

Lichttechnik (LED, Xenon) im Straßenverkehr*

1. Allgemeine Bemerkungen

Es soll ein Überblick darüber gegeben werden, wie der Stand der Technik von Kfz-Beleuchtungen und von Lichtquellen des Verkehrsumfelds eingestuft werden kann und wie Sichtbedingungen in Zusammenhang mit Verkehrsunfällen lichttechnisch objektiviert werden können. Der Genauigkeitsgrad solcher Untersuchungen wird allgemein unterschätzt, kann er doch bei ordentlicher Aufbereitung mit anderen Rekonstruktionsverfahren durchaus mithalten. Das Gebiet der Lichttechnik wird oft als undurchsichtig eingestuft und mit kryptischen – nicht selten auch falschen – Bemerkungen abgetan. Es soll der Versuch unternommen werden, auf besondere Problempunkte hinzuweisen. An-

* Der Beitrag beruht auf einer Präsentation, die der Autor beim internationalen Fachseminar Straßenverkehrsunfall und Fahrzeugschaden 2010 in Bad Hofgastein vorgetragen hat.

hand von Beispielen kann demonstriert werden, wie wichtig Grundkenntnisse der Lichttechnik und Sehphysiologie für Verantwortungsträger und Sachverständige des Verkehrsbereiches sind (wären).

2. Theoretische Grundlagen

Im allgemeinen Sprachgebrauch werden lichttechnische Größen oft falsch verwendet, was deren Verständnis nicht gerade erleichtert. Mit Ausnahme der Beleuchtungsstärke handelt es sich bei den in Abb. 1 dargestellten Größen um ausgestrahltes Licht. Die von einer Punktlichtquelle ausgestrahlte Lichtstärke von 1 cd ergibt auf einer im Abstand von 1 m befindlichen Fläche eine Beleuchtungsstärke von 1 lx. Die Beleuchtungsstärke verringert sich mit dem Quadrat des Abstands. Auf diese Weise kann durch eine Messung der Beleuchtungsstärke die Lichtstärke einer Lichtquelle ermittelt werden bzw stehen sämtliche lichttechni-

Grundgrößen der Lichttechnik

Meßgröße	übliche Bezeichnung	Iso-Einheit	Verhältnis zu Bezugsgrößen	weitere Einheiten mit Umrechnungsfaktor
Lichtstrom	ϕ	Lumen (Lm)	Lichtquelle mit 1 cd strahlt 4π Lm aus	
Lichtstärke	J	Candela (cd)	1 cd = 1 lm/sr	1 Troland = 10^{-6} cd
Beleuchtungsstärke	E	Lux (lx)	1 lx = 1 lm/m ² Lichtquelle mit 1 cd gibt in 1 m Abstand 1 lx	1 Footcandle (fc) = 10,76 lx 1 Phot (ph) = 10^4 lx
Leuchtdichte	L	Candela / m ² (cd/m ²) /= 1 Nit (nt)	Fläche mit 100% Remission (reinweiß) ergibt bei 1 lx — 1 Apostilb	1 Stilb (sb) = 1 cd/cm ² = 10^4 cd/m ² 1 Apostilb (asb) = $1/\pi$ cd/m ² = 0,318 cd/m ² 1 Lambert (L) = 10^4 asb = 3183 cd/m ² 1 Footlambert (ftl) = 3,43 cd/m ² 1 cd per square foot (cd/ft ²) = 10,76 cd/m ² 1 cd per square inch (cd/in ²) = 1550 cd/m ²
Reflexion		Candela pro Lux und pro m ² (cd/Lx . m ²)		1 candlepower/footcandle . square foot = 1 cd/Lx.m ²

Quelle: eigene Zusammenstellung

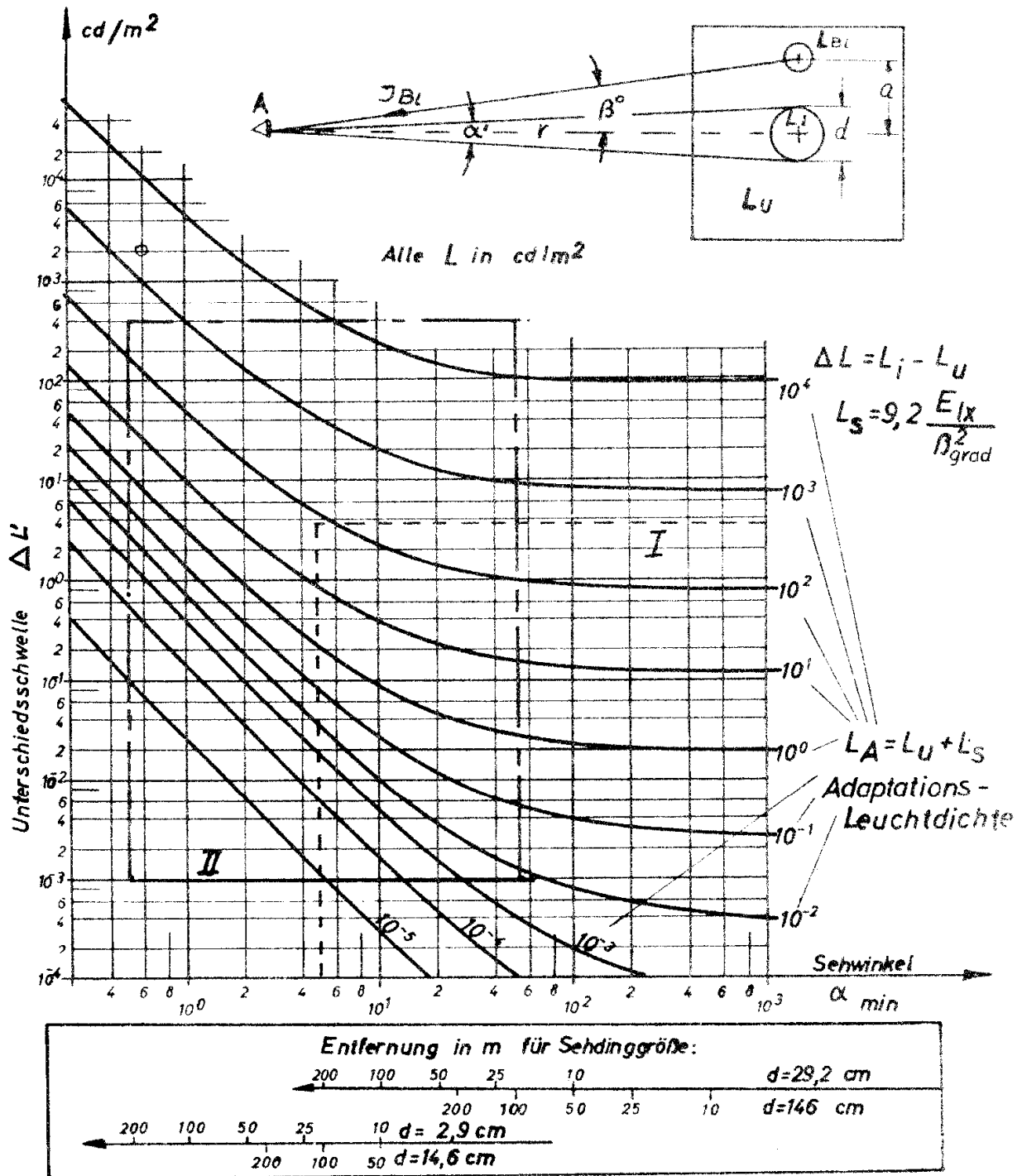
Abb. 1: Wichtigste lichttechnische Größen und deren Umrechnung

Lichttechnik (LED, Xenon) im Straßenverkehr

schen Größen der Tabelle in einem fixen und berechenbaren Zusammenhang.

Bei der Reflexion von Licht muss zwischen einer diffusen Reflexion, wie sie bei matten Oberflächen gegeben ist, und der gerichteten Reflexion von Rückstrahlern unterschieden werden. Grundsätzlich bleibt der Mechanismus gleich: Durch das einfallende Licht wird am reflektierenden Objekt

eine Leuchtdichte hervorgerufen. Die Leuchtdichte von angeleuchteten Objekten mit matter Oberfläche (Kleidung von Personen = diffus reflektierend) kann über den Remissionsgrad ρ , das ist eine Verhältniszahl in Beziehung zu einer reinweißen Oberfläche, ermittelt werden. Mithilfe von Vergleichstafeln kann der Remissionsgrad durch optischen Vergleich quantifiziert werden. Stark unterschätzt bzw kaum beachtet (auch seitens der Gesetzgebung) wird die Tatsa-



Quelle: Behrens, Beleuchtung am Kraftfahrzeug, 3. wissenschaftliche Fachdiskussion, Kuratorium für Verkehrssicherheit

Abb. 2: Zusammenhang zwischen Schwellkontrasten, Objektgröße und Adaptationsleuchtdichte

che, dass dunkle Farben die Reflexionsfähigkeit von Materialien bis zu mehr als 90 % reduzieren können (Schutzwegkennzeichnung in Blau schlecht sichtbar).

Bei der gerichteten Reflexion von Rückstrahlern werden die entsprechenden Kennzahlen seitens der Hersteller angegeben. Der Rückstrahleffekt beruht auf der sog Totalreflexion (Rückleitung des Lichts in einem von Luft umgebenen Glaskörper). Bodenmarkierungen mit eingestreuten Glaskugeln werden daher bei Nässe unwirksam (zweiter Hinweis auf Schutzwege).

Die für den Sehvorgang wesentliche Größe ist der Kontrast als Verhältnis von Leuchtdichten des Sehobjekts und der Umgebung. Abhängig von der Adaptation (Helligkeitsanpassung der Augen) und der Größe des Objekts können bestimmte Unterschiede in den Leuchtdichten wahrgenommen bzw erkannt werden. Zur Bewertung dieser Schwellenkontraste bzw der Unterschiedsempfindlichkeit existieren Sehtafeln wie die in Abb. 2 dargestellte.

3. Messtechnik/Befundaufnahme

Wie in allen anderen Bereichen auch ist die wichtigste Voraussetzung für logisch begründbare Feststellungen eine möglichst genaue Befundaufnahme. Bereits an dieser Stelle muss davor gewarnt werden, mithilfe von einfachen Diagrammdarstellungen, wie zB Wahrnehmbarkeitsentfernungen von Fußgängern, Fälle im Schnellverfahren lösen zu wollen. Die anzuwendenden Rezepte sind doch etwas ausgefeilter, eine genaue Erfassung der örtlichen Verhältnisse bei vergleichbaren Witterungsbedingungen ist unbedingt nötig. Bei Befundaufnahmen mit Parteien ist beim Ortsaugenschein besonders darauf hinzuweisen, dass die statische Betrachtung nicht mit der dynamischen während der Fahrt gleichgesetzt werden kann. Objekte, die beim Ortsaugenschein gesehen werden, werden während der Fahrt in verkürzter Darbietungszeit nicht immer wahrgenommen und erkannt. Anders gesagt können aber Objekte, die beim Ortsaugenschein auch nicht gesehen werden, schwerlich während der Fahrt gesehen worden sein.

Der messtechnische Aufwand besteht hauptsächlich in einer genauen Vermessung der örtlichen Gegebenheiten mittels Laser-Entfernungsmesser, wobei Leitpflöcke, Lichtmaste etc. nützliche Hilfen darstellen. Genaueste fotografische Dokumentation, besser mittels Video, empfiehlt sich zur Ermittlung der jeweiligen Lagebeziehungen. Wenn möglich sollten relevante Lichtquellen wie zB Rücklichter von Fahrrädern sichergestellt und gemessen werden. Nach Möglichkeit sollte die Wirkung (Funktion) von Scheinwerfern am spezifischen Fahrzeug gemessen werden. Wenn es nicht möglich ist, Leuchten von unfallbeteiligten Fahrzeugen ei-

ner Messung zuzuführen, können vergleichbare Messkurven oder wenigstens die gesetzlich verankerten Sollwerte herangezogen werden. Die üblicherweise veröffentlichten Angaben für Lichtverteilungen von Scheinwerfern sind Kurven einzelner Beleuchtungsstärkewerte auf dem Grundriss einer Fahrbahn. Besser geeignet sind Isoluxkurven oder auch Isocandelakurven mit mehreren Messwerten in einer Projektionsdarstellung auf dem gesetzlich vorgegebenen Messschirm. Damit können auch andere als gerade und horizontal verlaufende Fahrbahnen berücksichtigt werden.

Mindestausstattung für den SV ist ein Luxmeter (misst Beleuchtungsstärken), das eine der Augenempfindlichkeit entsprechende spektrale Bewertung aufweisen muss.

Für die Messung von Leuchtdichtewerten werden Spotmeter benötigt. Der Messwinkel darf dabei nicht zu eng sein, da damit auch die Empfindlichkeit der Geräte abnimmt. Für überschlägige Messungen können qualitativ hochwertige Fotobelichtungsmesser verwendet werden, die ermittelten Lichtwerte (= Belichtungszeit-Blenden Kombination) können in Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke umgerechnet werden. Die Ermittlung von Leuchtdichten mithilfe von Lichtwerten kann auch mit modernen Digitalkameras vorgenommen werden. Die nachstehende Vergleichstabelle (Abb. 3) zeigt die Verhältnisse zwischen den ermittelten Lichtwerten (für eine Film-/Sensorempfindlichkeit von 100 ASA) und Leuchtdichte- bzw Beleuchtungsstärkewerten.

Die Fahrbahn kann hinsichtlich ihres spezifischen Rückstrahlwerts bewertet werden. Die öffentliche Beleuchtung wird sinnvollerweise mittels eines Rasters von Messpunkten (im Querschnitt Rand – Mitte Fahrstreifen – Leitlinie usw, in Längsrichtung unter Lichtquellen – dazwischen mindestens weitere drei Punkte) erfasst. Die Wirkung sonstiger Lichtquellen ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn diese zum optischen Hintergrund des zu erfassenden Objekts beitragen oder davon Blendungswirkungen ableitbar sind.

4. Gesetzliche Bestimmungen

Die Kenntnis gesetzlicher Bestimmungen für Kfz ist insofern von besonderer Bedeutung, als an Kfz Beleuchtungen oft Manipulationen (bewusst oder unbewusst) vorkommen oder eine Fehlfunktion gegeben ist. Die Fahrzeugüberprüfung nach § 57a KFG ist nur zum Teil in der Lage, Missstände aufzudecken oder zu verhindern. Grundsätzlich sind KFG und KDV die verbindlichen Gesetzesmaterien, diese stützen sich aber weitgehend auf internationale Richtlinien (EG) oder Regelungen (ECE). Die an den Lichtquellen erkenntlichen Prüfzeichen sind e und E; darüber hinaus existieren Bestimmungen für den Anbau dieser Lichtquellen.

Lichttechnik (LED, Xenon) im Straßenverkehr

Beleuchtungsstärke	LW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	0	2,8	5,5	11	22	44	88	175	350	700	1400	2800	5500	11000	22000		
	0,1	3	5,89	11,8	23,6	47,2	94,3	188	375	750	1501	3001	5895	11790	23580		
	0,2	3,22	6,32	12,6	25,3	50,5	101	201	402	804	1608	3216	6318	12636	25271		
	0,3	3,45	6,77	13,5	27,1	54,2	108	215	431	862	1724	3447	6771	13543	27085		
	0,4	3,69	7,26	14,5	29	58,1	116	231	462	924	1847	3695	7257	14515	29029		
	0,5	3,96	7,78	15,6	31,1	62,2	124	247	495	990	1980	3960	7778	15556	31113		
	0,6	4,24	8,34	16,7	33,3	66,7	133	265	531	1061	2122	4244	8336	16673	33346		
	0,7	4,55	8,93	17,9	35,7	71,5	143	284	569	1137	2274	4549	8935	17870	35739		
	0,8	4,88	9,58	19,2	38,3	76,6	153	305	609	1219	2438	4875	9576	19152	38304		
	0,9	5,22	10,3	20,5	41,1	82,1	164	327	653	1306	2612	5225	10263	20527	41054		
	1	5,6	11	22	44	88	176	350	700	1400	2800	5600	11000	22000	44000		
alle Werte für 21° DIN																	
Leuchtdichte	LW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LD=2^(LW-3)	0	0,13	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096
	0,1	0,13	0,27	0,54	1,07	2,14	4,29	8,57	17,1	34,3	68,6	137	274	549	1097	2195	4390
	0,2	0,14	0,29	0,57	1,15	2,3	4,59	9,19	18,4	36,8	73,5	147	294	588	1176	2353	4705
	0,3	0,15	0,31	0,62	1,23	2,46	4,92	9,85	19,7	39,4	78,8	158	315	630	1261	2521	5043
	0,4	0,16	0,33	0,66	1,32	2,64	5,28	10,6	21,1	42,2	84,4	169	338	676	1351	2702	5405
	0,5	0,18	0,35	0,71	1,41	2,83	5,66	11,3	22,6	45,3	90,5	181	362	724	1448	2896	5793
	0,6	0,19	0,38	0,76	1,52	3,03	6,06	12,1	24,3	48,5	97	194	388	776	1552	3104	6208
	0,7	0,2	0,41	0,81	1,62	3,25	6,5	13	26	52	104	208	416	832	1663	3327	6654
	0,8	0,22	0,44	0,87	1,74	3,48	6,96	13,9	27,9	55,7	111	223	446	891	1783	3566	7132
	0,9	0,23	0,47	0,93	1,87	3,73	7,46	14,9	29,9	59,7	119	239	478	955	1911	3822	7643
	1	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192

Quelle: Handbuch für Beleuchtung, Verlag Girardet, Essent

Abb. 3: Umrechnungsfaktoren fotografische Lichtwerte – Leuchtdichte – Beleuchtungsstärke

Zudem werden viele Zusatzgeräte und vermeintliche Sehhilfen angeboten, die der gesetzlichen Sanktion entbehren. Die ECE-Regelungen sind auf der Homepage des deutschen Verkehrsministeriums frei zugänglich, der entsprechende Link findet sich auch auf der Homepage des BMVIT (<http://www.bmvit.gv.at>).

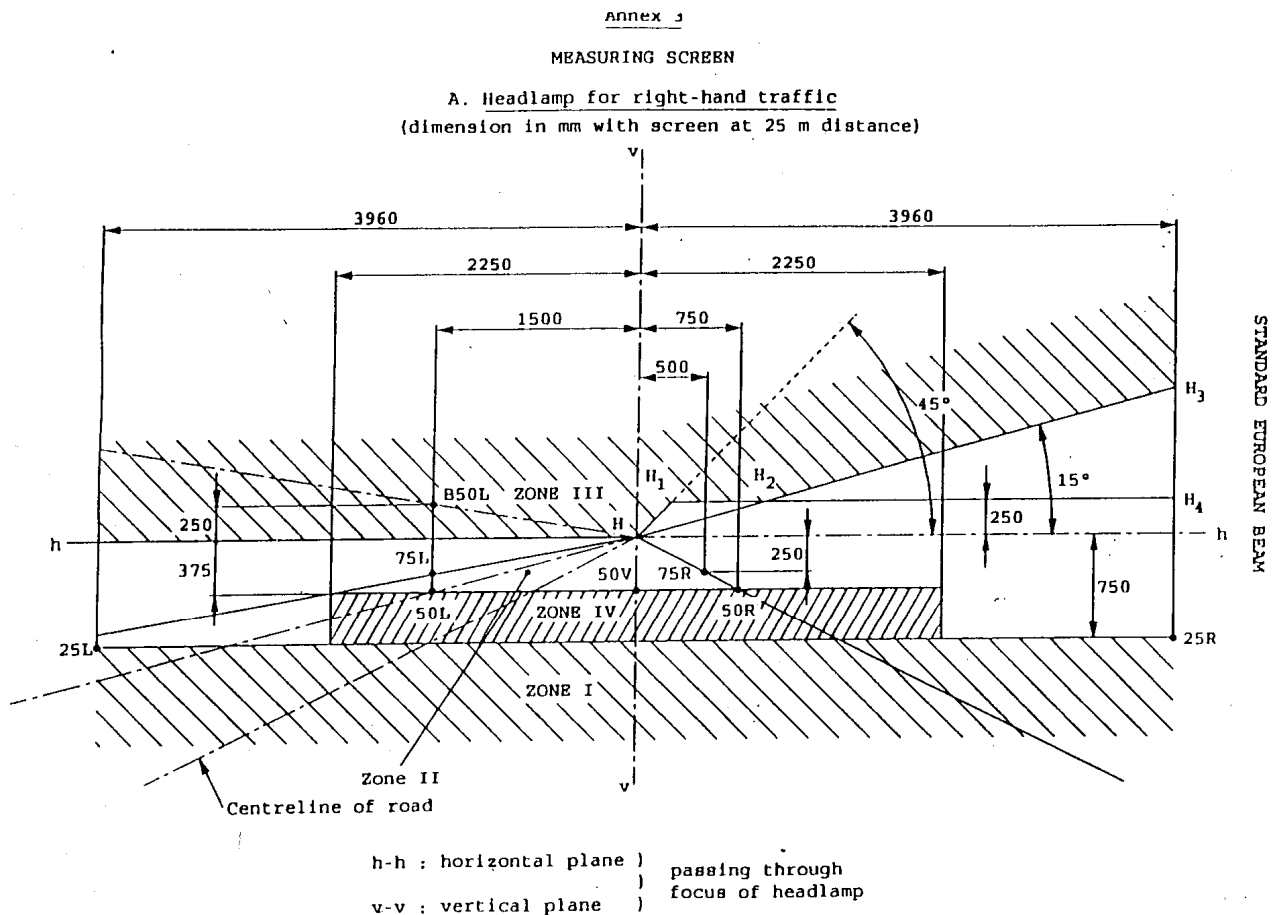
Für nicht motorisierte Fahrzeuge und den Bereich der Straßenverkehrstechnik ist die StVO (zum Unterschied von deutscher STVZO für Kfz) verbindlich. Die wichtigsten Verordnungen zur StVO sind die Bodenmarkierungsverordnung und die Straßenverkehrszeichenverordnung (StVZVO). Da in diesem Bereich aber sehr großer Regelungsbedarf besteht, der nicht nur über Gesetze abgedeckt werden kann, gibt es zusätzliche Normen (EN, ÖNORM, RVS) und auch Richtlinien der ASFINAG sowie Dienstweisungen des BMVIT.

5. Fahrzeug-Beleuchtungstechnik/Rückstrahleinrichtungen

Die Genehmigung von Kfz-Scheinwerfern bezieht sich im Wesentlichen auf eine Messung der Beleuchtungsstärke in festgelegten Punkten auf einem 25 m entfernten Messschirm, der eine perspektivische Darstellung einer gerade verlaufenden Straße repräsentiert (Abb. 4). Die Absenkung

der Hell-Dunkel-Zone in der Grundeinstellung beträgt 1 %. Daraus ergibt sich eine generelle Schlussfolgerung für die Reichweite von Abblendlicht (der Wert 40 m hält sich standhaft). Je höher der Scheinwerfer montiert ist, umso höher ist auch seine theoretische Reichweite. Andererseits wird auch die Empfindlichkeit des Scheinwerfersystems gegenüber Fehleinstellungen dieser Hell-Dunkel-Grenze klar. Falsche Beladung und Fahrbahnkuppen heben die Hell-Dunkel-Grenze an und erzeugen Blendung. Bei Linkskurven wirkt sich die asymmetrische Lichtverteilung (rechts Anhebung des Lichtkegels) der Scheinwerfer durch Erhöhung der Blendbeleuchtungsstärken aus. Scheinwerfer für Linksverkehr sollten bei Rechtsverkehr generell verboten werden.

Gasentladungslampen in Scheinwerfern ergeben einen gegenüber Halogenlampen um rund 50 % erhöhten Lichtstrom, die Lichtverteilung ist ähnlich. Die Gasentladungstechnik ist durch die bläulich wirkende weiße Lichtfarbe sofort erkennbar, zusätzliche gesetzliche Vorschriften sind eine dynamische Niveauregulierung und eine Reinigungsanlage. Die generelle Problematik eines wesentlich zu hellen Vorfelds (Zone vor dem Kfz) mit der Folgewirkung einer stärkeren Blendung des Gegenverkehrs bei Nässe bleibt bestehen bzw wird oft noch verstärkt.



Quelle: ECE-Regelungen, abrufbar unter <http://www.bmvbs.de/Verkehr/Strasse-,1446/Kfz-technische-Vorschriften.html>

Abb. 4: Messfelder der gesetzlichen Scheinwerferprüfung nach ECE

Die Steuerung der Scheinwerfersysteme über Computer ermöglicht die Entwicklung von besonderen Ausformungen der Lichtverteilung wie Stadtlicht, Nebellicht, Autobahnlicht, wobei die Ansteuerung geschwindigkeitsabhängig erfolgen kann. Auch das adaptive Kurvenlicht und das Abbiegelicht sind computergesteuert. Die Entwicklungen von Hauptscheinwerfern in LED-Technik zeigen in Zusammenhang mit der Computersteuerung besondere Vorteile, wobei die Lichtfarbe nochmals weiter in Richtung Weiß-Blau verschoben ist.

Die Technologie der Leuchtdioden ergibt auch bei allen sonstigen Leuchten am Kfz bis zu Leuchten von Fahrrädern neue Möglichkeiten. Bei geringer Leistungsaufnahme, die etwa 20 % von Glühlampen beträgt, können die geforderten Lichtstärken von Signalleuchten erbracht und dabei noch optisch gestalterische Formen verwirklicht werden. Einen weiteren wesentlichen Fortschritt in der Beleuchtungstechnik könnte die Entwicklung von Infrarotscheinwerfern bringen, die mangels Infrarotempfindlichkeit des menschlichen Auges allerdings eigene Empfänger und entsprechende Monitoren benötigen.

6. Straßenbeleuchtung/Verkehrssignale (selbstleuchtend oder rückstrahlend)

Die Normen der Beleuchtungstechnik für Straßen EN 13201 sind sehr umfassend und teilweise nicht leicht lesbar. Zusätzlich existiert eine ÖNORM O 1051 für die Beleuchtung von Konfliktzonen. Für Tunnelbeleuchtung gibt es eigene RVS-Richtlinien und Richtlinien der ASFINAG. Mangels gesetzlicher Fundierung kommt diesen Normen höchstens empfehlender Charakter zu. Die aktuelle Beleuchtungssituation ist nach Verkehrsunfällen jeweils vor Ort zu ermitteln; individuelle Schaltzustände (Nachtabsenkung) sind dabei zu berücksichtigen. Bei länger zurückliegenden Verfahren ist bei den Bauabteilungen von Kommunen und Straßenerhaltern sicherheitshalber nachzufragen, ob die Straßenbeleuchtung in der erhobenen Ausstattung bereits zum Unfallzeitpunkt bestanden hat und ob eventuell ein Schaden vorgelegen ist (Aufzeichnungen meist sehr gut).

Bei Verkehrslichtsignalen hält die LED-Technik Einzug, womit die bekannten Probleme des Phantomlichts oder der Sonneneinstrahlung weitgehend eliminiert sind. Teilweise

tritt schon der gegenteilige Effekt ein: Mangels Reduktion der Leuchtdichten während der Dunkelheit führen vor allem die grünen Signale (siehe Augenempfindlichkeit) zumindest zu Belästigungswirkungen.

Der große Problempunkt in Hinblick auf Wahrnehmbarkeit und Erkennbarkeit von Verkehrszeichen und optischen Kennzeichnungen sind nach wie vor die Schutzwege, was auch durch die Unfallsituation belegt ist. In vielen Fällen ist schon die örtliche Anordnung lichttechnisch falsch und die lichttechnische Ausstattung mangelhaft. Dazu kommt die schlechte Reflexionswirkung des Verkehrszeichens „Kennzeichnung eines Schutzweges“ und die bei Nässe kaum mögliche Wahrnehmbarkeit der Bodenmarkierungen. Auch die Positionierung mancher Stoppschilder ist aus lichttechnischer Sicht problematisch, sofern diese nur in reflektierender Ausführung aufgestellt sind. In vielen Fällen wären selbst leuchtende Verkehrszeichen unverzichtbar.

7. Verkehrsfremde Leuchten

Verkehrsfremde Leuchten, wie Beleuchtungen von Fassaden, Auslagen, Sportstätten und beleuchtete Werbeflächen, wirken in einigen wenigen Fällen positiv auf das Verkehrsumfeld, indem sie etwa Fußgänger oder Radfahrer besser erkennbar machen. Viel eher erzeugen derartige Lichtquellen Ablenkungen oder sogar Blendungen. Problematisch sind zwanghaft ausgelöste Blickzuwendungen, die etwa durch bewegende Lichtquellen bewirkt werden können. Die technischen Möglichkeiten der Darbietung von Werbeinhalten haben sich mit der LED-Technik stark verbessert, aber auch herkömmliche Projektionstechniken finden in der Anstrahlung von Hochhäusern neue Anwendungsgebiete. Kernfehler bei der Darbietung von Werbung sind zu hohe Leuchtdichten, welche die Lesbarkeit und Klarheit der Bildinformation stark reduzieren. Objektiv nachweisbare Blendungen werden hauptsächlich durch abgeschirmte Strahler zur Beleuchtung von Baustellen oder Sportstätten hervorgerufen.

8. Sehvorgang/Sichterschwernisse (Blendung, Nässe, Sehfehler)

Das menschliche Auge reagiert auf Leuchtdichten, ausgedrückt durch den sog photometrischen Kontrast. Es gibt auch noch andere Kontraste, wie zB den Farbkontrast, der allerdings erst bei Tageslicht wirkt. Es muss zwischen der Wahrnehmungsmöglichkeit, dh der Chance, Objekte zu erkennen, und dem tatsächlichen Erkennen unterschieden werden. Wahrnehmbare Objekte befinden sich meist im Bereich des peripheren Sichtfeldes, zur Blickzuwendung bedarf es eines entsprechenden Reizes durch Bewegung, Intensität oder bewusst gesteuerte Blicksprünge. Erst im zen-

tralen Sehfeld spielt sich der Prozess des Erkennens und Identifizierens einer Gefahr ab.

Sehschärfe, Empfindlichkeit und auch Blendwirkung nehmen mit Entfernung von der Sehachse im peripheren Sichtbereich sehr stark ab. Als Voraussetzung zum Wahrnehmen geringer Kontraste ist also auch eine ausreichende Aufmerksamkeitsleistung des Lenkers, dh ständiges Absuchen der Annäherungszone nach eventuellen Hindernissen, nötig. Bei monotonen nächtlichen Fahrten dürfte die nötige Aufmerksamkeit nicht immer gegeben sein, bzw beschränkt sich diese auf die Spurführung des eigenen Kfz und nicht auf das Erkennen unerwarteter Gefahren.

Als erschwerende Einflüsse auf den Sehvorgang sind Blendungen, Nässe und Nebel zu nennen. Relative Blendungen (Verringerung der Sehleistung) werden hauptsächlich durch entgegenkommende Kfz bewirkt; der eintretende Effekt wird als Schleierleuchtdichte bezeichnet. Der Begriff ist insofern sehr anschaulich, als ein weißer Lichtvorhang vor einem dunkleren Hintergrund diesen tatsächlich verschwinden lassen kann (Fernlichtscheinwerfer bei Nebel). Die Schleierleuchtdichte überlagert sich der Adaptationsleuchtdichte und verringert die Unterschiedempfindlichkeit. Die Schleierleuchtdichte hängt ab von der auf das Auge fallenden Blendbeleuchtungsstärke sowie einem altersabhängigen Faktor (Trübung des Auges) und reduziert sich mit dem Quadrat des Winkels zwischen Sehachse und Blendlichteinfall.

Blendungen durch entgegenkommende Kfz sind abhängig von der Position der Fahrzeuge zueinander und besonders ausgeprägt vor Linksbögen und Kuppen im Fahrbahnverlauf. Problematisch sind auch Nachrüstungen von Scheinwerfern (meist anzeige- und genehmigungspflichtig) und die Verwendung von Lampen mit erhöhter Leistung. Lkw haben oft weit mehr zusätzliche Scheinwerfer als erlaubt, was ebenfalls zu überdurchschnittlichen Blendungen führt.

Besonders starke Blendungen (= absolute, da die Fähigkeiten des Auges überfordert sind) werden durch die Sonne, oft in Verbindung mit nasser Fahrbahn, erzeugt.

Blendung ist die am häufigsten feststellbare Risikoerhöhung im Nachtverkehr. Dabei wird von einer physiologisch nachweisbaren Blendung ausgegangen, welche die Wahrnehmungsmöglichkeiten oft drastisch verringert. Die sog psychologische Blendung, die durch Unbehagen beim Betrachten von Lichtquellen entstehen kann, ist von geringerer Bedeutung. Von Parteienvertretern wird oft die Meinung vertreten, dass die Verwendung von Abblendlicht Blendung grundsätzlich ausschließt, was leider ein völliger Irrglaube ist. Jede Lichtquelle im Sichtfeld erhöht den Adaptations-

zustand des Auges, was meist mit einer Verringerung der Pupillenöffnung, aber auch mit einer Anhebung der noch wahrnehmbaren Schwellenkontraste einhergeht. Schwache Kontraste können demzufolge weniger gut wahrgenommen werden. In diesem Zusammenhang muss auf Produkte hingewiesen werden, die angeblich die Blendung bei Nacht verringern sollen, indem sie auf das Auge leuchten. Das subjektive Empfinden der Blendung entgegenkommender Fahrzeuge wird tatsächlich verringert. Allerdings könnte dies Fußgängern oder Radfahrern zum Verhängnis werden, weil die Empfindlichkeit für schwache Kontraste reduziert wird.

Eine das Risiko erhöhende und Fahrlässigkeit begründende Einflussgröße könnte aus Fehlsichtigkeiten abgeleitet werden. In der Regel liegen keine augenärztlichen Befunde (etwa über Nachtblindheit), oft nicht einmal entsprechende Eintragungen im Führerschein, vor. Statistisch gesehen ist der Anteil von Jugendlichen (deren Sehfähigkeit noch unbeeinträchtigt sein sollte) an Nachtunfällen ziemlich hoch. Als Gutachter wird man im Regelfall von normalsichtigen Personen ausgehen. Die Auflösungsgrenze des normalsichtigen Auges (bei guten Kontrasten) liegt bei einer Winkelminute, das sind etwa 3 cm auf 100 m.

Ein anderer Einfluss, der nicht unmittelbar mit lichttechnischen Defiziten zusammenhängen muss, ist die Reizüberflutung oder auch nur die Ablenkung durch starke Reize. Aus solchen Situationen können optische Fallen entstehen. Der Fahrer blickt damit woanders hin, die nötige Reaktionsaufforderung unterbleibt. Die daraus entstehende juristische Frage ist, wie weit die gesetzliche Verpflichtung des Fahrens auf Sicht nicht doch eine andere Handlungsweise erfordert hätte.

Bei Fußgängerunfällen sind die von links kommenden Bewegungen überwiegend, oft auch in Verbindung mit entgegenkommenden Kfz. Damit in Zusammenhang sind zwei falsch angelernte Handlungsweisen von Lenkern zu nennen:

1. Wegschauen von der Blendlichtquelle, da unangenehm – auch hinter Blendquellen können Fußgänger die Straße queren, und
2. die Spurführung für das eigene Kfz findet durch Blick auf den rechten Fahrbahnrand statt.

Zur Ermittlung der Kontrastverhältnisse der Kleidung von Fußgängern werden Tafeln des spezifischen Reflexionsvermögens herangezogen. Weiters von Bedeutung ist die auf die Kleidung auftreffende Beleuchtungsstärke des Kfz-Scheinwerfers, die aus Lichtverteilungskurven (Isolux-/Isocandelalinien) für die jeweilige Position bestimmbar ist. Die

Wirkung einer öffentlichen Straßenbeleuchtung auf Fußgänger und Fahrbahn ist ebenfalls zu berücksichtigen.

9. Schlussfolgerungen

Im Sinne der oben ausgeführten Kriterien seien Faktoren dargestellt, die im Nachtunfallgeschehen wiederholt festgestellt wurden:

- Regen, nasse Fahrbahn, Nebel;
- schlechte Sichtbarkeit von Verkehrsschildern und Schutzwegen;
- Fußgänger von links;
- Linkskurve mit Gegenverkehr;
- Kuppe mit Gegenverkehr;
- Scheinwerfereinstellung und -funktion, Beladung;
- Alkohol;
- optische Fallen.

Die Fahrzeugtechnik ist bemüht, höhere Sicherheit durch Verbesserung der Sichtbedingungen für Insassen von Fahrzeugen sicherzustellen. Leider gilt dies nicht in gleichem Maß auch für andere Verkehrsteilnehmer, deren lichttechnische Ausrüstung noch nicht dem neuesten Stand entspricht. Die gesetzlichen Bestimmungen sind einseitig auf Kraftfahrzeuge bezogen, deren Kontrolle ist jedoch auch nicht ausreichend wirksam.

Der lichttechnische SV hat ausreichende Hilfsmittel zur Hand, um Unfallsituationen mit zufriedenstellender Genauigkeit zu analysieren und den Gerichten Entscheidungsgrundlagen für juristische Fragen zu geben, die nicht einfach lösbar (zB Fahren auf Sicht) sind. Der SV kann sich normalerweise dabei nur auf die physiologischen Möglichkeiten eines durchschnittlichen Verkehrsteilnehmers, bezogen auf Wahrnehmung und Erkennen, beziehen. Beurteilungen des Erfahrungsschatzes und der Aufmerksamkeit (distributive und konzentrierte), die beim Nachtunfall eine sehr große Rolle spielen, können leicht zu Missinterpretationen führen. Der SV hat dabei zu berücksichtigen, dass das Gebiet der Lichttechnik eines höheren Erklärungsaufwands als andere Sachgebiete bedarf.

Korrespondenz:

Min.-Rat a. D. Dipl.-Ing. Heinz Lukaschek

Zivilingenieur für technische Physik

Allg. beeid. und ger. zert. SV für Lichttechnik und Straßenverkehrstechnik

Josef-Schöffel-Gasse 16, 3021 Pressbaum

Tel.: 0664 / 4808485

E-Mail: heinz.lukaschek@aon.at