



Faktenblatt Laser Tag

Datum:

14. März 2024

1 Kurzinformation

Das Laser Tag-Spiel ist eine Freizeitbeschäftigung, bei der einzelne Spielerinnen und Spieler oder zwei oder mehrere Mannschaften gegeneinander spielen. Die Spiele können in einer abgedunkelten Spielarena oder auch im Freien stattfinden. Die Spielerinnen und Spieler versuchen, die gegnerischen Personen oder Mannschaften mit einem nicht sichtbaren Laserstrahl zu treffen. Sie verwenden dazu ein pistolenförmiges Handteil, auch Tagger, Phaser oder Laserwaffe genannt, das den Laserstrahl abstrahlt. Um die gegnerischen Treffer registrieren zu können, tragen die Beteiligten Sensoren am Körper, die meist in eine Weste eingenäht sind. In einigen Laser-Tag-Anlagen unterstützt ein sichtbarer Laserstrahl die Spielerinnen und Spieler bei der Zielführung. Treffer, welche durch die Sensoren registriert werden, lösen optische und/oder akustische Signale aus. Am Ende des Spiels werden die registrierten Treffer statistisch ausgewertet und die Leistung der Spielerinnen und Spieler oder Mannschaften miteinander verglichen.

Zusammen mit dem Eidgenössischen Institut für Metrologie METAS hat das BAG die Laserstrahlung einer Laser Tag-Anlage ausgemessen. Die Messungen zeigen, dass das Laser Tag-Spiel die Grenzwerte für Laserstrahlung einhält und gemäss heutigem Wissensstand und bei sachgerechter Verwendung keine Gefährdung für die Augen darstellt [7]. Folgende Empfehlungen helfen Ihnen dabei, Laser Tag-Anlagen sicher zu verwenden:

Empfehlungen zum Laser Tag-Spiel

- Blicken Sie nie in einen Laserstrahl und richten Sie nie absichtlich den Laserstrahl auf die Augen der Mitspielerinnen und Mitspieler.
- Ein Besuch von Laser Tag-Anlagen wird erst ab 14 Jahren empfohlen.
- Befolgen Sie sämtliche Sicherheitsanweisungen der Laser Tag-Veranstalter.

2 Ausführliche Informationen

2.1 Laser Tag: Entwicklung und Produkte

1984 wurde das erste Laser Tag-Zentrum in Dallas in den USA eröffnet [1]. Unterdessen wird das Spiel

Weitere Informationen:

Bundesamt für Gesundheit BAG
Abteilung Strahlenschutz, Sektion NIS/DOS
Schwarzenburgstrasse 157, CH-3003 Bern
www.bag.admin.ch

in über 20 verschiedenen Indoor-Anlagen in der Schweiz angeboten [2]. Europaweit gibt es schätzungsweise 650 Lokale. Laser Tag ist auch unter Bezeichnungen wie Lasergame, Laser Quest, Laser Evolution, Laser Ball, LaserMaxx, Lazerfun, Laser-Attack bekannt. Der neuste Trend sind virtuelle Realitätstechnologien, bei denen die Spieler virtuelle Realitätsbrillen tragen.

2.2 Ausrüstung und technische Daten

Für ein Laser Tag-Spiel braucht es eine Zieleinrichtung, die auch Tagger, Phaser oder Laserwaffe genannt wird. Die Spielerinnen und Spieler versuchen, mit einem optischen Impuls im nicht sichtbaren Infrarotbereich ihre Gegner zu treffen. Dazu tragen alle Spielerinnen und Spieler Westen mit Vorder-, Rücken- und Schultersensoren (Abbildung 1), welche die Treffer erkennen und registrieren. Um den Spielverlauf zu visualisieren, benutzen viele Laser Tag-Anlagen zusätzlich kurze Laserlichtimpulse im sichtbaren Bereich.



Abbildung 1: Spielausrüstung für eine Laser Tag-Spielerin / einen Laser Tag-Spieler mit optischem Zielgerät (Tagger) (Fotos BAG)

Trotz dem weitverbreiteten Spielnamen „Laser Tag“ wird nicht immer ein sichtbarer Laserstrahl verwendet. Für die Signalübertragung reicht zum Beispiel auch ein unsichtbares Infrarotsignal. Es gibt zahlreiche Laser Tag-Hersteller, die ihre eigenen Techniken der Signalübertragung entwickelt haben. In den folgenden Abschnitten werden die häufigsten verwendeten Techniken beschrieben.

2.2.1 Infrarotsignal

Infrarot-Laserdioden und -lichtemittierende Dioden (auch bekannt als LEDs oder IREDS) sind weit verbreitet und können zum Beispiel in Displays und in TV-Fernbedienungen sowie in Spielzeug eingebaut sein. Anstelle von sichtbarem Licht strahlen sie für das menschliche Auge unsichtbares Infrarotlicht aus. Im Gegensatz zu Glühbirnen, die Licht über einen weiten Spektralbereich ausstrahlen, emittieren LEDs Licht über eine vergleichsweise schmale Bandbreite.

Ähnlich wie bei einer Fernbedienung benutzen Laser Tag-Anlagen infrarote Strahlung zur Übertragung des Signals vom Tagger zur Weste [9]. Das bei einem Treffer von der Weste empfangene IR-Signal wird in ein elektrisches Signal umgewandelt und als solchen registriert. Die gesendeten Infrarotsignale sind Puls-Code-Moduliert (PCM). Das heisst, sie enthalten eine eindeutige Codierung, welche aus kürzeren und längeren Pulsen und Pausen besteht [1]. Diese Codierung stellt sicher, dass ein Treffer vom Sensor der Weste eindeutig einem spezifischen Tagger zugeordnet werden kann.

Die IR-Technologie bietet viele Möglichkeiten für unterschiedliche Spielvarianten [1]. Um mehrere Spieler gleichzeitig treffen zu können, erzeugen IR-Tagger zum Teil stark streuende unsichtbare Infrarotsignale, die sich auf eine Distanz von ca. 5 Meter beschränken. Andere IR-Tagger wiederum besitzen eine spezielle Linse, die eine Streuung verhindern und Distanzen von bis zu 50 Meter zulassen. Dies bedingt, dass die Sensoren des Gegners exakt getroffen werden müssen [5].

2.2.2 Lasersignal

Mit Laserstrahlen funktionierende Tagger erzeugen gepulste Laserstrahlen. Da es fast unmöglich ist, mit einem 2 mm breiten Laserstrahl einen ähnlich grossen Sensor zu treffen, besteht der Lichtsensor auf der Weste aus einem Strang von zahlreichen dünnen Glasfasern. Sie laufen auf eine Fotodiode zu, welche die Laserstrahlung detektiert [4]. Dies erlaubt, mit einer einzigen Fotodiode die gesamte von den Glasfasern abgedeckte Fläche zu überwachen und so eintreffende Laserlichtimpulse auszuwerten.

Ein Kontroller im Tagger zählt die Anzahl der abgefeuerten Schüsse, die Art des Lichtstrahls, die Anzahl der Treffer von anderen Taggern. Mit Laserstrahlung arbeitende Tagger bieten zudem die Möglichkeit, die Entfernung zu einem Ziel zu erfassen [8].

Bisher wurden hauptsächlich rote Laserstrahlen mit einem Strahldurchmesser von wenigen Millimetern verwendet. Weil die Farbe Grün im Vergleich zur Farbe Rot wegen der stärkeren Lichtempfindlichkeit des menschlichen Auges im grünen Farbbereich viel besser wahrgenommen wird, werden immer häufiger grüne Laser mit breiterem Laserstrahl von ca. 13 mm verwendet. Damit das Auge dieselbe Helligkeit wahrnimmt, kann bei gleicher Strahldivergenz ein grüner Laserstrahl im Vergleich zu einem roten Laserstrahl eine geringere Leistung aufweisen.

Normalerweise wird ein Laserstrahl der Laserklasse 1 oder 2 verwendet. Laserstrahlung ist in verschiedene Gefährdungsklassen eingeteilt. Diese Gefährdungsklassen werden unter dem Punkt 2.4.1 im zweitletzten Abschnitt beschrieben. In Tabelle 1 sind die zugelassenen Leistungen der einzelnen Laserklassen (SN EN 60825-1:2014) aufgeführt [10].

Tabelle 1: Zugelassene Leistungen der Laserklassen (SN EN 60825-1:2014)

| Klasse | Wellenlänge [nm] | zu Grunde liegende Expositionszeiten [sec] | zulässige Leistung [mW] |
|--------|------------------|--|-------------------------|
| 1 | 400-450 | >10 | 0.039 |
| | 450-500 | >10 | 0.039-0.39 ¹ |
| | 500-700 | >10 | 0.39 |
| 2 | 400-700 | < 0.25 | analog Klasse 1 |
| | 400-700 | > 0.25 | 1 |
| 3R | 400-700 | > 0.25 | 5 |
| 3B | 400-700 | > 0.25 | ≤500 |
| 4 | 400-700 | > 0.25 | >500 |

2.2.3 RF-Identifikation

Die Radiofrequenz-Identifikation (RFID) nutzt elektromagnetische Felder zur automatischen Identifizierung und Verfolgung von Tags, welche an Objekten (Tagger oder Weste) festgemacht oder eingebettet sind. Diese Tags enthalten elektronisch gespeicherte Informationen. Passive Tags werden von einem sich in der Nähe befindenden RFID-Lesegerät mit genügend Energie versorgt, um eine Auslesung zu ermöglichen. Dies funktioniert allerdings nur auf relativ kurze Distanzen. Aktive Tags wiederum haben eine lokale Energiequelle wie zum Beispiel eine Batterie und ermöglichen dadurch eine Auslesung auf bis zu mehreren hundert Meter Entfernung vom RFID-Lesegerät. Bei solchen Systemen strahlen die RFID der Westen kontinuierlich eine Identifikations-Nummer als digitales Signal ab, welches von den Taggern gescannt wird.

¹ zwischen 450 nm und 500 nm steigt der Wert nach einer Potenzfunktion von 0.039 mW auf 0.39 mW

2.3 Laser Tag-Messungen

In Zusammenarbeit mit dem Eidgenössischen Institut für Metrologie METAS führte das BAG in einer Laser Tag-Anlage an den verwendeten Spielgeräten Spektral- und Leistungsmessungen durch (Abbildung 2). Mit einem Spektrometer wurde die relative spektrale Verteilung der optischen Strahlung gemessen und mit dem Leistungsmessgerät ihre Intensität aufgezeichnet.



Abbildung 2: Messempfänger mit 7 mm Öffnung um die Pupillengröße des Auges (roter Kreis) zu simulieren (links); Optische Zieleinrichtung und Messempfänger (rechts) (Fotos BAG)

Abbildung 3 zeigt die relative spektrale Verteilung des Signals, welches von der getesteten optischen Zieleinrichtung (Tagger) abgestrahlt wurde. Die rote Linie zeigt die gemittelte gemessene relative Verteilung aller Messdaten und die blauen Linien die Einzelmessungen. Der Peak bei 635 nm wird durch den roten Strahl des Ziellasers (Tagger) erzeugt. Die Wellenlängen der abgestrahlten Infrarotsignale lagen im Bereich von 900 bis 1000 nm. Aufgrund dieses breiten spektralen Peaks konnte festgestellt werden, dass es sich im vorliegenden Fall beim verwendeten Leuchtmittel nicht um einen Infrarotlaser, sondern um eine gebündelte infrarote Leuchtdiode (LED) handelt. Die gemessene maximale optische Leistung des Taggers (roter Laserstrahl bei einer Wellenlänge von 635 nm) betrug 0.67 mW. Die Pulsdauer betrug zwischen 30 ms und 35 ms [7].

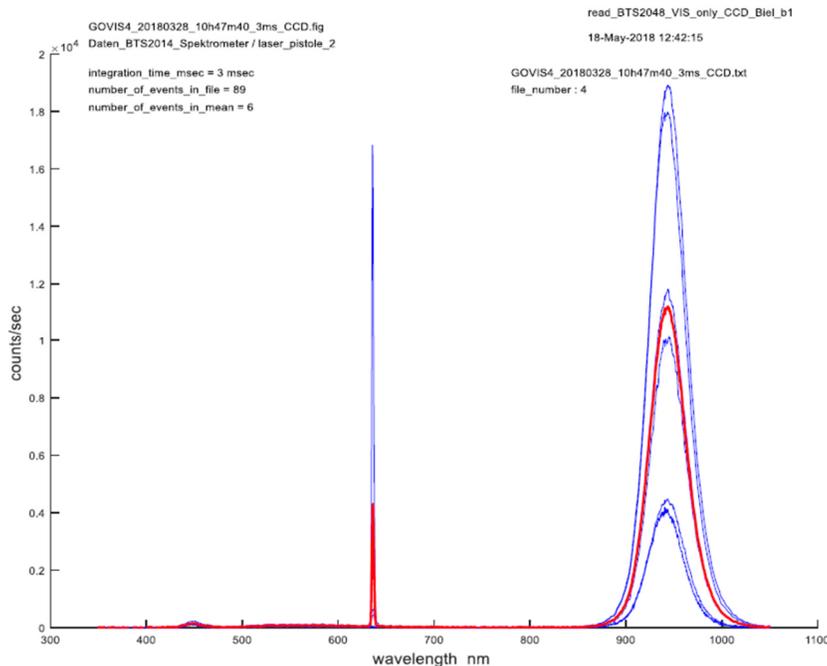


Abbildung 3: Relative spektrale Verteilung der optischen Zieleinrichtung (Relative Anzahl der gemessenen Pulse pro Sekunde als Funktion der Wellenlänge in Nanometer). Bei 635 nm ist der rote Ziellaser und im Bereich von ca. 900 nm bis 1000 nm ist die infrarote Lichtquelle ersichtlich.

2.4 Gesundheitliche Auswirkungen von Laser Tag

Um die Sicherheit in Laser Tag-Anlagen zu gewährleisten, müssen Laser Tag-Veranstalter die Vorgaben des Produktheerstellers zur Installation, Verwendung und Wartung einer Laser Tag-Anlage einhalten und die Herstelleranweisungen und Produktinformationen berücksichtigen [16].

2.4.1 Gefährdung der Augen?

Laserstrahlen sind stark gebündelte elektromagnetische Wellen einer bestimmten Wellenlänge im ultravioletten, sichtbaren oder infraroten Bereich. Stark kollimierte (parallel gebündelte) Laserstrahlen können selbst auf relativ weite Distanz Augenschäden verursachen, da sich die Strahlung nur geringfügig ausweitet und deshalb eine effiziente Leistungsübertragung möglich ist. Dazu kommt, dass Laserstrahlung mit moderater Intensität durch die Augenlinse fokussiert wird und auf der Netzhaut einen kleinen Brennpunkt erzeugt (Abbildung 3). Dies hat zur Folge, dass selbst bei Laserleistungen von wenigen Milliwatt ein ernsthafter und permanenter Schaden entstehen kann. Abhängig von der Wellenlänge und Pulsdauer können durch photochemische sowie durch thermische Wirkungen Schäden entstehen, welche die Sehschärfe vorübergehend oder permanent beeinflussen. Die Eindringtiefe der elektromagnetischen Strahlung ins Auge variiert je nach Wellenlänge und führt zu Bindehautentzündungen, Hornhautentzündungen/-verbrennungen, grauem Star, Netzhautverletzungen/-verbrennungen und Erblindung. Auf die Netzhaut kann im Wesentlichen Strahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1400 nm fallen. Trifft der so fokussierte Laserstrahl den blinden Fleck oder die Macula, die Stelle des schärfsten Sehens, kann die betreffende Person erblinden. Augenschäden, welche durch Laserstrahlung verursacht wurden, werden nicht immer sofort wahrgenommen. Es ist möglich, dass zum Beispiel eine Randregion der Netzhaut verbrannt wird und ein blinder Punkt entsteht, der erst Jahre später bemerkt wird.



Abbildung 4: Abbildung einer normalen Lichtquelle und eines Laserstrahls auf der Netzhaut: Die stark divergente (auf weitende) Strahlung einer Glühlampe hinterlässt auf der Netzhaut ein relativ grosses Abbild (Abbildung links). Beim Laser werden die Strahlen parallel gebündelt (kollimiert). Der Laserstrahl wird auf der Netzhaut nahezu punktförmig (10-20 μm Durchmesser) fokussiert und hinterlässt einen Brennpunkt (Abbildung rechts). (Abbildungen vom METAS)

Infrarotstrahlung ist eine für das menschliche Auge unsichtbare, elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge von 780 nm bis 1 mm. Im IR-B und IR-C Bereich (Wellenlängen grösser als 1400 nm) kann es durch die Absorption im vorderen Teil des Auges, insbesondere in der Augenlinse, zu Schädigungen kommen [3]. Im IR-A Bereich (780 bis 1400 nm) kann die Strahlung bis zur Netzhaut vordringen und dort absorbiert werden [3] (Abbildung 4). Diese Infrarotstrahlung kann viel gefährlicher als sichtbare Strahlung (380 bis 780 nm) sein, weil die Strahlung im nahen Infrarotbereich auf dieselbe Art und Weise wie die sichtbare Strahlung auf der Netzhaut fokussiert wird, aber der Lidschlussreflex des Auges, welcher normalerweise bei zu starker Blendung das Augenlid schliesst, nicht funktioniert. Wenn sich zum Beispiel bei schwachem Streulicht ein gefährlicher Strahl in eine unerwartete Richtung ausbreitet, kann dies nicht vorhergesehen werden. Diese Unvorhersehbarkeit macht eine Warnung vor gebündelter Infrarotstrahlung unmöglich.

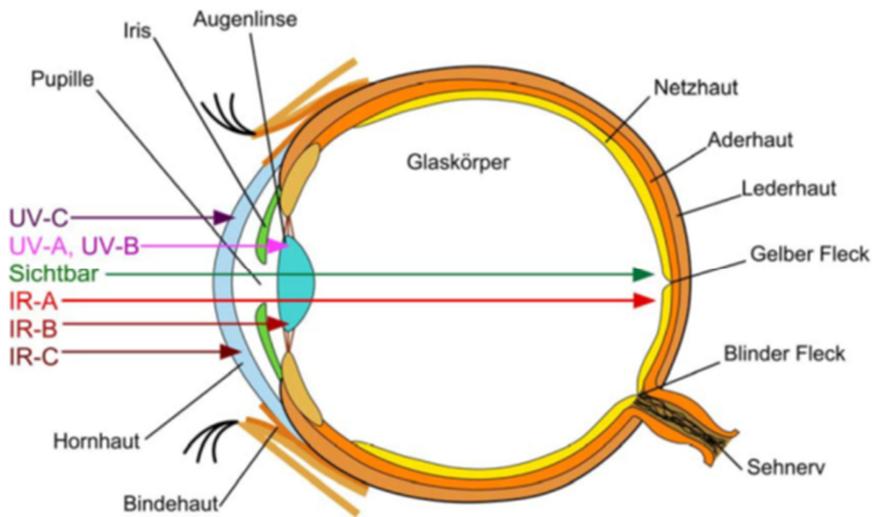


Abbildung 5: Schnitt durch das menschliche Auge und schematische Darstellung der Eindringtiefe von elektromagnetischer Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche. Im sichtbaren Strahlenbereich (380-780 nm, grüner Pfeil) ist die Netzhaut stark gefährdet durch die photochemische und thermische Wirkung. Die Infrarot A Strahlung (IR-A, 780-1400 nm, roter Pfeil) ist besonders gefährlich, da die Strahlung bis in die Netzhaut vordringt aber nicht wahrgenommen wird. (Abbildung von SF 2018 [3])

Laserstrahlung ist in verschiedene Gefährdungsklassen eingeteilt. Die zugelassenen Leistungen der Laserklassen sind unter Punkt 2.2.2 in Tabelle 1 abgebildet. Laser der Klasse 1 verursachen keine gesundheitliche Gefährdung, auch nicht bei absichtlichem Starren in den Laserstrahl. Laser der Klasse 2 strahlen nur im sichtbaren Bereich (400 bis 700 nm) und geben im Dauerstrichbetrieb höchstens 1 mW Leistung ab. Laserstrahlung entsprechend der Laserklasse 2 ist für das Auge bei einer kurzzeitigen Bestrahlungsdauer von 0.25 s, was dem natürlichen Lidschlussreflex entspricht, ungefährlich. Eine Schädigung der Netzhaut kann jedoch auch bei einem Laser der Klasse 2 nicht ausgeschlossen werden, wenn der Lidschlussreflex unterdrückt wird oder nicht funktioniert [6]. In einer Studie funktionierte der Lidschlussreflex im Labor nur bei 15.5 % von 503 freiwilligen Versuchspersonen und im Feldversuch bei 18.26 % von 690 Versuchspersonen [6]. Der Laserstrahl sollte deshalb nie absichtlich auf die Augen der Mitspieler und Mitspielerinnen gerichtet werden. Bei Laserklassen 3R, 3B und 4 sind Augenschäden wahrscheinlich, wenn nicht sogar sicher.

Eine Augengefährdung durch einen Laserstrahl ist von mehreren Faktoren wie zum Beispiel der Wellenlänge des Lasers, Leistung, Expositionsdauer, Pulslänge, Anzahl Pulse und Distanz zum Laser abhängig. Da es sich bei den in Laser Tag-Anlagen verwendeten Ziellaser jedoch um Puls laser mit kurzen Impulsdauern von unter 0.25s (siehe Messresultate unter 2.3) - und nicht um Dauerstrichlaser - handelt, kann eine mögliche Gefährdung der Augen ausgeschlossen werden.

2.5 Gesundheitliche Bewertung

Gemäss den durchgeführten Messungen stellt das Laser Tag-Spiel keine Gefährdung für die Augen dar. Deshalb braucht es in den meisten Laser Tag-Anlagen keine Schutzbrillen, da für die Augen keine Gefährdung besteht. Die Spielerinnen und Spieler sollen jedoch sämtliche Sicherheitshinweise der Laser Tag-Veranstalter befolgen. Aufgrund der Spielzeugverordnung, welche Laserspielzeuge der Klasse 2 verbietet, empfiehlt das BAG den Besuch von Laser Tag-Anlagen erst ab 14 Jahren.

3 Rechtliche Regelungen in der Schweiz

Das Bundesgesetz über die Produktesicherheit stellt sicher, dass Produktehersteller sichere und gesundheitlich unbedenkliche Produkte in Verkehr bringen, welche die Sicherheit und die Gesundheit der Nutzerinnen, Nutzer und von Dritten nicht oder nur geringfügig gefährden [16].

Das Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (NISSG), sowie die zugehörige Verordnung zum Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (V-NISSG), welche das Publikum vor schädlichen Schalleinwirkungen und Laserstrahlen bei Veranstaltungen schützen sollen, regeln die Bedingungen für das Veranstellen von Veranstaltungen mit Laserstrahlung [12, 15]. Wer Veranstaltungen mit Laserstrahlung durchführt, muss diese so einrichten und betreiben, dass die Anforderungen der Norm SN EN 60825-1:2014, welche die maximal zulässigen Bestrahlungswerte für die direkte Einwirkung von Laserstrahlen auf die Hornhaut des Auges festlegt, eingehalten werden und so garantieren, dass beim Publikum keine schädlichen Immissionen erzeugt werden [10].

Laser Tag-Veranstaltungen, die ausschliesslich Erwachsenen angeboten werden, müssen die Anforderungen der V-NISSG erfüllen und gelten als Veranstaltung mit Laserstrahlung (Abschnitt 3 der V-NISSG).

Laser Tag-Veranstaltungen dürfen, sofern sie Kindern angeboten werden, gemäss der Spielzeugverordnung nur mit Lasereinrichtungen der Klasse 1 betrieben werden. Gemäss Artikel 65 der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV) [14] gelten als Spielzeug alle Gegenstände, die dazu bestimmt oder gestaltet sind, von Kindern bis 14 Jahren zum Spielen verwendet zu werden [13]. Artikel 66 Absatz 1 der LGV besagt, dass Spielzeug bei bestimmungsgemäsem oder vorhersehbarem Gebrauch und unter Berücksichtigung des üblichen Verhaltens von Kindern die Sicherheit oder Gesundheit der Benutzerinnen und Benutzer sowie Dritter nicht gefährden darf. Die Verordnung des Eidgenössischen Departements des Innern über die Sicherheit von Spielzeug VSS stellt zusätzlich spezifische Anforderungen an Laser in Spielzeug für Kinder unter 14 Jahren [13]. Gemäss Anhang 2, Abschnitt 4, Ziffer 8 der VSS ist elektrisches Spielzeug so zu gestalten und herzustellen, dass von ihm keine Gefahren für die Gesundheit ausgehen und keine Risiken einer Verletzung der Augen oder der Haut durch Laser, Leuchtdioden (LED) oder andere Strahlungen ausgehen. Bei elektrischen Spielzeugen müssen elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder und sonstige durch die Betriebsmittel erzeugten Strahlungen auf das für den Betrieb des Spielzeugs notwendige Mass beschränkt werden. Beim Betrieb des Spielzeugs muss ein Sicherheitsniveau eingehalten werden, das dem allgemein anerkannten Stand der Technik und den anwendbaren Rechtsvorschriften entspricht. Dies gilt auch für Spielzeuge mit Lasern. Um dem Rechnung zu tragen, wird in der technischen Norm SN EN 62115:2005 „Elektrische Spielzeuge – Sicherheit“ spezifiziert, dass Laser in Spielzeugen ausschliesslich der Klasse 1, welche die geringste Laserklasse darstellt, entsprechen dürfen [11]. Laser der Klasse 2 sind in Spielzeugen nicht zulässig.

In Laser Tag-Anlagen gibt es kein einheitlich geregeltes Mindestalter. Einige Laser Tag-Veranstalter bieten spezielle Besuchszeiten und Spielprogramme für Kinder oder auch Familien an. Infolge der Westengrösse empfehlen viele Laser Tag-Veranstalter ein Mindestalter von ca. 7 Jahren, eine Schulterbreite von ca. 25 cm oder eine Grösse von etwa 130 cm. Es werden aber auch Spezialwesten für Kinder ab 4 Jahren verkauft. Andere Veranstalter empfehlen ein Mindestalter von 18 Jahren. Einige Veranstalter verlangen zudem die Begleitung von Kindern durch Erwachsene. Das BAG empfiehlt den Besuch von Laser Tag Anlagen erst ab 14 Jahren.

4 Literatur / Weiterführende Informationen

- [1] Bouma, E (2016). What are possible techniques a hardware designer can use in real life gaming instead of infrared technology?.
- [2] deinlasertag.de (2018). Laser-Tag Anlagen Schweiz: <https://deinlasertag.de/spielsysteme/schweiz/>
- [3] Fachverband für Strahlenschutz (FS 2018). Leitfaden «Inkohärente sichtbare und infrarote Strahlung von künstlichen Quellen». https://www.fs-ev.org/fileadmin/user_upload/04_Arbeitsgruppen/08_Nichtionisierende_Strahlung/02_Dokumente/Leitfaden-SB-IR-AKNIR_2018.pdf
- [4] Laser Arena AG (2015). Signalübertragung. <https://laser-arena.ch/laserspiel/>
- [5] Lasergame Zürich GmbH (2017). Lasergamezone - Waffentypen. <https://www.lasergamezone.ch/index.html#!/gamecenter/lasertag/weapons>
- [6] Reidenbach, H.-D., J. Hofmann, K. Dollinger, M. Seckler (2004). A Critical Consideration of the Blink Reflex as a Means for Laser Safety Regulations. <http://irpa11.irpa.net/pdfs/8c5.pdf>
- [7] Rinderer, F (2018). Messbericht Beurteilung photobiologische Sicherheit. Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS. Wabern.
- [8] Rosenblum, B (2008). United States Patent US 8,721,460. Toy Laser Gun and Laser Target System.
- [9] Small, D.B., B.D. Farley, W.R. Park (2006). United States Patent US 7,846,028. Lazer Tag Advanced.
- [10] SN EN 60825-1:2014 – Sicherheit von Lasereinrichtungen: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen.
- [11] SN EN 62115:2005 - Elektrische Spielzeuge – Sicherheit.
- [12] SR 814.711 Verordnung zum Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (V-NISSG). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2019/183/de>
- [13] SR 817.023.11 Spielzeugverordnung (VSS) vom 14. September 2015: Verordnung des Eidgenössischen Departementes des Innern EDI über die Sicherheit von Spielzeug. <https://www.admin.ch/opc/de/official-compilation/2015/3459.pdf>
- [14] SR 817.02 Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV) vom 16. Dezember 2016 (Stand am 1. Mai 2018). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/63/de>
- [15] SR 818.33 Bundesgesetz vom 16. Juni 2017 über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall NISSG. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2019/182/de>
- [16] SR 930.11 Bundesgesetz vom 12. Juni 2009 über die Produktesicherheit (PrSG) (Stand am 1. Juli 2010). <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20081129/201007010000/930.11.pdf>

Weitere Informationen:

Bundesamt für Gesundheit BAG
Abteilung Strahlenschutz, Sektion NIS/DOS
Schwarzenburgstrasse 157, CH-3003 Bern
www.bag.admin.ch