J, Vasek J (2007) Results of the Comprehension Test on Animated Pictograms conducted in Austria and the Czech Republic. EU Research Project SOMS/In-Safety, IIID/DUK: Vienna/Krems.
o. https://visys.pro/research/soms/tern-typeface/