

Gutachten

Vergleich der Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Regelwerk des Staates und der Unfallversicherungsträger mit den Anforderungen in der Normung

Report

Comparison of the requirements for workplace lighting in the body of official German rules and regulations and those of the German Social Accident Insurance Institutions with those in standards

Expertise

« Comparaison des exigences applicables à l'éclairage des lieux de travail contenues dans les réglementations de l'État et des organismes d'assurance accidents avec celles contenues dans les normes »

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Projekt „Kommission Arbeitsschutz und Normung“ wird finanziell durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) gefördert.

- Autor:** Dr. Andreas Wojtysiak
b a u a: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25
D-44149 Dortmund
- Herausgeber:** Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit
in Europa e.V. (VFA)
- Redaktion:** Dr. Anna Dammann
Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN)
– Geschäftsstelle –
Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
Telefon (02241) 231-3462
E-Mail: info@kan.de
Internet: www.kan.de
- Veröffentlichung:** Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Zu dieser Studie | 7 |
| Hintergrund | 7 |
| Ziel dieser Studie | 7 |
| Zusammenfassung der KAN | 8 |
| Empfehlungen der KAN..... | 9 |
| About this study | 10 |
| Background | 10 |
| Purpose of the study | 10 |
| Summary by KAN | 11 |
| KAN's recommendations | 12 |
| À ce propos | 13 |
| Le contexte | 13 |
| Objectif de l'étude | 14 |
| Résumé de la KAN | 14 |
| Recommandations de la KAN | 15 |
| 1 Übersicht | 17 |
| 2 Hintergrund | 18 |
| 2.1 Problemstellung | 19 |
| 2.2 Staatliche Vorschriften und Regeln zur Beleuchtung | 20 |
| 2.3 Schriften der Unfallversicherungsträger | 21 |
| 2.4 Normen zur Beleuchtung | 21 |
| 2.5 Ziel- und Themenstellung | 22 |
| 3 Methodik | 22 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.1 | Erläuterungen zum Text | 22 |
| 3.2 | Vergleichstabellen | 23 |
| 3.3 | Bewertung hinsichtlich des Arbeitsschutzes | 24 |
| 4 | AP 1: Vergleich ASR A3.4 mit DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3..... | 28 |
| 4.1 | Regelungsumfang und Geltungsbereich..... | 28 |
| 4.2 | Anforderungen im Dokumententext..... | 31 |
| 4.2.1 | Zielstellung | 31 |
| 4.2.2 | Begriffe und Definitionen | 32 |
| 4.2.3 | Tageslicht | 38 |
| 4.2.4 | Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten | 40 |
| 4.2.5 | Beleuchtungsstärken..... | 41 |
| 4.2.6 | Gleichmäßigkeit | 44 |
| 4.2.7 | Blendung | 46 |
| 4.2.8 | Vertikale / Zylindrische Beleuchtungsstärke und Raumbegrenzungsflächen | 47 |
| 4.2.9 | Leuchtdichten | 48 |
| 4.2.10 | Reflexionsgrade | 49 |
| 4.2.11 | Flimmern und Stroboskopische Effekte..... | 50 |
| 4.2.12 | Farbwiedergabe | 51 |
| 4.2.13 | Lichtfarbe | 52 |
| 4.2.14 | Schatten und gerichtetes Licht | 53 |
| 4.2.15 | Betrieb und Wartung..... | 54 |
| 4.2.16 | Messung und Überprüfung | 56 |
| 4.3 | Tabellierte Anforderungen..... | 57 |
| 4.3.1 | Vergleich der Tabellen von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 | 58 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.3.2 | Abweichungen in DIN 5035-3..... | 67 |
| 5 | AP 2: Vergleich weiterer Arbeitsschutzdokumente mit der DIN EN 12464-1 | 68 |
| 5.1 | Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der DGUV Information 215-210:2016..... | 69 |
| 5.1.1 | Zielstellung | 69 |
| 5.1.2 | Definitionen..... | 70 |
| 5.1.3 | Tageslicht | 71 |
| 5.1.4 | Künstliche Beleuchtung | 71 |
| 5.2 | Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der DGUV Information 215-442:2020..... | 77 |
| 5.2.1 | Zielstellung | 77 |
| 5.2.2 | Tageslicht | 78 |
| 5.2.3 | Neue Formen der Büroarbeit | 78 |
| 5.2.4 | Künstliche Beleuchtung | 80 |
| 5.2.5 | Anordnung von Arbeitsplätzen | 81 |
| 5.2.6 | Planung von Beleuchtungsanlagen | 81 |
| 5.2.7 | Wartung und Instandhaltung | 82 |
| 5.2.8 | DGUV Information 215-442 - Teil2: Planungsbeispiele..... | 83 |
| 5.3 | Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der Empfehlung des ASTA 2018 | 83 |
| 5.3.1 | Begriffe | 83 |
| 5.3.2 | Anforderungen und Empfehlungen | 84 |
| 5.3.3 | Bedeutung für den Arbeitsschutz | 85 |
| 5.4 | Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der DGUV Information 215-220:2018..... | 86 |
| 5.4.1 | Einführung | 86 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.4.2 | Beleuchtungskriterien (Abschnitt 7)..... | 86 |
| 5.4.3 | Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Arbeitszeit..... | 87 |
| 6 | AP 3: Übersicht aller in den Dokumenten behandelten Aspekte | 89 |
| 7 | Zusammenfassung..... | 94 |
| 7.1 | Allgemeines..... | 94 |
| 7.2 | Tageslicht | 95 |
| 7.3 | Arbeitsplatz versus Sehaufgabe | 95 |
| 7.4 | Beleuchtungskriterien | 96 |
| 7.4.1 | Schatten | 96 |
| 7.4.2 | Flimmern | 96 |
| 7.4.3 | Blendung | 97 |
| 7.5 | Anforderungstabellen | 98 |
| 7.6 | Nichtvisuelle Effekte | 99 |
| 7.7 | Fazit | 100 |
| 8 | Referenzen | 102 |

Zu dieser Studie

Hintergrund

Die DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ wurde überarbeitet und mit dem Ausgabedatum 2021-11 neu veröffentlicht. Die Norm enthält unter anderem umfassende Anforderungen, die den betrieblichen Arbeitsschutz betreffen, z. B. Mindestwerte für die Beleuchtung von verschiedenen Arbeitsstätten. Gleichzeitig werden im Regelwerk des Staates und der Unfallversicherungsträger Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten gestellt, insbesondere in der Arbeitsstättenregel (ASR) A3.4 „Beleuchtung“. Der betriebliche Arbeitsschutz sollte gemäß dem Grundsatzpapier zur Rolle der Normung im betrieblichen Arbeitsschutz¹ vom Grundsatz her nicht genormt werden. Zudem betont das Grundsatzpapier den Vorrang von Regelungen des Staates und der Unfallversicherungsträger vor Normen.

Wegen der vielen inhaltlichen Überschneidungen der DIN EN 12464-1 mit dem Regelwerk des Staates und der Unfallversicherungsträger stand die Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) bereits bei früheren Ausgaben dieser Norm im Austausch mit dem zuständigen DIN-Normenausschuss. Die KAN konnte durch ihre Stellungnahmen einen Einschub zur Sicherheit und Gesundheit im nationalen Vorwort und eine Ergänzung im Anwendungsbereich bewirken.

Die Überschneidungen und Abweichungen sowie Verknüpfungen der Norm mit dem nationalen Regelwerk von Staat und Unfallversicherungsträgern stellen in der Praxis Personen, die z. B. Lichtplanungen durchführen, vor Herausforderungen. So wird die DIN EN 12464-1 in Verträgen zur Planung von Beleuchtungsanlagen häufig herangezogen. Gleichzeitig besteht mit der ASR A3.4 ein staatliches Dokument, das die Vermutungswirkung in Bezug auf die Beleuchtungsanforderungen der Arbeitsstättenverordnung auslöst und somit Vorrang vor Normen hat.

Ziel dieser Studie

Ein Auftrag der KAN ist es, ein praxisgerechtes, kohärentes Regelwerk zu unterstützen. So können Rechtsunsicherheiten reduziert und ein hohes Arbeitsschutzniveau sichergestellt werden. Die derzeitige Situation, dass das Regelwerk des Staates sowie der Unfallversicherungsträger und die DIN EN 12464-1 vergleichbare Sachverhalte teilweise unterschiedlich regeln, entspricht diesem Ziel nicht. Es war zunächst

1 www.kan.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Basisdokumente/de/Deu/2021-02-12_Grundsatzpapier_im_GMBI_2021-07.pdf

notwendig zu klären, in welchen Punkten die Dokumente des Arbeitsschutzes und die Norm in ihren Anforderungen und den sich daraus ergebenden Auswirkungen für die Praxis übereinstimmen und wo sie voneinander abweichen.

Zusammenfassung der KAN

Innerhalb dieses Gutachtens werden die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten aus dem Arbeitsschutzregelwerk und der Normung miteinander verglichen. Aufgrund der Vermutungswirkung in Bezug auf die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Arbeitsstättenverordnung stehen dabei die Inhalte der ASR A3.4 „Beleuchtung“ (Ausgabe: April 2011; zuletzt geändert GMBI 2022, S. 248) im Mittelpunkt. Auf Seiten der Normung ist die DIN EN 12464-1:2021-11 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ das zentrale Dokument für die Planung der Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen. Bei dem Vergleich werden weitere Dokumente des Staates und der Unfallversicherungsträger und der Normung einbezogen, die in einem engen Zusammenhang mit den beiden genannten Dokumenten stehen.

Die jeweiligen Anforderungen und Empfehlungen der betrachteten Dokumente wurden einander gegenübergestellt. Die ermittelten Abweichungen für den Arbeitsschutz wurden nach einer vom Autor entwickelten Skala bewertet.

Bei dem Vergleich der ASR mit den Normungsdokumenten hebt der Autor die unterschiedlichen Zielgruppen und Bindung der Adressaten hervor: So richten sich die Arbeitsstättenregeln an Arbeitgeber. Sie entfalten die Vermutungswirkung gegenüber den zu konkretisierenden Arbeitsschutzvorschriften. Die einbezogenen Normen richten sich hingegen an Personen, die Lichtplanungen durchführen. Auf sie wird häufig in Verträgen zwischen Lichtplanern und Auftraggebern (typischerweise Arbeitgeber oder Gebäudeeigentümer) Bezug genommen.

Grundsätzliche Unterschiede liegen auch in den behandelten Regelungsbereichen wie "Arbeitsplätze im Freien" und "Sicherheitsbeleuchtung" vor. Diese resultieren daraus, dass die einzelnen Dokumente nicht isoliert vorliegen, sondern in einer größeren Struktur eingebettet sind und somit einzelne Regelungsbereiche in unterschiedlichen Dokumenten beschrieben werden.

Ein deutlicher Unterschied betrifft die Behandlung des Tageslichts. So unterscheidet die DIN EN 12464-1 nicht zwischen Tageslicht und Kunstlicht zur Erfüllung der Anforderungen an die Beleuchtung. Die ASR A3.4 und DGUV-Information 215-220 konkretisieren die Forderung der Arbeitsstättenverordnung nach möglichst ausreichendem Tageslicht.

Bezüglich der Definitionen von Arbeitsplatz bzw. Bereich der Sehaufgabe und Umgebungsbereich bzw. unmittelbarem Umgebungsbereich wird ein weiterer

Unterschied herausgestellt. Dies hat Auswirkungen auf die gesamten Dokumente. Zudem unterscheiden sich die Behandlung von Schatten, Flimmern und Blendung.

In der ASR A3.4 wie auch in der DIN EN 12464-1 sind Anforderungstabellen für spezifische Arbeitsplätze bzw. Sehaufgaben enthalten. In diesen Tabellen liegen kleinere Abweichungen vor, die aus Sicht des Gutachters aber kein Problem für den Arbeitsschutz darstellen. In den Tabellen gibt es weniger Überschneidungen als mit der vorherigen Version der DIN EN 12464-1.

Die Nichtvisuellen Wirkungen von Licht werden insbesondere von einer Empfehlung des ASTA, in welcher die Beleuchtung in der Nacht im Vordergrund steht, und der DGUV-Information 215-220, die Hinweise und grobe Empfehlungen gibt, aufgegriffen. Die DIN EN 12464-1 geht nicht direkt auf die nichtvisuellen Wirkungen von Licht ein, lediglich im informativen Anhang werden die nichtvisuellen Wirkungen von Licht beschrieben.

Empfehlungen der KAN

Die **KAN-Geschäftsstelle** wird beauftragt,

- die Ergebnisse des Gutachtens bekannt zu machen;
- die Inhalte der Studie
 - dem DIN-Normenausschuss FNL 4 „Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht“,
 - dem zuständigen Arbeitskreis im Verband der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI) und
 - dem DGUV Sachgebiet Beleuchtung zur weiteren Verwendung zur Verfügung zu stellen.

Die KAN bittet das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (**BMAS**), das Gutachten zur Kenntnis zu nehmen und eine Weitergabe an die zuständigen Arbeitsschutzausschüsse zu prüfen bzw. zu ermöglichen.

About this study

Background

EN 12464-1, Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places, has been revised and republished with the issue date 2021-11. The content of the standard includes comprehensive requirements concerning the safety and health of workers at work, such as minimum values for the lighting of different workplaces. At the same time, requirements for lighting at workplaces in Germany are set out in state regulations and those of the German Social Accident Insurance Institutions, in particular in the ASR A3.4 workplace regulation governing lighting. In accordance with the policy paper concerning the role of standards in the safety and health of workers at work², this area should as a matter of principle not be a subject for standardization. The policy paper also emphasizes the primacy of regulations issued by the state and the German accident insurance institutions over standards.

Owing to the many overlaps of the content of EN 12464-1 with state rules and regulations and those of the accident insurance institutions, the Commission for Occupational Health and Safety and Standardization (KAN) has already discussed earlier editions of this standard with the responsible DIN standards committee. KAN's comments resulted in paragraphs regarding safety and health being added to the national foreword and to the scope.

The areas of overlap, deviations and links with and between the standard on the one hand and the body of German regulations and those of the accident insurance institutions on the other present challenges in practice, for example for persons responsible for the planning of lighting. EN 12464-1 is frequently referenced in contracts governing the planning of lighting systems. At the same time, an official document exists in the form of ASR A3.4 that gives rise to a presumption of conformity with the requirements concerning lighting set out in the German Regulation on Workplaces (ArbStättV) and that thus takes precedence over standards.

Purpose of the study

One of KAN's mandates is to further a practical, cohesive body of regulations. This enables legal uncertainties to be mitigated and high standards of occupational safety and health assured. The current situation, in which similar issues are subject to diverging provisions in the body of state regulations and those of the accident

² www.kan.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Basisdokumente/en/Deu/2021-02_Grundsatzpapier-Update-en.pdf

insurance institutions on the one hand, and in EN 12464-1 on the other, is at odds with this objective. Clarification was first necessary of where official OSH documents and the standard coincide in their requirements and the resulting implications for practice, and where they differ.

Summary by KAN

The report compares the requirements concerning workplace lighting set out in the body of OSH regulations with those formulated in standards. The focus lies on the content of ASR A3.4 concerning lighting (April 2011 edition; last amended in the joint ministerial gazette (GMBI) 2022, p. 248), owing to the presumption of conformity to which it gives rise with the safety and health requirements of the German Regulation on Workplaces (ArbStättV). On the standardization side, EN 12464-1:2021, Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places, is the key document for the planning of lighting for indoor workplaces. The comparison includes other documents issued by the state or the accident insurance institutions and standards that are closely related to the two documents already referred to.

The respective requirements and recommendations set out in the documents studied were presented in a table, permitting systematic comparison. The deviations relevant to occupational safety and health that were identified were evaluated against a scale developed by the author.

In his comparison of the ASR with the standardization documents, the author emphasizes the different target groups and the divergence in the documents' binding status. The rules governing workplaces, for example, are directed at employers: they give rise to a presumption of conformity with the occupational safety and health regulations that are to be supported. Conversely, the standards considered by the report are intended for the persons planning lighting. These standards are often referenced in contracts between lighting planners and their customers (typically employers or building owners).

Fundamental differences also exist in the areas of regulation addressed, such as outdoor workplaces and safety lighting. These are attributable to individual documents being part of a wider structure rather than existing in isolation, as a result of which individual areas of regulation are described in different documents.

One clear difference concerns the treatment of daylight. For example, EN 12464-1 does not distinguish between daylight and artificial light for the satisfaction of lighting requirements. ASR A3.4 and DGUV Informative Publication 215-220 support the requirement set out in the ArbStättV for as much daylight as possible.

A further difference highlighted is that between the definitions of a workplace, i.e. the area in which the visual task is performed and its (immediate) surrounding area. This has an impact on the entire documents. Shadows, flicker and glare are also treated differently.

Both ASR A3.4 and EN 12464-1 contain tables of requirements concerning specific workplaces and visual tasks. Minor deviations are found in these tables; however, the author does not consider these to be a problem for occupational safety and health. There is less overlap in the tables than was the case with the previous version of EN 12464-1.

The non-visual effects of light are addressed in particular by a recommendation by ASTA, the focus of which lies on night lighting, and DGUV Informative Publication 215-220, which provides guidance and broad recommendations. EN 12464-1 does not directly address the non-visual effects of light; these are described only in the informative annex.

KAN's recommendations

The **KAN Secretariat** is tasked with:

- making the report's results known;
- making the content of the study available for further use to:
 - DIN standards committee FNL 4, Indoor lighting with artificial light
 - the responsible working group of the German Electro and Digital Industry Association (ZVEI)
 - DGUV Subcommittee Lighting

KAN requests that the German Federal Ministry of Labour and Social Affairs (**BMAS**) should take note of the report and consider/facilitate its being forwarded to the relevant occupational safety and health committees.

À ce propos

Le contexte

La norme EN 12464-1 « Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 1 : lieux de travail intérieurs » a été révisée et republiée (date d'édition : 2021-11). La norme contient, entre autres, des exigences détaillées concernant l'organisation de la prévention en entreprise, notamment des valeurs minimales pour l'éclairage de différents lieux de travail. En même temps, en Allemagne, des réglementations de l'État et des organismes d'assurance accidents définissent des exigences relatives à l'éclairage des lieux de travail, notamment dans la Règle sur les lieux de travail (ASR) A3.4 « Éclairage ». Selon le Document de principe sur le rôle de la normalisation dans l'organisation de la prévention en entreprise³, celle-ci ne devrait pas, par principe, faire l'objet d'une normalisation. Le document de principe souligne en outre la primauté des réglementations de l'État et des organismes d'assurance accidents sur les normes.

En raison des nombreuses similitudes de contenu entre la norme DIN EN 12464-1 et les réglementations de l'État et des organismes d'assurance accidents, la Commission pour la sécurité et la santé au travail et la normalisation (KAN) a déjà eu des échanges avec le comité compétent du DIN à propos des éditions précédentes de cette norme. Suite à ses prises de position, la KAN a pu obtenir l'ajout de précisions sur la sécurité et la santé au travail dans l'avant-propos national, ainsi qu'un complément de texte dans le domaine d'application.

Dans la pratique, tant ces similitudes que les différences et les liens entre la norme et les réglementations de l'État et des organismes d'assurance accidents représentent de véritables défis, notamment pour les personnes qui conçoivent des systèmes d'éclairage. Ainsi, c'est à la norme DIN EN 12464-1 qu'il est souvent fait référence dans les contrats relatifs à la planification de systèmes d'éclairage. Or, il existe parallèlement un document officiel – l'ASR A3.4 – qui déclenche la présomption de conformité avec les exigences en matière d'éclairage contenues dans l'ordonnance sur les lieux de travail, et qui, de ce fait, prime sur les normes.

³ www.kan.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Basisdokumente/de/Deu/2021-02-12_Grundsatzpapier_im_GMBI_2021-07.pdf

Objectif de l'étude

L'une des missions de la KAN est de promouvoir un ensemble de règles cohérentes et adaptées à la pratique, ce qui permet de réduire les incertitudes juridiques et de garantir un niveau élevé de sécurité et de santé au travail. Or, la situation actuelle, où les réglementations de l'État et des organismes d'assurance accidents et la norme DIN EN 12464-1 règlent parfois différemment des situations comparables, ne répond pas à cet objectif. Il fallait donc tout d'abord clarifier dans quels points les documents de la SST et la norme se rejoignent au niveau des exigences et des conséquences qui en découlent pour la pratique, et dans lesquels ils divergent.

Résumé de la KAN

Dans le cadre de cette expertise, les exigences relatives à l'éclairage des lieux de travail contenues d'une part dans les diverses réglementations sur la SST, et de l'autre dans les normes, sont comparées entre elles. En raison de la présomption de conformité aux exigences en matière de SST contenues dans l'ordonnance sur les lieux de travail, l'accent est mis sur les contenus de l'ASR A3.4 « Éclairage » (édition : avril 2011, dernière modification GMBI 2022, p. 248). Au niveau de la normalisation, c'est la norme DIN EN 12464-1:2021-11 « Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 1 : lieux de travail intérieurs » qui est le document de référence pour la conception de l'éclairage des lieux de travail intérieurs. Pour la comparaison, on a également pris en compte d'autres documents de l'État, des organismes d'assurance accidents et de la normalisation qui ont un lien étroit avec les deux documents mentionnés.

Afin de permettre une comparaison systématique, les exigences et recommandations respectives des documents examinés ont été mises en regard dans un tableau général. Les écarts constatés en termes de sécurité et de santé au travail ont été évalués selon une échelle élaborée par l'auteur.

Lors de la comparaison entre l'ASR et les documents de normalisation, l'auteur souligne les différents groupes cibles et le niveau de contrainte qui existe pour les différentes personnes concernées. Ainsi, les règles sur les lieux de travail s'adressent aux employeurs : elles déclenchent la présomption de conformité avec les prescriptions à concrétiser en matière de SST. Les normes auxquelles il est fait référence, en revanche, s'adressent aux personnes qui conçoivent les systèmes d'éclairage. Il y est souvent fait référence dans les contrats conclus entre les éclairagistes et leurs donneurs d'ordre (le plus souvent l'employeur ou le propriétaire du bâtiment).

Des différences fondamentales existent aussi quant aux domaines de réglementation traités, comme les « lieux de travail en extérieur » et l'« éclairage de sécurité ». Ces différences résultent du fait que les divers documents n'existent pas de

manière isolée, mais s'inscrivent dans une structure plus large, certains domaines de réglementation se trouvant ainsi décrits dans différents documents.

Une différence notable concerne le traitement de la lumière du jour. La DIN EN 12464-1 ne fait en effet aucune différence entre la lumière du jour et la lumière artificielle quand il s'agit de se conformer aux exigences en matière d'éclairage. L'ASR A3.4 et le document d'information de la DGUV 215-220 concrétisent quant à eux les exigences de l'ordonnance sur les lieux de travail stipulant une lumière du jour aussi suffisante que possible.

Une autre différence apparaît à propos de la définition des notions de « lieu de travail », « zone de la tâche visuelle » et « environnement immédiat », ce qui a un impact sur l'ensemble des documents. De plus, la manière dont sont traitées les notions d'ombre, de scintillement et d'éblouissement diffère aussi.

Tant l'ASR A3.4 que la DIN EN 12464-1 contiennent des tableaux d'exigences se rapportant à des lieux de travail ou à des tâches visuelles spécifiques. Des divergences mineures apparaissent dans ces tableaux mais, comme l'estime l'expert, elles ne constituent pas un problème pour la SST. Dans les tableaux, il y a moins de similitudes de contenu que c'était le cas avec la version précédente de la DIN EN 12464-1.

Les effets non visuels de la lumière sont notamment abordés dans une recommandation de l'ASTA, dans laquelle l'éclairage de nuit est particulièrement mis en avant, et dans le document d'information 215-220, qui fournit des indications et des recommandations sommaires. La norme DIN EN 12464-1 ne traite pas directement des effets non visuels de la lumière, qui sont décrits uniquement dans l'annexe informative.

Recommandations de la KAN

Il est demandé au **Secrétariat de la KAN** :

- de faire connaître au public les résultats de l'expertise ;
- de mettre les contenus de l'étude à la disposition, pour leur usage :
 - du comité de normalisation du DIN FNL 4 « Éclairage intérieur à la lumière artificielle »,
 - du groupe de travail concerné au sein de la Fédération allemande de l'industrie électrique et numérique (ZVEI) et
 - de la sous-section spécialisée « Éclairage » de la DGUV.

La KAN demande au ministère fédéral du Travail et des Affaires sociales (**BMAS**) de prendre connaissance de l'expertise et de vérifier s'il convient de la transmettre – et le cas échéant de le faire – aux comités compétents en charge de la SST.

1 Übersicht

Die gesetzlichen Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten regelt in Deutschland die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) gemeinsam mit dem Arbeitsschutzgesetz. Technische Regeln für Arbeitsstätten (Arbeitsstättenregeln - ASR) konkretisieren die Verordnung, indem sie anhand praktischer Durchführungshilfen erläutern, wie die Schutzziele und Anforderungen der ArbStättV erreicht werden können. Die Unfallversicherungsträger konkretisieren staatliche Vorschriften branchenspezifisch und praxisnah, beispielsweise durch DGUV-Informationen. Normen beschreiben Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren, tragen damit zur Sicherheit von Produkten und Personen bei und können als vereinheitlichte Vertragsgrundlage dienen. Konflikte mit den Belangen des betrieblichen Arbeitsschutzes sollen vermieden werden.

Das Gutachten systematisiert Überschneidungen, Abweichungen und Konflikte oben angesprochener Dokumente im Kontext der Beleuchtung von Arbeitsstätten und bewertet sie im Hinblick auf den Arbeitsschutz. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, ein kohärentes Regel- und Normenwerk zu gestalten.

Die kürzlich revidierte europäische Norm DIN EN 12464-1:2021-11 überschneidet sich allerdings in wesentlichen Teilen mit der Technischen Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4 (letzte Änderung 2022-03). Diese Überschneidungen und insbesondere daraus resultierende Konflikte in Bezug auf inkongruente Anforderungen oder Empfehlungen werden vor dem Hintergrund ihrer Bedeutung für den betrieblichen Arbeitsschutz im vorliegenden Gutachten im Abschnitt 4 (Arbeitspaket / AP 1) dargestellt. In diese Betrachtung werden weitere Dokumente, aus dem Bereich der Normung insbesondere die DIN 5035-3:2006-07 und das Beiblatt zur DIN EN 12464-1:2017-08 sowie der ZVEI/LiTG Leitfaden zur DIN EN 12464-1 (zur Version 2011-08) einbezogen.

Analog führen die DGUV Informationen 215-210 (2016), 215-442 (2020) und 215-220 (2018) sowie die Empfehlung des ASTA von 2018 die Anforderungen aus dem Regelwerk des Arbeitsschutzes weiter aus und werden im Abschnitt 5 (AP 2) betrachtet.

Dieses Gutachten besteht aus einer Vergleichstabelle, in der die Überschneidungen, Abweichungen und Konflikte systematisch erfasst wurden und dem Gutachtentext zur Bewertung aus Sicht des Arbeitsschutzes. In die Tabellen gehen auch Anforderungen und Empfehlungen ein, die nur in einem der Dokumente aufgeführt sind. Eine Übersicht hierzu findet sich im Abschnitt 6 (AP 3). Der Gutachtentext befasst sich im Schwerpunkt mit den vergleichbaren aber nicht übereinstimmenden Anforderungen und Empfehlungen der betrachteten Dokumente. Die aus Gutachtersicht

bedeutendsten Unterschiede für den Arbeitsschutz sind in der abschließenden Zusammenfassung konzentriert.

2 Hintergrund

Rechtliche Anforderungen entstammen in der Bundesrepublik Deutschland zunächst prinzipiell der nationalen Gesetzgebung und werden zumeist gemäß ihrer Hierarchieebene vom Allgemeinen hin zum Konkreten formuliert. Zudem werden in der Europäischen Union Regelungen erlassen, die in den Mitgliedsländern direkt gelten oder zwingend in nationales Recht umgesetzt werden müssen. Normen werden zunehmend auf europäischer Ebene erstellt und vom Deutschen Institut für Normung (DIN) übernommen. Die nationalen Spiegelgremien haben einen Einfluss auf den Normeninhalt und können ihre Positionen über Delegierte und Experten auf der europäischen Ebene einbringen. Auch im Bereich des staatlichen und des EU-Rechts gibt es die Mitwirkung und die Möglichkeit des Einspruchs durch nationale Vertreter und Gremien. Und in beiden Bereichen gibt es starke Bemühungen zur Konsensfindung, was allerdings nicht immer alle Konflikte zu lösen vermag. Zusätzlich verkompliziert wird diese Thematik durch Zusammenspiel und Überschneidungen im Wirkungsbereich von staatlichen Regelungen und Normen in den jeweiligen Mitgliedsstaaten.

Das erste Ziel von gesetzlichen Regelungen und Normen ist die sicherheits- und gesundheitsgerechte Gestaltung von Produkten für den europäischen Binnenmarkt. Sichere Produkte sind eine Voraussetzung für eine sichere Verwendung auch am Arbeitsplatz. Verbleibende Risiken durch die Verwendung von Produkten bei der Arbeit werden dann durch Arbeitsschutzvorschriften reguliert.

Den Rechtsrahmen für den Arbeitsschutz in Deutschland bildet zunächst das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), das sich an Arbeitgeber richtet und Schutzziele formuliert. Es verpflichtet Arbeitgeber dazu, Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen (§ 5 ArbSchG), erforderlichenfalls Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu ergreifen sowie deren Wirksamkeit zu kontrollieren und die Ergebnisse zu dokumentieren (§ 6 ArbSchG). Ausgehend von den Bestimmungen des Arbeitsschutzgesetzes sind die Bestimmungen der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) zu beachten, die die Sicherheit und den Gesundheitsschutz beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten behandeln. Der Anhang der ArbStättV enthält konkretisierende Anforderungen und Maßnahmen für Arbeitsstätten im Zusammenhang mit der Gefährdungsbeurteilung, u.a. auch für Arbeitsumgebungsfaktoren. Die ArbStättV wird für die betriebliche Praxis themenbezogen konkretisiert durch die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), die den Stand von Technik, Arbeitsmedizin und -hygiene sowie den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisstand widerspiegeln. Bei Anwendung und Einhaltung der ASR können Arbeitgeber davon ausgehen, dass sie die Anforderungen

der ArbStättV erfüllen (Vermutungswirkung). Die ASR behandeln häufig konkrete Arbeitsumgebungsfaktoren wie beispielsweise die Beleuchtung.

Das Sozialgesetzbuch VII erteilt in §§ 14 ff. SGB VII der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) den Auftrag in Form autonomen Rechts, Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen und deren Einhaltung zu überprüfen. Die Unfallversicherungsträger unterstützen Unternehmer und Versicherte bei der Wahrnehmung ihrer Pflichten in den Bereichen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes durch ein weitreichendes Regelwerk aus Vorschriften, Regeln, Informationen und Grundsätzen der DGUV. Das Zusammenspiel von staatlichem Arbeitsschutz von Bund und Ländern mit den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern wird auch als „duales Arbeitsschutzsystem“ bezeichnet.

Für die Gestaltung von Produkten, Dienstleistungen oder Verfahren spielen vorliegende Normen und Richtlinien (DIN, EN, ISO, CIE, DKE, VDE, VDI, u. a.) eine wichtige Rolle. Sie zählen häufig zu dem in bestimmten Gesetzestexten angesprochenen „Stand der Technik“ (siehe z. B. § 114 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV) oder werden in Einzelfällen vom europäischen Gesetzgeber harmonisiert, d.h. durch eine amtliche Auflistung mit einer Konformitätsvermutung versehen. Wenden Hersteller für Entwurf und Fertigung von Produkten harmonisierte Normen an, wird davon ausgegangen, dass das Produkt den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der entsprechenden Harmonisierungsrechtsvorschrift genügt (konform ist).

Im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit haben in Deutschland die Vorschriften des Arbeitsschutzes grundsätzlich Vorrang vor Normen (s. Grundsatzpapier zur Rolle der Normung im betrieblichen Arbeitsschutz [1]). Zur Vermeidung von Rechtsunsicherheiten und Fehlern sollten konsequenterweise in Normen keine differierenden Anforderungen mit Wirkung auf den betrieblichen Arbeitsschutz formuliert werden.

2.1 Problemstellung

Der Auslöser für dieses Gutachten war die Veröffentlichung der revidierten DIN EN 12464-1 (Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Deutsche Fassung EN 12464-1:2021) des Europäischen Komitees für Normung CEN (*Comité Européen de Normalisation*) im November 2021. Dieses Dokument hat weitreichende Überschneidungen mit der in Deutschland die Vorschriften der ArbStättV im Hinblick auf Beleuchtung von Arbeitsstätten konkretisierenden ASR A3.4 „Beleuchtung“ (Ausgabe: April 2011; zuletzt geändert GMBI 2022, S. 248).

Neben der europäischen DIN EN 12464-1 gibt es in Deutschland auch die DIN 5035-3:2006-07 „Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen“. Sie betrifft Arbeitsstätten im Gesundheitswesen und ist in weiten

Teilen deckungsgleich und/oder bezieht sich auf die vor der Revision gültige DIN EN 12464-1 aus dem August 2011.

Dazu existieren zur DIN EN 12464-1:2011-08 ein Beiblatt (DIN EN 12464-1 Bbl 1:2017-08 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Beiblatt 1: Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten für künstliche Beleuchtung“) und ein Leitfaden („Leitfaden zur DIN EN 12464-1 Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen) herausgegeben vom Verband der Elektro- und Digitalindustrie ZVEI e. V. (ZVEI) und der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e. V. (LiTG) unter Mitwirkung von Mitgliedern der Arbeitsgruppe der CEN/TC 169/WG 2. Beide Dokumente sollen Erläuterungen zur Interpretation und Anwendung insbesondere in Bezug auf die Anforderungen der staatlichen ASR A3.4 geben (Auszug aus dem Beiblatt: *„Dieses Beiblatt dient bei der Planung als Hilfestellung zur Verständigung zwischen DIN EN 12464-1 und der in Deutschland gültigen ASR A3.4. Eine spätere Übernahme in DIN EN 12464-1 wird durch die Veröffentlichung und Anwendung dieses Beiblatts angestrebt“*). Die Dokumente beziehen sich zwar wie beschrieben auf die Vorgängerversion der aktuellen DIN EN 12464-1, können aber zum Verständnis der Unterschiede in den staatlichen und normativen Anforderungen beitragen. Beim DIN ist eine Revision des Beiblattes bereits in der Planung und zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens wird eine Arbeitsgruppe formiert.

Für die geplante Überarbeitung der ASR A3.4, aber auch für weitere Revisionen der DIN EN 12464-1 und weiterer Dokumente wie beispielsweise des Beiblattes zur DIN EN 12464-1, erscheint es notwendig, insbesondere die Konflikte zwischen diesen Dokumenten sowie weiteren staatlichen Regeln des Arbeitsschutzes und Normen herauszustellen und zu bewerten.

2.2 Staatliche Vorschriften und Regeln zur Beleuchtung

Eine Vielzahl von staatlichen Vorschriften und Regelwerken hat nach Ansicht des Gutachters eine Relevanz für den gesamten Themenkomplex „Beleuchtung von Arbeitsstätten unter dem Aspekt des Arbeitsschutzes“. Hierzu gehören u.a.:

- Europäische Gesetzgebung (bspw. die EU-Ökoverordnung 2019/2020 gilt für Produkte und hat daher indirekte Auswirkungen im Bereich der Beleuchtung (s. 4.2.11); die Richtlinie 89/654/EWG über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten)
- Sozialgesetzbücher, Arbeitsschutzgesetz
- Arbeitsstättenverordnung (Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV))
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
- Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.4, A2.3, A1.2

Eine umfassende Würdigung aller Aspekte dieser Dokumente ist allerdings im Rahmen dieses Gutachtens nicht möglich und war auch nicht vorgesehen.

2.3 Schriften der Unfallversicherungsträger

Auch die Berufsgenossenschaften haben insbesondere über den Dachverband DGUV unterschiedliche Vorschriften, Regelwerke und Informationsformate. Hierzu gehören im betrachteten Zusammenhang insbesondere:

- DGUV Information 215-210 (2016) „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“
- DGUV Information 215-211 (2022) „Tageslicht am Arbeitsplatz und Sichtverbindung nach außen“
- DGUV Information 215-220 (2018) „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“
- DGUV Information 215-410 (2019) „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“
- DGUV Information 215-442 (2020) „Beleuchtung im Büro“
- DGUV Information 215-444 (2022) „Sonnenschutz im Büro“

Sie wurden entsprechend dem Leistungsverzeichnis des Auftrags einbezogen.

2.4 Normen zur Beleuchtung

Bei den Normen können nicht nur die nationalen, sondern auch internationale und europäische Normen für ein Themenfeld entscheidend sein. Der Schwerpunkt dieses Gutachtens liegt wie o. a. auf der deutschen Version der europäischen Norm DIN EN 12464-1.

- Internationale Normen von CIE, ISO und IEC, europäische Normen der CEN und CENELEC, nationale Normen aus dem Bereich des DIN;
- Weitere Normen von VDI und VDE/DKE

Zusätzlich zu den hier hauptsächlich betrachteten Lichtplanungsnormen DIN EN 12464-1:2021-11 und DIN 5035-3:2006-07 erhält die Normenwelt weitere Komplexität und Volumen durch zahlreiche Produktnormen für Beleuchtungsprodukte und ihre Komponenten, die hier allerdings gänzlich ausgespart werden und Normen zu Messverfahren, auf welche in diesem Gutachten an einzelnen Stellen verwiesen wird. Auf diese Normen zu Messverfahren wird im Weiteren allerdings auch nicht im Detail eingegangen.

Eine ausführlichere Würdigung aller dieser Dokumente und ihrer rechtlichen Stellung ist nicht Teil dieses Gutachtens.

2.5 Ziel- und Themenstellung

Das vorliegende Gutachten beschäftigt sich vor diesem Hintergrund mit dem Vergleich der Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Regelwerk des Staates und der Unfallversicherungsträger (duales Arbeitsschutzsystem) mit den Anforderungen in der Normung. Das Ziel ist es, Überschneidungen und insbesondere Konflikte im Bereich der Beleuchtung von Arbeitsstätten aus staatlichen Regelungen und Normung aufzuzeigen, ihre Bedeutung für den Arbeitsschutz zu diskutieren und somit eine Grundlage für eine weitere Angleichung des gesamten Regelwerkes für die menschengerechte Arbeitsstättenbeleuchtung zu schaffen.

Aufgrund der Komplexität des gesamten Regelungs- und Normenwerkes und der nur teilweisen Überlappung von Themengebieten in staatlichen Regelungen und Normen erfolgte eine Eingrenzung der Themenstellung im Wesentlichen auf den Themenumfang der neuen DIN EN 12464-1:2021-11. Kern des Gutachtens ist somit die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Innenraum. Beachtung finden dabei auch die Aspekte Tageslicht und nichtvisuelle Lichtwirkungen aufgrund ihrer Bedeutung für eine menschengerechte Arbeitsumgebung.

Auch hier ist der Kern des Gutachtens nicht in einer rechtlichen Betrachtung, sondern in einer auf ein kohärentes Regelwerk für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit abzielenden Fortschreibung zu sehen.

Ökonomische oder Ökologische Aspekte wie Anzahl/Bedarf an Lichtquellen und Leuchten, Installationsaufwand, Energieverbrauch mit entsprechenden Verbrauchskosten oder ähnliche Aspekte werden im Gutachten nicht thematisiert. Die Bewertung von unterschiedlichen Anforderungen orientiert sich am Arbeits- und Gesundheitsschutz einschließlich möglicher Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden. Diese Auswirkungen werden nicht im Stil einer Literaturstudie bewertet. Der Umfang der Literaturquellen wurde zur Fokussierung auf den beauftragten Vergleich sehr knapp gehalten.

3 Methodik

3.1 Erläuterungen zum Text

Dieses Gutachten legt einen speziellen Fokus auf die Unterschiede zwischen dem Normenwerk einerseits und den Regelungen des dualen Arbeitsschutzsystems andererseits. Daher erfolgt im Weiteren auch sprachlich eine starke Zweiteilung, auch wenn in der „gelebten“ Praxis viele Gemeinsamkeiten der Dokumente genutzt werden und zudem viele der beteiligten Personen und Institutionen um ein widerspruchsfreies Regelwerk und um Abstimmung bemüht sind. In diesem Sinne können auch der Leitfaden und das Beiblatt zur DIN EN 12464-1 verstanden werden. In

gleicher Weise werden in den Informationen der DGUV sowohl die Regelungen der ASR A3.4 erläutert, als auch Vorgehensweisen der DIN EN 12464-1 genutzt, um zu guter Beleuchtungsqualität am Arbeitsplatz zu gelangen. Bei der sprachlichen Unterscheidung im vorliegenden Gutachten werden die Vorschriften und Regeln aus dem Bereich des dualen Arbeitsschutzsystems inklusive der Berufsgenossenschaften (ArbSchG, ArbStättV, ASR, ASTA-Empfehlung, DGUV Informationen) zusammengefasst und als Arbeitsschutzregelwerk bezeichnet. Demgegenüber werden die Normen, insbesondere die des DIN und von CEN, als Normenwerk oder Standardisierung gestellt.

Textpassagen aus den zitierten Dokumenten werden von Anführungsstrichen begrenzt und kursiv geschrieben. In einigen Fällen wurde die Satzstellung geringfügig geändert, um die Sätze grammatikalisch korrekt zu gestalten und es wurden vereinzelt Kürzungen vorgenommen. Bei beiden Maßnahmen wurde streng darauf geachtet, dass der Sinn der Originalpassage korrekt wiedergegeben wurde.

Normen anderer Institutionen (DKE, VDE, VDI o.ä.) werden nicht behandelt.

3.2 Vergleichstabellen

Sowohl die Texte aller betrachteten Dokumente wie auch die jeweiligen Anforderungstabellen wurden zum systematischen Vergleich in eine Gesamttabelle überführt. Die Formatierung der Tabelle entspricht einer Kombination von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1, um möglichst alle Anforderungen vergleichbar erfassen zu können. Dabei wurden auch die Dokumente mit rein textlichen Inhalten in diese Form extrahiert. Ziel dabei war, mit möglichst viel Originaltext bei möglichst wenigen Kürzungen und Umformulierungen die maßgeblichen Inhalte in die Tabellenform zu überführen. Aufgrund des Umfangs aller Dokumente wurden die Inhalte entsprechend ihres „Verbindlichkeitscharakters“ priorisiert eingebracht. Anforderungen, charakterisiert durch Formulierungen wie „*muss/müssen, soll, ist zu ...*“, wurden immer aufgenommen, wenn sie in ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 enthalten waren. Bei Empfehlungen, charakterisiert beispielsweise durch „*sollte, ist empfehlenswert*“ o. ä., wurde ebenso verfahren. Hinweise wurden nur zum Teil aufgenommen, um das Verständnis der Dokumente zu unterstützen und ihre Ziele darzustellen. Bei allen folgenden Dokumenten wurde darauf geachtet, ob die Anforderungen, Empfehlungen oder Hinweise zusätzliche Erkenntnisse für das vorliegende Gutachten liefern können. Auch hier wurden die Anforderungen mit hoher Priorität aufgenommen und Empfehlungen und Hinweise in abgestufter Priorität. Die Aufnahme in die Tabelle wurde immer dann als wichtig erachtet, wenn die Angabe im jeweiligen Regelwerk hinzukam. So wurde eine Anforderung oder Empfehlung aus den in AP 2 betrachteten Dokumenten von DGUV und ASTA nicht zwingend eingefügt, wenn diese bereits bei der staatlichen Regel ASR A3.4 aufgeführt war. Wenn diese Anforderung oder Empfehlung aber nicht in der ASR A3.4, dagegen in der DIN EN 12464-1 oder

anderen Normendokumenten aufgeführt war, wurde sie eingefügt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um aus den jeweiligen „Blöcken“ Arbeitsschutzregelwerk oder Normenwerk ein vollständigeres Gesamtprofil ersichtlich zu machen und jeweilige Lücken besser aufzuzeigen.

Die Anforderungstabellen wurden praktisch ungekürzt übernommen und die wichtigsten (vergleichbaren) Spalten zur Heraushebung von Unterschieden in Farben codiert. Diese Farbcodierung betraf allerdings im Wesentlichen die Anforderungstabellen aus ASR A3.4 und DIN EN 12464-1, im Bereich des Gesundheitswesens auch DIN 5035-3.

Die Bedeutung der jeweiligen Farben:

- Schwarz: gleiche Anforderungen
- Grün: höhere Anforderung
- Rot: niedrigere Anforderung
- Blau: Alleinstellung (keine Entsprechung im jeweils anderen Regelwerk)

Wechselseitige Vergleiche wurden zwischen den Spalten der mittleren Beleuchtungsstärken (Mindestwert bzw. Wartungswert) und des allgemeinen Farbwiedergabeindex zwischen ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 vorgenommen. Zusätzlich gab es einen einseitigen Vergleich zwischen dem modifizierten Wartungswert der Beleuchtungsstärke aus DIN EN 12464-1 und dem Mindestwert der ASR A3.4. Die Farbcodierung betraf in diesem Vergleich nur die Spalte des modifizierten Wartungswertes. Ebenso wurden die Spalten Wartungswert der Beleuchtungsstärke und allgemeiner Farbwiedergabeindex aus der DIN 5035-3 nur einseitig mit dem jeweiligen Pendant der DIN EN 12464-1 verglichen und farbcodiert. Die Farbmarkierungen heben insbesondere die Änderungen der DIN EN 12464-1:2021-11 gegenüber den Vorgängerversionen DIN EN 12464-1:2011-08 und DIN 12464-1:2003-03 hervor, die im Bereich der enthaltenen Werte für Räume im Gesundheitswesen mit der DIN 5035-3:2006-07 übereinstimmen. Die DIN 5035-3 spiegelt in den Tabellen viele Werte der DIN EN 12464-1, aufgrund des Zeitpunktes der Erstellung gemäß der Version 2003-03.

3.3 Bewertung hinsichtlich des Arbeitsschutzes

Für die Bewertung hinsichtlich der Bedeutung von Abweichungen für den Arbeitsschutz wurde eine Bewertungsskala erstellt und mit zwei im Arbeitsschutz erfahrenen Mitarbeitern der BAuA diskutiert und abgeglichen. Die Einstufung erfolgte auf der Basis von gewichteten Werten, wobei die zugrundeliegenden Zahlenwerte einer subjektiven Einschätzung des Gutachters und nicht einem objektiven Messverfahren entstammen. Diese Methode der (Schein-)Quantifizierung wurde eingesetzt, um die Einschätzung des Gutachters strukturiert zu unterstützen und im Gutachten abgebildet, um zusätzliche Transparenz zu den deskriptiven Bewertungen zu schaffen.

Die Skala wurde an einer Untergruppe getestet und in dem Sinne justiert, dass bedeutsamere Unterschiede (wie beispielsweise mögliche Gefährdungen) zwischen den Dokumenten stärker hervorgehoben werden. Dazu wurden mögliche Gefährdungen (Kategorie a) mit dem Gewichtungsfaktor 10 deutlich höher bewertet als die Qualitätskriterien für Beleuchtung (b) mit der Gewichtung 4, Raumwahrnehmung (c, Gewichtung 2) oder begriffliche Abweichungen (d, Gewichtung 1). Entsprechend der Gewichtung konnte so jeder Abweichung eine Punktezahl (Wert multipliziert mit Gewichtung) in den Kategorien a-d zugewiesen werden. Die Abweichungen können dabei auch in positiver Weise bewertet werden. Die Referenz bildet hierbei die ASR A3.4 aufgrund ihrer vorrangigen rechtlichen Stellung in Bezug auf den Arbeitsschutz:

| Kategorie | Kriterium und Einstufungen | Gewichtung | Wert | Punkte |
|-----------|---|------------|------|--------|
| a | Gefährdungspotenzial | 10 | | |
| | hoch/deutlich | | 5 | 50 |
| | erwartbar | | 4 | 40 |
| | mittel/naheliegend | | 3 | 30 |
| | gering | | 1 | 10 |
| | nicht erwartet / neutral | | 0 | 0 |
| | leicht verringert | | -1 | -10 |
| | verringert | | -2 | -20 |
| b | visuelle Qualität (Sehschärfe, Sehkomfort, Blendung) | 4 | | |
| | deutlich gemindert | | 3 | 12 |
| | gemindert | | 2 | 8 |
| | gering | | 1 | 4 |
| | unerheblich - neutral | | 0 | 0 |
| | leicht verbessert | | -1 | -4 |
| | verbessert | | -2 | -8 |
| c | Qualität der Raumwahrnehmung | 2 | | |
| | deutlich gemindert | | 3 | 6 |
| | gemindert | | 2 | 4 |
| | gering | | 1 | 2 |
| | unerheblich - neutral | | 0 | 0 |
| | leicht verbessert | | -1 | -2 |
| | verbessert | | -2 | -4 |
| d | Semantik und Kategorisierung | 1 | | |
| | deutlich abweichend | | 3 | 3 |
| | abweichend | | 2 | 2 |
| | unerheblich / nicht relevant | | 0 | 0 |
| | leicht verbessert | | -1 | -1 |
| | verbessert/präzisiert | | -2 | -2 |

Tabelle 1: Kategorisierung, Einstufung und Gewichtung der Abweichungen. Beispielsweise führt ein hohes Gefährdungspotenzial in Kategorie a mit einem Wert von 5 und einer Gewichtung von 10 zu

einer Punktzahl von 50. Die Punktzahlen der Kategorien a-d werden addiert und ergeben die Gesamtpunktezahl für die Einteilung in die Bewertungsklassen.

Die Summe der Punkte in den vier Kategorien führte wiederum zu einer Einstufung der Abweichungen in Bewertungsklassen entsprechend ihrer Bedeutung für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Dabei wird davon ausgegangen, dass auch weiche Faktoren wie eine verbesserte Raumwahrnehmung sich positiv auf das psychische Befinden bei der Arbeit auswirken, auch wenn dieser Aspekt noch Gegenstand wissenschaftlicher Forschung ist.

Die Bewertungsklassen und ihre Einstufungskriterien wurden wie folgt festgelegt:

| Klasse | Punkte | Bewertung | Kriterien |
|------------|-----------|---|---|
| I | ≥ 35 | kritische Abweichung oder oder | Gefährdung möglich nachteilige Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit möglich oder insbes. bei dauerhafter Exposition wahrscheinlich kritische Lücke im jeweiligen Regelwerk (ASR/DGUV bzw. Normenwerk) |
| II | ≥ 20 | deutliche Abweichung oder oder oder | ohne klares Gefährdungspotenzial Gesundheitliche Auswirkungen eventuell möglich Auswirkungen auf Sehschärfe oder Sehkomfort erwartet ohne Lücke im jeweiligen Regelwerk (ASR/DGUV - Normenwerk) |
| III | > 10 | Abweichung oder oder | ohne erkennbares Gefährdungspotenzial ohne erkennbare Gesundheitsrelevanz Auswirkungen auf Sehschärfe oder Sehkomfort erwartet |
| IV | ≤ 10 | unkritische Abweichung oder oder oder | ohne erkennbares Gefährdungspotenzial ohne erkennbare Gesundheitsrelevanz geringe Auswirkungen auf visuelles Vermögen oder die Raumwahrnehmung erwartet ohne Bezug zum Arbeitsschutz |

Tabelle 2: Kriterien der Bewertung von Abweichungen hinsichtlich des Arbeitsschutzes. Die Gesamtpunkte gemäß Einstufung in den Kategorien a-d der Tabelle 1 führen zur Klassifizierung in I-IV mit der entsprechenden Bewertung.

4 AP 1: Vergleich ASR A3.4 mit DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3

In diesem Arbeitspaket werden die Anforderungen aus den zentralen Dokumenten ASR A3.4 einerseits, sowie DIN EN 12464-1:2021-11 und DIN 5035-3:2006-07 andererseits verglichen. Das Beiblatt zur DIN EN 12464-1 sowie der Leitfaden werden ergänzend einbezogen, weil sie gerade zum Zwecke des Vergleichs mit dem Arbeitsschutzregelwerk erstellt wurden.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) und Dienstleistungsnormen besteht in der Zielgruppe und Bindung der Adressaten.

Die ASR richten sich an die Arbeitgeber, um sie bei der Einhaltung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften zu unterstützen. Sie können diese Anforderungen auch auf andere Weise als mit Hilfe der ASR erfüllen, wenn sie das gleiche Schutzniveau nachweisen können. Dies müssen sie im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung dokumentieren und den Aufsichtsbehörden auf Nachfrage vorlegen.

Die Normen DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 richten sich an Planer, die die Anforderungen auf der Basis einer vertraglichen Grundlage mit ihrem Auftraggeber (typischerweise Arbeitgeber oder Gebäudeeigentümer) in ihren Planungen umsetzen müssen. Eine Verpflichtung zur Einhaltung dieser Normen gegenüber Aufsichtsbehörden besteht nicht, weder beim Planer noch beim Arbeitgeber oder Betreiber.

Während also die Arbeitgeber die Gefährdungsbeurteilung und erforderlichenfalls die Ableitung und Durchführung eventueller Schutzmaßnahmen schon vor Aufnahme der Tätigkeit durchführen und zusätzlich jederzeit im Betrieb die Einhaltung der Anforderungen von Arbeitsschutzvorschriften nachweislich gewährleisten müssen, endet die Verpflichtung der Planer mit der Übergabe der vertraglichen Leistung an den Auftraggeber, typischerweise deutlich vor Aufnahme des Betriebes und damit vor der Zeit, in der der Arbeitsschutz in der Praxis gewährleistet sein muss.

4.1 Regelungsumfang und Geltungsbereich

ASR A3.4, DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 weichen im Umfang der beschriebenen Räume und Bereiche sowie Arbeitsplätze und Tätigkeiten deutlich voneinander ab. Insofern entziehen sich einige Teile einer vergleichenden Betrachtung bis auf die bloße Tatsache des Fehlens einer Entsprechung auf der jeweils anderen Seite.

- *Arbeitsplätze im Freien*

Die ASR A3.4 soll als zentrale und kompakte Regel zur Beleuchtung für möglichst alle Arbeitsplätze dienen. Dementsprechend werden auch Arbeitsplätze im Freien und auf Baustellen von ihr behandelt. DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 beziehen sich nur auf Arbeitsplätze im Innenraum. Für Arbeitsplätze im Freien gibt es analog zur DIN EN 12464-1 die DIN EN 12464-2:2014-05 für Arbeitsplätze im Freien. Die enthaltenen Angaben zu Baustellenarbeitsplätzen beschränken sich dabei auf die Tabelle 5.3.

- *Sicherheitsbeleuchtung*

Der Bereich der Sicherheitsbeleuchtung wurde in den Arbeitsstättenregeln kürzlich neu aufgeteilt. Die ASR A2.3 enthält nun die Beleuchtung für Flucht- und Rettungswege aus der ehemaligen ASR A3.4/7, die aufgehoben wurde. Die ASR A3.4 enthält Anforderungen zur Sicherheitsbeleuchtung für „*Bereiche von Arbeitsstätten, in denen die Beschäftigten bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit ausgesetzt sind*“. Für diese Bereiche sind Beispiele genannt. DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 enthalten keinerlei Angaben zu Sicherheits- und Notbeleuchtung. Für diesbezügliche Anforderungen wird in diesen Normen auf DIN EN 1838 „Notbeleuchtung“ verwiesen.

- *Nutzergruppen*

Die DIN 5035-3 ist nicht nur auf die Beschäftigten, sondern auch auf andere Personen wie Patienten und Besucher ausgerichtet. Sie enthält daher neben den Anforderungen für die Arbeitsplätze auch Anforderungen für anders genutzte Bereiche mit dem Ziel in diesem spezifischen Bereich zwischen unterschiedlichen Bedürfnissen und Ansprüchen an die Beleuchtung zu vermitteln. Zwar gehen solche anwendungsspezifischen Einflüsse auch in die Beleuchtungsanforderungen in ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 ein, jedoch nicht so explizit und umfänglich ausgeführt wie in DIN 5035-3.

- *Nichtvisuelle Lichtwirkungen*

Die auch in der arbeitswissenschaftlichen Forschung zunehmend an Bedeutung gewinnenden nichtvisuellen Wirkungen von Licht finden allein in der DIN EN 12464-1 Erwähnung, allerdings im nicht normativen Anhang B. Die ASR A3.4 trägt diesem Aspekt in gewisser Weise Rechnung, indem sie konkrete Anforderungen an die Versorgung mit Tageslicht stellt. Allerdings findet sich in der ASR A3.4 kein Hinweis auf diesen Zusammenhang, die Basis der Aufnahme in die ASR A3.4 ist eher in der Arbeitsstättenverordnung mit ihrer Forderung nach Tageslicht zu sehen. In diesem Zusammenhang muss allerdings erwähnt werden, dass die ebenfalls in der Arbeitsstättenverordnung genannte Sichtverbindung nach außen in der ASR A3.4 weder genannt noch konkretisiert wird. Dies stellt unzweifelhaft eine Lücke im Regelwerk

dar. Die Bedeutung von Tageslicht wird im Anhang B der DIN EN 12464-1 ebenfalls genannt und der Bezug zu nichtvisuellen Wirkungen hergestellt. Diese Zusammenhänge werden im Bereich des Arbeitsschutzregelwerks insbesondere durch die in AP 2 analysierte DGUV Information 215-220 umfänglich dargestellt. In der DIN 5035-3 findet sich ebenfalls kein Hinweis auf nichtvisuelle Lichtwirkungen.

- *Bildschirmarbeitsplätze*

Die DIN EN 12464-1 geht ebenfalls zusätzlich auf Bildschirmarbeitsplätze ein. Die Nutzung von Bildschirmen stellt zusätzliche Anforderungen an die Beschaffenheit (Entblendung) und Orientierung der Leuchten im Raum, insbesondere da sonst störende Reflexionen auftreten können. Für die Konkretisierung der Anforderungen an die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen gemäß der Arbeitsstättenverordnung wird derzeit eine neue ASR A6 entwickelt. Die ASR A3.4 geht nicht spezifisch auf Bildschirmarbeitsplätze ein. Zusätzliche Informationen bieten die DGUV Informationen 215-410:2019 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze - Leitfaden für die Gestaltung“ und 215-442:2020 „Beleuchtung im Büro“.

- *Planung*

Ein neues Kapitel 6 zur Planung ist in der Revision der DIN EN 12464-1 eingefügt worden. Dies ist für den Bereich des Arbeitsschutzes nicht wirklich erforderlich. Es trägt der Ausrichtung der Norm in Bezug auf den Planer Rechnung und gibt Planungsschritte und Abläufe vor. Zwar richtet sich die ASR A3.4 ebenso schon bei der Planung und Errichtung an den Planer und den Arbeitgeber, für den verantwortlichen Arbeitgeber in einer Arbeitsstätte ist aber letztlich die Beleuchtung im Betrieb maßgeblich und daher zu regeln.

- *Beispiele*

Beispiele für die Planung von Beleuchtung und Umsetzung der Anforderungen an verschiedenen Arbeitsplätzen werden im informativen Anhang C der DIN EN 12464-1 gezeigt. Diese neue Umsetzungshilfe in der Norm kann zum praktischen Verständnis beitragen und findet sich weder in der ASR A3.4 noch in der DIN 5035-3. Es kann auch hier angeführt werden, dass die DGUV eine Unterstützung für die Praxis in Form der DGUV Information 215-442 für Büroarbeitsplätze bereitstellt (s. 5.2).

Bewertung (4.1 gesamt):

- **deutliche Abweichung**

Diese Bewertung beruht nicht auf dem in 3.3 vorgestellten Punktebewertungssystem, da dieses in diesem Fall nicht sinnvoll eingesetzt werden kann. Allein der Fakt des unterschiedlichen Umfangs muss als deutliche Abweichung gewertet werden. Je nach Zielrichtung der Dokumente fehlen in ihnen einzelne Regelungsbereiche,

die als „Lücke“ verstanden werden könnten. Kritisch für den Arbeitsschutz sind die Abweichungen dennoch nicht, da diese Regelungsbereiche typischerweise in anderen Dokumenten aus dem Arbeitsschutz- oder aus dem Normenbereich enthalten sind.

4.2 Anforderungen im Dokumententext

4.2.1 Zielstellung

Aus Zielstellung, Vorwort und Anwendungsbereich der Dokumente geht die unterschiedliche Ausrichtung der betrachteten Normen und der ASR eindeutig hervor. Die ASR ist dabei das einzige Papier, das die gesundheitsgerechte Bearbeitung der Sehaufgaben zum Ziel hat. Die DIN EN 12464-1 ist ausgerichtet auf *„Sehkomfort und die Sehleistung von Personen mit normalem oder auf normal korrigiertem Sehvermögen“*. In der DIN 5035-3 werden speziell die Personengruppen in Einrichtungen des Gesundheitswesens genannt. Neben den Patienten sind dies natürlich auch die Beschäftigten. Allerdings wird im Anwendungsbereich explizit betont, dass sie nicht für die *„Beleuchtung von Arbeitsstätten im Hinblick auf den betrieblichen Arbeitsschutz“* gilt. Eine entsprechende Einschränkung befindet sich bei der DIN EN 12464-1 im nationalen Vorwort, ist also auch explizit genannt unter Verweis auf die Arbeitsstättenverordnung, die ASR A3.4 und auch relevante DGUV Informationen. Es werden auch Unterschiede zur ASR A3.4 aufgeführt. Diese Einschränkung wäre nur dann nicht bekannt, wenn eine aus einem anderen EU Mitgliedsstaat stammende Version der EN 12464-1 benutzt würde. Der Verweis im nationalen Vorwort wurde unter Einbeziehung der KAN bereits in der Vorversion der Norm verankert und wurde weitergeführt.

In der Praxis der Lichtplanung und auch bei Arbeitgebern sind die Einschränkung in der Verwendbarkeit und mögliche rechtliche Folgen aber durchaus häufig nicht bekannt. Gerade der umfassende Titel der DIN EN 12464-1 suggeriert die uneingeschränkte Gültigkeit für Arbeitsplätze im Innenraum. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass Zielstellung, Anwendungsbereich und auch das nationale Vorwort einschlägiger Normen bei den fachkundigen Personen bekannt sind, Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis deuten aber oftmals auf Defizite hin.

Eine unterschiedliche Zielstellung bei den Dokumenten kann aber trotzdem zu vergleichbaren Anforderungen für den Arbeitsschutz führen. Allerdings ist die Formulierung des Schutzzieles in der ASR von hoher Bedeutung, wenn Arbeitgeber alternative Möglichkeiten in Betracht ziehen und von den ASR abweichen. Sie müssen in der Gefährdungsbeurteilung dokumentieren, wie sie den Schutz gewährleisten. Die deutschen Normen wiederum dürfen nicht mit diesem Ziel erstellt werden, weil die beteiligten Gremien kein öffentliches Mandat für diese Festlegungen haben. Aufgrund der unterschiedlichen Besetzungen und Besetzungsverfahren der Gremien ist

eine Aufweichung dieser Positionen derzeit aus Sicht des Arbeitsschutzes nicht gewünscht und für die Zukunft schwer vorstellbar.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | -1 | -1 | 0 | 30 | -4 | -2 | 0 | 24 | II |

4.2.2 Begriffe und Definitionen

4.2.2.1 Arbeitsplatz – Bereich der Sehaufgabe

Auch wenn die Definition des Arbeitsplatzes in der Arbeitsstättenverordnung geändert wurde, wird in diesem Gutachten von der bestehenden Beschreibung des Arbeitsplatzes in der ASR A3.4 bis zu einer Überarbeitung (die in Vorbereitung ist) ausgegangen, vgl. §8 (2) der ArbStättV [2]. Die ASR A3.4 benutzt den Begriff und das Konzept eines Arbeitsplatzes, um die zentrale Beleuchtungsaufgabe räumlich zu beschreiben. In den Normen entspricht dies weitgehend dem Konzept des Bereiches der Tätigkeit. Allerdings hat der Planer die Freiheit, auch das "räumlich engere" Konzept der Sehaufgabe anzuwenden und die Größe zu definieren. Der Leitfaden zur DIN EN 12464-1 analysiert weitgehend die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Konzepte und kommt zu der Bewertung, dass sie sehr vergleichbar sind. Ein relevanter Unterschied zwischen diesen beiden Konzepten wird dort aber nicht genauer betrachtet: die Bewegungs- und zum Arbeitsplatz gehörenden Stellflächen der ASR A3.4. Diese müssen mit den gleichen Anforderungen beleuchtet werden, wie die Hauptsehaufgabe. Nur bei Beleuchtungsstärken über 500 lx kommt in der ASR A3.4 zusätzlich das Konzept von Teilflächen mit erhöhter Beleuchtungsstärke zum Einsatz. Das Konzept von Bereichen der Sehaufgabe ermöglicht eine kleinteiligere Verteilung von Bereichen mit der vorgesehenen Beleuchtungsstärke und

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

reduziert die Beleuchtungsstärke in den Bewegungsflächen, die in den Normen als unmittelbarer Umgebungsbereich geführt sind. Dieser Bereich dient der Adaptation und die Anforderungen an die Beleuchtungsstärke liegen bei ca. $\frac{2}{3}$ derer an die Sehaufgabe. Bei diesen Abweichungen erscheinen die Risiken höherer Unfallgefahren in den Bewegungsflächen und den zum Arbeitsplatz gehörenden Stellflächen zwar weder belegt noch hoch wahrscheinlich, sind allerdings in einem gewissen Maß plausibel und könnten vorkommen. In vielen heutigen Arbeitsplatzkonstellationen würde dieser Unterschied vermutlich weitgehend vernachlässigbar sein. Allerdings legt der technologische Wandel mit dem Übergang zu LED-Beleuchtungssystemen mit zusätzlichen zeitlichen und räumlichen Steuerungsmöglichkeiten nahe, dass in der Zukunft deutlich engere Spezifikationen der Beleuchtungssysteme für die Einsparung von Energieaufwänden zur Anwendung kommen könnten. Dies ist auf der einen Seite natürlich wünschenswert, auf der anderen Seite mit den Anforderungen des Arbeitsschutzes abzuwägen.

Das zusätzliche Konzept der Raumbelichtung wird in der ASR A3.4 insbesondere bei nicht vorher feststehenden Arbeitsplätzen oder variableren Nutzungen angeboten. Dies hat in der DIN EN 12464-1:2021-11 keine echte Entsprechung. Es wird im Beiblatt zur Vorversion der Norm erläutert, hat jedoch keinen Eingang in die Revision gefunden.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | 2 | 1 | 3 | 10 | 8 | 2 | 3 | 23 | II |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

4.2.2.2 Umgebungsbereiche

Um den Arbeitsplatz beginnt nach ASR A3.4 der Umgebungsbereich, der je nach Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz mit ca. 2/3 von dessen Beleuchtungsstärke beleuchtet werden muss. In der DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 heißt das Pendant unmittelbarer Umgebungsbereich und es werden typischerweise gleiche Beleuchtungsstärken gefordert. Die Ausdehnung der unterschiedlich benannten Bereiche ist allerdings ebenfalls unterschiedlich. Nach ASR A3.4 umfasst der Umgebungsbereich den restlichen Raum, nach DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 einen Streifen von mindestens 0,5 m um den Bereich der Sehaufgabe. Daran anschließend definieren die beiden Normen einen Hintergrundbereich, der den restlichen Raum umschließt und abweichende (geringere) Beleuchtungsanforderungen stellt. Bei räumlicher enger Festlegung von Sehaufgabe und unmittelbarem Umgebungsbereich könnte der Hintergrundbereich somit schon im Bereich der Bewegungsfläche und der Stellflächen des Arbeitsplatzes nach ASR A3.4 beginnen. Der Leitfaden und das Beiblatt zur DIN EN 12464-1 verweisen zur Definition und Größe des Arbeitsplatzes noch auf DIN 4543-1, wonach auch Bewegungsflächen einbezogen wären, jedoch ist diese Norm im Jahr 2017 zurückgezogen worden und die DIN EN 12464-1 nimmt dementsprechend keinen Bezug. Die von der DIN EN 12464-1 genannte DIN EN 12665 definiert nicht den Arbeitsplatz, dafür aber den Bereich der Sehaufgabe als einen Teil des Arbeitsplatzes, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird. Der Planer hätte daher gemäß DIN EN 12665 oder DIN EN 12464-1 die Möglichkeit, den Bereich des Arbeitsplatzes nach ASR A3.4 in nur einem kleineren Teil (Bereich der Sehaufgabe) mit der entsprechenden Beleuchtungsstärke auszustatten, Teile davon aber auch nur mit der Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsgebietes oder sogar des Hintergrundbereiches. Die Anforderungen in den letztgenannten Bereichen sind wie angeführt zum Teil erheblich niedriger. Ein häufigeres Auftreten von sehbedingten Unfällen kann nicht belegt werden, allerdings ist dieses Risiko nicht auszuschließen. Es wird dadurch gemildert, dass im unmittelbaren Umgebungsgebiet und im Hintergrundbereich die Absenkung der Beleuchtungsstärken an die Beleuchtungsstärken der Sehaufgabe gekoppelt sind und damit der Adaptation des Auges Rechnung getragen wird. Auch sind die zahlenmäßigen Anforderungen im unmittelbaren Umgebungsgebiet und im Hintergrundbereich bei niedrigen Beleuchtungsniveaus in der Norm höher (s. 4.2.5.2). Die Wahl eines arbeitsplatzbezogenen Beleuchtungskonzeptes ist möglich aber nicht gefordert.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 20 | 4 | 4 | 3 | 21 | II |

4.2.2.3 Mindestwert / Wartungswert

Anforderungen an die Beleuchtungsstärke werden in der ASR A3.4 als Mindestwert der Beleuchtungsstärke, gemittelt über den Bewertungsbereich, genannt. In den zu vergleichenden Normen wird der Begriff Wartungswert der Beleuchtungsstärke bei gleicher Berechnungsweise verwendet. Beide Begrifflichkeiten bezeichnen die geringste noch zulässige Beleuchtungsstärke im Betrieb. Der Begriff Wartungswert wurde gewählt, weil in den Normen auch mit einem Wartungsfaktor für die Planung gearbeitet wird. Dieser muss eingeführt werden, um bereits in der Planung dem Abfallen der Beleuchtungsstärke über der Zeit, aufgrund von beispielsweise Alterungserscheinungen und Verschmutzungen bis zur regelmäßigen Wartung, Rechnung zu tragen.

Im laufenden Betrieb, von dem die ASR A3.4 aufgrund der Verpflichtungen der Arbeitgeber ausgeht, bietet sich der leichter verständliche und daher klarere Begriff Mindestwert an. Alterungserscheinungen, Verschmutzungen o. ä. dürfen nicht zur Unterschreitung des Mindestwertes führen, dies muss daher vorsorglich bei der Auslegung der Beleuchtung einbezogen werden. Die unterschiedlichen Begrifflichkeiten können zu Verwirrungen beim Anwender führen, sind aber vermutlich keine Ursache für Gefährdungen, wenn die vorgesehenen Wartungen eingehalten werden.

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | IV |

4.2.2.4 Vertikale – zylindrische Beleuchtungsstärke

Die DIN EN 12464-1:2021 benutzt jetzt in den Tabellen, und damit deutlicher als zuvor, das Maß der mittleren zylindrischen Beleuchtungsstärke anstelle einer gemittelten vertikalen Beleuchtungsstärke in frühen Normen und der ASR A3.4. Die zylindrische Beleuchtungsstärke sollte mit einem Messkopf für die Messung der zylindrischen Beleuchtungsstärke erfasst werden und kann in der theoretischen Betrachtung die dreidimensionale Beleuchtung und damit Effekte auf die Wahrnehmung von Körpern im Raum besser abbilden. In der Praxis wird allerdings häufig die Näherung in der vertikalen Messsituation von einer Mittelung über vier, in der horizontalen Ebene auf der Messhöhe gleichverteilte, also in jeweils 90° Winkel zueinander angeordnete, Richtungen benutzt, welche einer Mittelung der vertikalen Beleuchtungsstärke aus der ASR A3.4 entspricht. Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich dann also nicht. Davon abzugrenzen ist der Fall der vertikalen Beleuchtungsstärke auf senkrechten Beurteilungsflächen wie beispielsweise Wänden oder Regalen oder der Fall des Lichteinfalls in das Auge bei aufrechter Kopfhaltung. In der DIN EN 12464-1 wurde versucht, diese Fälle klarer voneinander abzugrenzen und das Maß zur Beurteilung der Körperwahrnehmung (Modeling) zu verbessern. Dies kann bei genauer Anwendung der Norm zu einer besseren visuellen Wahrnehmung führen.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -1 | -1 | 2 | 0 | -4 | -2 | 2 | -4 | IV |

4.2.2.5 weitere Begriffe

Die ASR A3.4 definiert die wesentlichen Begriffe, die zum Verständnis der Regel gebraucht werden. Dazu gehören neben den bereits angesprochenen weitere, vor allem lichttechnisch übliche, Begriffe. Im Bereich der Normen werden üblicherweise nur speziellere, dokumentenspezifische Begriffe definiert und ansonsten auf andere Dokumente wie beispielsweise die DIN EN 12665:2018-08 „Licht und Beleuchtung – Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung“ verwiesen. Die Benutzung von DIN-Normen setzt üblicherweise den Erwerb des Normentextes über den Beuth Verlag voraus. Diese Vorgehensweise führt dementsprechend zu Kosten, die bei vielen Verweisen erheblich steigen können. Zudem ist der Preis einer Norm abhängig vom Umfang des Dokuments, was sich insbesondere bei grundlegenden Normen bemerkbar machen kann. Im Gegensatz zu diesem privatwirtschaftlichen System stehen gesetzliche Vorschriften und das staatliche technische Regelwerk kostenfrei zur Verfügung. Ansonsten bestehen die Abweichungen bei den Begriffen und Definitionen hauptsächlich in der unterschiedlichen Nennung der Begriffe, jedoch nicht in ihrem Verständnis oder den Begriffen selbst.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | IV |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

4.2.3 Tageslicht

Die ArbStättV fordert für Arbeitsräume sowohl eine Tageslichtversorgung und eine Sichtverbindung nach außen und räumt somit diesem Themengebiet eine hohe Priorität ein. Sowohl im Bereich der DGUV als auch im Bereich der Normung sind verschiedene weitere Schriften vor allem zur Beleuchtung mit Tageslicht erschienen, auf die hier nicht vollumfänglich eingegangen werden kann. Hier sind insbesondere die DGUV Information 215-211:2022 „Tageslicht am Arbeitsplatz und Sichtverbindung nach außen“ und die DIN EN 17037:2022-05 „Tageslicht in Gebäuden; Deutsche Fassung EN 17037:2018+AC:2021+A1:2021“ zu nennen, aber auch beispielsweise die Normenreihe DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ und die DGUV Informationen 215-444 „Sonnenschutz im Büro“ liefern zusätzliche Informationen und Impulse.

Die ASR A3.4 konkretisiert die Anforderung der Arbeitsstättenverordnung nach einer Tageslichtversorgung: *„Die Arbeitsstätten müssen möglichst ausreichend Tageslicht erhalten ...“*, wobei die gewünschte Wirkung des Tageslichts nicht weiter ausgeführt ist. Eine Präzisierung der Zielrichtung der Tageslichtversorgung liefert auch die ASR A3.4 nicht, wohl aber zwei Quantitäten, die eine ausreichende Tageslichtversorgung bereitstellen. Als dafür geeignet erscheinen entweder das Verhältnis von Tageslichtöffnungsfläche zur Raumgröße oder der Tageslichtquotient. Die DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 setzen keine Anforderung zum Einsatz von Tageslicht in der Beleuchtung. *„Beleuchtung kann durch Tageslicht, elektrische Beleuchtung oder eine Kombination aus beidem erfolgen“* lautet die Formulierung in der DIN EN 12464-1. *„Die unterschiedlichen Lichtbedürfnisse der Patienten und Beschäftigten sind bei der Planung zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Dynamik und Lichtfarbe der Kunstlichtbeleuchtung und Tageslichtbeleuchtung“* schreibt die DIN 5035-3 vor. Diese Bedürfnisse sind aber nicht weiter beschrieben, wie auch die Konsequenzen für die Tageslichtversorgung. In Abschnitt 6.5 und im Anhang B der DIN EN 12464-1 wird der Zusammenhang zwischen Tageslichtrhythmen und nichtvisuellen Lichtwirkungen weiter erläutert, allerdings ohne konkrete Anforderungen oder Empfehlungen abzuleiten. Generell wird die Aussage vertreten, dass weitere Kenntnisse in diesem Bereich erforderlich sind. Die DIN EN 12464-1 ist dementsprechend in Bezug auf die Lichtquelle „technologieneutral“ und ordnet das Tageslicht als eine der möglichen Lichtquellen ein. Dies entspricht sachlich nicht der o.g. Anforderung der Arbeitsstättenverordnung. Die ASR A3.4 geht noch weiter in ihrer Anforderung, dass die Einrichtung fensternaher Arbeitsplätze zu bevorzugen ist und dass Verglasungsmaterialien zu einer möglichst geringen Veränderung des Farbeindrucks führen sollen. Vergleichbare Anforderungen oder Empfehlungen finden sich in den hier betrachteten Normen nicht, weil sie sich an den Lichtplaner und nicht an den Arbeitgeber wenden. Die DIN EN 12464-1 verweist auf die DIN EN 17037:2018, „Tageslicht in Gebäuden“ und die DIN 5035-3:2006 auf die zu dieser Zeit anwendbare Normenreihe DIN 5034.

Die Forderung nach Tageslicht in der ArbStättV begründet sich im Gesundheitsschutz auf der Basis komplexer Wirkzusammenhänge, wie der Begründung zur Änderung der ArbStättV von 2016 entnommen werden kann: „*Natürliches Tageslicht nimmt bei der Beleuchtung von Arbeitsräumen einen sehr hohen Stellenwert ein. In Verbindung mit einer ungehinderten Sichtverbindung nach außen wirkt sich das Tageslicht positiv auf die physische Gesundheit (zum Beispiel Hormonhaushalt) sowie auf die psychische Gesundheit (zum Beispiel Motivation, Arbeitszufriedenheit und Leistungsfähigkeit) der Beschäftigten bei der Arbeit aus.*“ [3] In diesem Kontext ist auch die Forderung nach einer Sichtverbindung nach außen zu sehen. Die Interaktion von Tageslichtversorgung und Sichtverbindung ist in der wissenschaftlichen Literatur vielfach ersichtlich, die Wirkungen der Komponenten aber nicht scharf trennbar. Die älteren Studien in diesem Zusammenhang haben häufig Präferenzen und Wohlbefinden von Beschäftigten abgefragt und kommen weitestgehend einheitlich zu einer Bevorzugung von Tageslicht gegenüber Kunstlicht und zur starken Forderung nach einer Sichtverbindung nach außen (zur Übersicht s. [4]). Neuere Studien ergänzen und bestätigen speziell den mittel- und langfristigen Gesundheitsaspekt von Tageslichtversorgung mit Erkenntnissen zu nichtvisuellen Wirkungen von Licht. Zwar zeigen einige Studien auch die prinzipielle Wirksamkeit von Kunstlicht auf die Stärke der Synchronisation des natürlichen Tag/Nacht Rhythmus (Entrainment) und die Aktivierung in der kognitiven Domäne, allerdings lässt sich diese Wirksamkeit nur mit Anpassungen der Beleuchtungsstärke und des Spektrums sinnvoll erreichen (zur Übersicht s. [5]). Die DIN EN 12464-1 nimmt diesen Aspekt mit ihrem Vorschlag von modifizierten Beleuchtungsstärken zum Teil auf, zumindest wurde hier ein Anreiz mit Begründungen („*Kontextmodifikatoren*“) zur Verbesserung der Beleuchtungsqualität in dieser Richtung geschaffen. Ein Kriterium unter den Kontextmodifikatoren ist auch, dass der Bereich der Sehaufgabe oder Tätigkeit über wenig Tageslicht verfügt. Aus wissenschaftlicher Sicht wäre für die konsequente Einbeziehung nichtvisueller Effekte die Orientierung an der melanopisch bewerteten Beleuchtungsstärke am Auge maßgeblich. Das kürzlich erschienene Konsenspapier zahlreicher Wissenschaftler aus dem Forschungsbereich empfiehlt für die Tagesanwendung eine melanopisch äquivalente Tageslichtbeleuchtungsstärke $ED_{\text{mel, v}}^{65}$ (MEDI) von 250 lx am Auge des Betrachters [6]. Dieser Wert wird beispielsweise in einer Büroumgebung mit einer horizontal gemessenen Beleuchtungsstärke von 500 lx nicht erreicht, weder durch Tageslicht noch durch künstliche Beleuchtung. Bei fensternahen Arbeitsplätzen ist dieser Wert mit dem einfallenden Tageslicht oftmals gut erreichbar. Mit einem modifizierten Wertungswert der Beleuchtungsstärke laut DIN EN 12464-1 von 750 lx in der horizontalen Messebene kann dieser Wert ebenfalls erreicht werden, je nach eingesetztem Lichtspektrum und geeigneten Umgebungsfaktoren wie z. B. hohen Reflexionsgraden an den Wänden, allerdings eben unter höherem Energieaufwand für die Beleuchtung. Das o. a. wissenschaftliche Konsenspapier fordert nicht den Einsatz von Tageslicht zur Erzeugung der genannten nichtvisuellen Wirkungen, weil in einer Reihe von Studien gezeigt wurde, dass künstliche Beleuchtung mit hohen MEDI-

Werten prinzipiell auch dazu in der Lage ist. Allerdings zeigen auch Studien mit einer guten Tageslichtversorgung und dadurch per se einem hohen MEDI-Wert beim Betrachter, dass gegenüber einer zwar normgerechten, aber eben nicht modifizierten Beleuchtungsstärke mit einer Standardlichtfarbe im Bereich von 3000 K bis 4100 K, Vorteile in Bezug auf gesundheitlich relevante Parameter erzielt werden. In Zusammenhang mit der Forderung der Arbeitsstättenverordnung nach einer Sichtverbindung nach außen erscheinen daher die Anforderungen einer möglichst ausreichenden Tageslichtversorgung und der Bevorzugung von fensternahen Arbeitsplätzen im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit gerechtfertigt.

Im Hinblick auf visuelle Effekte, Sehleistung und Sehkomfort, bietet das Tageslicht eine anerkannt gute Beleuchtungsqualität schon aufgrund der hohen Farbwiedergabe. Allerdings ist das Risiko für Blendung höher und es müssen entsprechende Vorkehrungen zur Vermeidung getroffen werden.

Bewertung:

- **potenziell kritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | 0 | 3 | 0 | 30 | 0 | 6 | 0 | 36 | I |

4.2.4 Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten

Wie in 4.2.2.1 beschrieben geht die ASR A3.4 zunächst von einem Arbeitsplatzkonzept aus und stellt dementsprechend das Beleuchtungskonzept darauf ab, die DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 fokussieren auf die Beleuchtung der Sehaufgabe und ermöglichen bereits in engem Umkreis um die Sehaufgabe ein niedrigeres Beleuchtungsniveau.

Neben dem Schwerpunkt in den Beleuchtungskonzepten der jeweiligen Dokumente ermöglichen aber sowohl die ASR A3.4 wie auch die DIN 5035-3 und insbesondere

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

die DIN EN 12464-1 andere Varianten in den Beleuchtungskonzepten. Dabei entspricht das Konzept der arbeitsplatzbezogenen Beleuchtung der ASR A3.4 dem Konzept der tätigkeitsbezogenen Beleuchtung in den Normen. Die teilflächenbezogene Beleuchtung der ASR A3.4 bezieht sich zwar typischerweise auf ein Beleuchtungsniveau über 500 lx, entspricht dann aber der Beleuchtung der Sehaufgabe der Normen. Zusätzlich kann noch das Konzept der Raumbeleuchtung angewendet werden, speziell bei nicht bekannten oder fixierten Arbeitsplätzen im Raum. Dafür werden Kriterien für eine Auswahl des Beleuchtungskonzeptes in der ASR A3.4 genannt. Diese Kriterien und weitere Hilfestellungen für den Planer werden insbesondere im Beiblatt zur DIN EN 12464-1 (zur Version 2011, die Revision des Beiblattes wurde im Zeitrahmen der Erstellung dieses Gutachtens begonnen) ausführlicher behandelt. Dazu dient in der aktuellen Norm auch der neu geschaffene Abschnitt 6, in welchem konkrete Planungsschritte gefordert werden.

Grundsätzlich erlauben also sowohl die staatlichen Regelwerke wie auch die Normen vergleichbare Beleuchtungskonzepte, bei allerdings unterschiedlich wahrgenommener Präferenz für entweder die arbeitsplatzbezogene Beleuchtung (ASR A3.4) oder sie sehaufgabenbezogene Beleuchtung (DIN EN 12464-1).

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | IV |

4.2.5 Beleuchtungsstärken

Die Anforderungen bezüglich der Beleuchtungsstärken sind hauptsächlich in den Anforderungstabellen (s. u.) der ASR A3.4, DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 anwendungsspezifisch aufgeführt. Für nicht darin aufgeführte Anwendungsbereiche empfehlen alle Dokumente, vergleichbare Arbeitsplätze oder Tätigkeiten als

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Referenz zu benutzen und dies zu dokumentieren. Die ASR A3.4 verweist speziell auf die geforderte Gefährdungsbeurteilung.

4.2.5.1 Beleuchtungsstärken für Arbeitsplatz bzw. Sehaufgabe

Eine wesentliche Änderung besonders in der Kommunikation empfohlener Beleuchtungsniveaus wurde in der DIN EN 12464-1 eingeführt: Die modifizierte Werte der Beleuchtungsstärke für die Sehaufgabe wurden hervorgehoben und in die Tabellen aufgenommen. Hierfür wurden mehrere Kriterien als sogenannte Kontextmodifikatoren beschrieben, entsprechend denen eine Erhöhung des Wartungswertes der Beleuchtungsstärke empfehlenswert ist. Dazu gehören beispielsweise kritische Sehaufgaben, kleine Details, schlechtes Sehvermögen der Arbeitnehmer oder auch wenig Tageslicht (der letztgenannte Aspekt der Tageslichtbeleuchtung wurde bereits in 4.2.3 erläutert). Die beschriebenen Kriterien wurden bereits in der Normausgabe von 2011 erwähnt, haben aber in der Revision eine stärkere Betonung erfahren. Sie erscheinen als sinnvolle Anregung zur Verbesserung des Beleuchtungsniveaus in bestimmten Fällen. Ein häufig thematisiertes Problem der Kommunikation können sie allerdings auch nur bedingt lösen. Grundsätzlich ermöglichen sowohl die staatlichen Regelwerke als auch die Normen eine Erhöhung der Beleuchtungsstärke oder anderweitige Verbesserung der Beleuchtungsqualität. Dies wird im Terminus „*Mindestwert der Beleuchtungsstärke*“ gemäß ASR A3.4 auch klarer ausgedrückt als im „*Wartungswert der Beleuchtungsstärke*“ entsprechend der Normen. Trotzdem gehen sowohl viele Arbeitgeber wie auch Auftraggeber für eine Lichtplanung von einer Beleuchtungslösung aus, die nah an diesen Mindestwerten spezifiziert ist. Dies liegt zum Teil im fehlenden Mindestwert-Charakter der Werte, zum anderen an dem Wunsch zu energiesparenden Beleuchtungssystemen. In der Praxis entsteht dadurch tendenziell ein Druck in Richtung auf Vermeidung höherer als geforderter Beleuchtungsstärken. Die Einführung der "Kontextmodifikatoren" und der erhöhten Werte in den Tabellen führt daher zu einer Anregung in Richtung auf eine Verbesserung der Beleuchtungsqualität. Allerdings ist die Anzahl der Kriterien begrenzt und für nicht in den jetzigen Kontextmodifikatoren auftauchende, aber dennoch sinnvolle Bereiche könnte eher der gegensätzliche Effekt eintreten. Dieses Argument ist spekulativ, denn Erfahrungen mit dieser Ergänzung liegen naturgemäß nicht in größerem Umfang vor. Es gibt allerdings auch zwei Kontextmodifikatoren, die eine Erniedrigung des Wartungswertes der Beleuchtungsstärke ermöglichen und in der Wahrnehmung vermutlich sogar als Empfehlung verstanden werden. Diese zwei Kontextmodifikatoren beziehen sich auf eine leichte Sehaufgabe (große Objekte und/oder hoher Kontrast) oder auf eine nur kurzzeitige Ausführung. Diese Option kann daher die Beleuchtungsqualität verringern und das Sehvermögen reduzieren. Sie könnte auch speziell in Bereichen angewendet werden, in denen typischerweise eine kürzere Aufenthaltsdauer angenommen wird und daher die in den Anforderungstabellen geforderten Beleuchtungsstärken tendenziell schon niedrig liegen. In den Anforderungstabellen des Abschnittes 7 der DIN EN 12464-1

liegen alle aufgeführten modifizierten Wartungswerte, unter „Berücksichtigung üblicher Kontextmodifikatoren“ höher als die Mindestwerte. Zudem werden in Richtung höherer Wartungswerte 2 Stufen in der Beleuchtungsstärke bei mehr zutreffenden Kontextmodifikatoren empfohlen, in Richtung niedrigerer Wartungswerte maximal eine Stufe. Dennoch wird mit dieser Möglichkeit zur Verringerung der Beleuchtungsstärke ein möglicher Konflikt mit den staatlichen Regeln zum Arbeitsschutz auch in den Werten ermöglicht, bei denen zuvor Übereinstimmung herrschte.

Die ebenfalls bereits zuvor in der DIN EN 12464-1:2011-08 verwendeten und in DIN EN 12665 definierten Stufen der Anpassung der Beleuchtungsstärke werden in Abschnitt 5.3.2 empfohlen, sind nach Abschnitt 6.2.2 aber verbindlich zu nutzen. Sie gewinnen mit dem Konzept der Kontextmodifikatoren vermutlich an Bedeutung in der Praxis. Obwohl sie in der ASR A3.4 nicht explizit formuliert wurden, ist hierbei kein Konflikt zu erkennen. Es finden sich in der ASR A3.4 keine anderen Stufen (bis auf einen vereinzelt Wert von 400 lx unklarer Herkunft bei Halleneinfahrten), bei vergleichbaren Fragestellungen wird typischerweise die gleiche Abstufung benutzt. Die Abstufungen haben sich in der Vergangenheit als praktikabel herausgestellt.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | -1 | -1 | 2 | 10 | -4 | -2 | 2 | 6 | IV |

4.2.5.2 Beleuchtungsstärken für den Umgebungsbereich

ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 fordern für den Umgebungsbereich und unmittelbaren Umgebungsbereich praktisch gleiche Abstufungen der Beleuchtungsstärke. Allerdings fordert die ASR A3.4 nur bei Beleuchtungsstärken ab 300 lx definierte Werte für den Umgebungsbereich. Dagegen reichen die Angaben der DIN EN

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

12464-1 auch zu niedrigeren Werten bis 150 lx, wobei hier der gleiche Wert gefordert wird wie für die Sehaufgabe. Somit muss bei beispielsweise 200 lx am Arbeitsplatz gemäß ASR A3.4 keine Beleuchtungsstärken im Umgebungsbereich eingehalten werden, nach DIN EN 12464-1 aber 150 lx. Der in 4.2.2.2 angesprochene Hintergrundbereich ermöglicht prinzipiell eine weitere Absenkung der Beleuchtungsstärke, steht aber im Vergleich mit der ASR A3.4 und der den Umgebungsbereich begrenzenden Verkehrszone einer Beleuchtungsstärke von nur 50 lx gegenüber. Im Gegensatz zur Flächengröße hat der Planer in Bezug auf die Beleuchtungsstärkewerte im Umgebungsbereich und Hintergrundbereich laut DIN EN 12464-1 höhere Anforderungen zu erfüllen.

Bewertung:

- **Unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| -1 | -2 | -1 | 0 | -10 | -8 | -2 | 0 | -20 | IV |

4.2.6 Gleichmäßigkeit

Die Anforderungen zur Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke unterscheiden sich systematisch zwischen der ASR A3.4 und den zu vergleichenden Normen. Die Anforderungen der DIN EN 12464-1 wurden bereits gegenüber dem Vorläufer der 2011er Revision in die Tabellen übernommen und sind mit einer zusätzlichen Nachkommastelle genauer gefasst. Sie wurden auch anwendungsspezifisch angepasst, bei Abweichungen typischerweise unter den Vorwert, was also größere Abweichungen des Minimalwertes der Beleuchtungsstärke unter den mittleren Wartungswert der Beleuchtungsstärke erlaubt. Die Gleichmäßigkeitswerte liegen üblicherweise unter denen der DIN 5035-3 (0,7 im Bereich der Sehaufgabe, 0,5 im unmittelbaren Umgebungsbereich) und tendenziell insgesamt eher unter denen der ASR A3.4. Beim Vergleich gilt es nicht nur die Gleichmäßigkeitsanforderungen der jeweils vergleichbaren Bereiche (z.B. Arbeitsplatz vs. Sehaufgabe) zu betrachten, die

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

typischerweise nicht stark voneinander abweichen, sondern hier müssen wieder die unterschiedlichen zugrundeliegenden Beleuchtungskonzepte im Arbeitsschutzregelwerk und im Normenwerk einbezogen werden. Wenn beispielsweise gemäß DIN EN 12464-1 für eine Bürotätigkeit eine Sehaufgabe auf einer Arbeitsfläche definiert wird, würde diese nach ASR A3.4 aber insgesamt zu einem Arbeitsplatz gehören. In diesem Beispiel ist nach der Norm eine Gleichmäßigkeit von 0,60 gefordert und in der ASR ein Wert von 0,6. Die unterschiedliche Angabe in den Nachkommastellen ergibt gemäß Norm einen Gleichmäßigkeitsbereich von 0,595 – 0,604, gemäß ASR einen Bereich von 0,55 – 0,64. Bei der geforderten mittleren Beleuchtungsstärke von 500 lx führt dies zu zulässigen minimalen Beleuchtungsstärken von 297,5 lx im Bereich der enger definierten Sehaufgabe (DIN EN 12464-1) bzw. 275 lx für den Arbeitsplatz der ASR A3.4. Die Norm setzt hier also aufgrund einer höheren Genauigkeit in der Zahlenangabe höhere Anforderungen. Im gewählten Beispiel kann der unmittelbare Umgebungsbereich nach Norm auf der o.g. Arbeitsfläche liegen, die Anforderung läge hier bei 300 lx im Mittel mit einer Gleichmäßigkeit von 0,40. Dies ergäbe eine zulässige minimale Beleuchtungsstärke von 118,5 lx und die Gleichmäßigkeit läge demnach etwa im Bereich von 0,2 gegenüber dem Arbeitsplatz nach ASR A3.4. Diese Unterschiede wären bei vergleichbarem Beleuchtungskonzept oder größerer Auslegung der Sehaufgabe verschwunden, bei zusätzlicher Anwendung des modifizierten Wartungswertes würden sogar höhere Beleuchtungsstärkeanforderungen entstehen.

Der prinzipielle Unterschied in der Definition der zu bewertenden Flächen bildet daher das größte Problem für die Harmonisierung der Gleichmäßigkeit zwischen staatlichem Regelwerk und der Normenwelt. Einzelne Abweichungen zwischen den Gleichmäßigkeitsanforderungen der ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 fallen weniger ins Gewicht und wären vermutlich ohne Einschränkung des Arbeitsschutzes zu „bereinigen“, wenn gleichzeitig die Genauigkeit der Angabe ebenfalls angepasst würde. Eine Abweichung von 0,10, also 10%, (z. B. DIN EN 12464-1 = 0,5; ASR A3.4 = 0,6) würde bei geforderten mittleren 500 lx einen Unterschied von 27,5 lx für den Mindestwert ausmachen, also nur noch ca. 5 % der Beleuchtungsstärke. Bei Einbeziehung typischer Messungenauigkeiten und Anerkennung von anderen beeinflussenden Faktoren in der betrieblichen Praxis wäre eine Einschränkung des Arbeitsschutzes nicht zu befürchten.

Bewertung:

- **Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|------------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 4 | 0 | 12 | III |

4.2.7 Blendung

Das Thema der Blendung wird in der ASR A3.4 sehr allgemein behandelt und nicht durch eine Metrik und Zahlenwerte hinterlegt. In Abschnitt 5.3 heißt es hierzu: „Störende Blendung oder Reflexionen sind zu minimieren. Blendung, die zu Unfällen führen kann, muss vermieden werden“, was auch im Abschnitt zum Tageslicht (4.2) bezüglich der Sonneneinstrahlung bekräftigt wird. Mit diesen Kernsätzen werden sowohl physiologische Blendung (mit Beeinträchtigung des Sehvermögens) als auch psychologische Blendung (störende Blendung) einer subjektiven Beurteilung mit recht umfassender Anforderung unterworfen. Die Anforderungen in den Normen DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 sind demgegenüber quantitativ und fordern Abschirmwinkel für stark blendende Lichtquellen zur Begrenzung hoher Leuchtdichten und eine Anwendung des UGR (Unified Glare Rating) Verfahrens der CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*, Internationale Beleuchtungskommission) mit Einhaltung von tabellierten Grenzwerten. Das UGR-Verfahren zur Bewertung der psychologischen Blendung findet im Bereich des Arbeitsschutzes keinen Konsens und wurde daher nicht in die ASR A3.4 aufgenommen. Einer der Gründe gegen dieses Verfahren ist, dass es Einschränkungen bezüglich der Anwendbarkeit für Leuchtentypen und Räume gibt. Ein weiterer ist, dass es in der Praxis vom Arbeitgeber am Arbeitsplatz schwer prüfbar ist. Die Ermittlung des UGR-Wertes kann mithilfe einer Formel geschehen, es können auch tabellierte Werte benutzt werden. Nach der Norm müssen für die Einhaltung des UGR-Grenzwertes (in der DIN EN 12464-1 jetzt als R_{UGL} geführt) die tabellierten Werte genommen werden. In der Planungspraxis werden typischerweise die Tabellenangaben der Leuchtenhersteller als

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Kriterium für die Eignungsprüfung anhand der geplanten Raumnutzung herangezogen. Eine Prüfung oder messtechnische Validierung in der Anwendung findet nicht statt.

Auch wenn das UGR-Verfahren für die Belange des Arbeitsschutzes keine überzeugende Lösung darstellt und Lichtaustrittswinkel an Leuchten nicht alle Gefahren durch Blendung beseitigen können, sie sind zumindest ein Werkzeug zur Reduktion störender Blendung. Eine praxistaugliche und quantifizierbare Methodik zur Begrenzung der Blendung wäre auch für den Arbeitsschutz zu empfehlen.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | -1 | -2 | 2 | 10 | -4 | -4 | 2 | 4 | IV |

4.2.8 Vertikale / Zylindrische Beleuchtungsstärke und Raumbegrenzungsflächen

Außer den unterschiedlichen Begrifflichkeiten bei den Beleuchtungsstärken in der vertikalen Ebene gibt es deutliche Unterschiede in Umfang und Beschreibung der Nutzung von vertikalen und zylindrischen Beleuchtungsstärken. Insgesamt finden sich in der ASR A3.4 nur wenige Angaben hierzu. Danach muss die mittlere vertikale Beleuchtungsstärke der Seh- und Arbeitsaufgabe angemessen sein und ein bewährtes Verhältnis bei Büro- und vergleichbaren Arbeitsplätze von E_v zu E_h von $\geq 1:3$. In den Tabellen des Anhang 1 finden sich einzelne Angaben von E_v hauptsächlich bei senkrecht angeordnet Sehaufgaben wie bspw. Regalen. Die DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 nutzen in vergleichbarem Umfang und für vergleichbare Sehaufgaben ebenfalls die vertikale Beleuchtungsstärke. Zusätzlich macht die DIN EN 12464-1 umfangreicheren Gebrauch von der mittleren zylindrischen Beleuchtungsstärke im Raum als Instrument zur Gewährleistung einer guten visuellen

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Kommunikation. Dafür wurde in den Tabellen des Abschnittes 7 eine zusätzliche Spalte eingefügt. Ebenfalls in den Tabellen sind auch je eine Spalte für die mittlere Beleuchtungsstärke an der Wand und an der Decke eingefügt. Die Werte in diesen Spalten sollen ein angenehmes Raumempfinden durch Aufhellung der Raumbegrenzungsflächen sicherstellen. In allen drei Spalten wird eine Gleichmäßigkeit von 0,10 gefordert, sodass vollkommen dunkle Raumbereiche vermieden werden. Diese zusätzlichen Anforderungen beziehen sich prinzipiell zunächst auf die visuelle Wahrnehmung des Raumes und darin befindlicher Personen und Objekte und verbessern die Sehleistung. Sie haben aber gleichzeitig einen Einfluss auf die nichtvisuellen Lichtwirkungen, weil nach heutigem Verständnis insbesondere die Umgebungsbeleuchtung (ambiante Beleuchtung) diese Effekte prägt. Insgesamt wird durch diese Maßnahmen die Beleuchtungsqualität verbessert, jedoch ohne klare Auswirkungen auf den Arbeitsschutz erkennen zu lassen.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -2 | -2 | 3 | 0 | -8 | -4 | 3 | -9 | IV |

4.2.9 Leuchtdichten

Die Begrenzung von Leuchtdichten im Bereich der Beleuchtung dient üblicherweise nicht der Vermeidung von photobiologischen Risiken, sondern der Schaffung eines geeigneten Adaptationsniveaus für das Sehsystem. Im Bereich der ASR A3.4 wird dies durch die Vorgaben von Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz und im Hintergrund erreicht. Die DIN EN 12464-1 gibt hier zusätzliche Empfehlungen und sogar die Anforderung einer ausgewogenen Adaptationsleuchtdichte. Auf der einen Seite soll hierbei eine zu monotone Umgebung vermieden werden, auf der anderen Seite wirken auch zu hohe Leuchtdichteunterschiede störend. In diesem Zusammenhang ist die Kontrolle der Leuchtdichten in einem akzeptablen Bereich ein Mittel zur

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Erzeugung einer guten Beleuchtungsqualität, speziell auch in Kombination mit geeigneten Reflexionsgraden. Ein Zusammenhang mit dem Arbeitsschutz ist nur insofern gegeben, dass eine höhere ergonomische Qualität in der Arbeitsplatzumgebung sich auch positiv auf die Zufriedenheit und das psychische Wohlbefinden auswirken kann. Mit der Begrenzung der Leuchtdichten kann Blendung zudem gezielter ausgeschlossen werden, dies würde aber konkretere Vorgaben erfordern und stellte in der Praxis eine erhebliche Komplexität dar.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | -6 | IV |

4.2.10 Reflexionsgrade

Reflexionen an Wänden, Decken und Objekten sorgen für eine Verteilung von Licht im Raum und bestimmen stark die Wahrnehmung eines Raumes und von Objekten. Stark spiegelnde Oberflächen können auch zu Blendung führen, was der Fall sein kann, wenn gerichtete Lichtquellen mit hoher Leuchtdichte auftreten und ins Auge des Betrachters fallen. Dieser Effekt wird durch diffus streuende Flächen drastisch reduziert. Reflexionsgrade an Wänden und Decken sind maßgeblich für den Raumwirkungsgrad, also wieviel Licht der Beleuchtung für die Raumaufhellung zur Verfügung steht und als ambiente Beleuchtung z. B. auch für nichtvisuelle Lichtwirkungen nutzbar ist. Höhere Reflexionsgrade an den Raumbegrenzungsflächen sind demnach auch ein Mittel zur Erhöhung der Energieeffizienz des Systems aus Beleuchtung und den zu beleuchtenden Bereichen. Reflexionsgrade haben demnach also ebenso wie die Leuchtdichtenverteilung im Raum einen Einfluss auf die Qualität der Beleuchtung und darüber schließlich auf das Wohlbefinden, die Bedeutung für Arbeitsschutzaspekte ist aber nicht so hoch. Dementsprechend finden sich zu Reflexionsgraden keine Anforderungen in der ASR A3.4. Die DIN EN 12464-1, nicht aber

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

die DIN 5035-3, enthält Empfehlungen, damit insbesondere der obere Bereich des Raumes mit höheren Reflexionsgraden aufgehellert wird. Dies entspricht auch der natürlichen Lichtverteilung.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | -6 | IV |

4.2.11 Flimmern und Stroboskopische Effekte

Flimmern und stroboskopische Effekte können bei Anwendung zeitlicher Lichtmodulationen auftreten und störend bis gefährlich wirken. Gemäß ASR A3.4 werden diese Auswirkungen auf Basis einer allgemein formulierten Anforderung, ohne Konkretisierungen, ausgeschlossen: „*Flimmern oder Pulsation dürfen nicht zu Unfallgefahren (z. B. durch stroboskopischen Effekt) oder Ermüdungen führen*“. Die DIN EN 12464-1 belässt es demgegenüber bei Empfehlung mit ähnlichem Wortlaut und verweist in einer informativen Anmerkung zusätzlich auf die EU-Ökodesign-Verordnung von 2019/2020 [7]. Diese ist allerdings eine Produktsicherheitsvorschrift und kann nur sehr bedingt für den Arbeitsplatz herangezogen werden. Zudem werden verschiedene Aspekte von der Verordnung ausdrücklich nicht geregelt, so z. B. gedimmte Systeme und Systeme mit optischer Datenübertragung. Dabei sind derzeit insbesondere gedimmte LED-Beleuchtungssysteme eine häufige Quelle von sichtbaren Flimmereffekten. Dieser Punkt wird in der DIN EN 12464-1 zwar in die Planung einbezogen („*Beleuchtungssysteme sollten so geplant werden, dass sie die negativen Auswirkungen von Flimmern und stroboskopischen Effekten im gesamten Dimmbereich vermeiden (dies schließt Lichtquellen und Steuergeräte ein)*“), die Effekte werden aber oft nicht in der Planungsphase, sondern erst beim Betrieb der realisierten Beleuchtung erkennbar. Die in der EU-Ökodesign-VO enthaltenen Metriken sind auch nicht zur Beurteilung von Risiken durch stroboskopische Effekte am

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Arbeitsplatz geeignet, lediglich zur Sichtbarkeit und Wahrnehmung von zeitmoduliertem Licht. Dies wird in einer Anmerkung der DIN EN 12464-1 betont. Hinsichtlich der, in der ASR A3.4 formulierten, Risiken liefern Planungsempfehlungen sowie die vorhandenen Metriken und Grenzwerte keine Sicherheit. Insofern fordern diese beiden Dokumente in ähnlicher Form zwar den Schutz vor Flimmern und stroboskopischen Effekten, jedoch ohne die erforderlichen Konkretisierungen zur Beurteilung und Vermeidung liefern zu können. Hier besteht insgesamt weiterer Forschungsbedarf und der Bedarf für eine praxistaugliche Bewertung. Die Empfehlung zur Nutzung einer Dreiphasenschaltung oder von elektronischen Vorschaltgeräten war vor dem Hintergrund einer üblichen Leuchtstofflampenbeleuchtung zweckmäßig, ist aber gerade aus heutiger Sicht mit LED-Lichtquellen nicht mehr ausreichend. Die nachfolgende Bewertung bezieht sich aber wie in diesem Gutachten gefordert lediglich auf einen Vergleich von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 bzw. DIN 5035-3, in dem die Anforderung der ASR A3.4 dem Schutz zwar formal deutlich mehr Gewicht verleiht, aber dennoch wenig praktikabel erscheint.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | II |

4.2.12 Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabe beurteilt das farbliche Erscheinungsbild von Objekten im Spektrum der Lichtquelle, sozusagen also die „Stimmigkeit“ eines Farbeindrucks von einem Objekt unter einer Beleuchtung. Um den wahrgenommenen Farbeindruck zu quantifizieren, wurden in der lichttechnischen Forschung mehr als 20 Metriken entwickelt, die alle unterschiedliche Schwächen aufweisen und daher nicht durchgehend akzeptiert werden. Sowohl die ASR A3.4 als auch die DIN EN 12464-1 fordern auf der einen Seite die Erkennbarkeit von Sicherheitsfarben und -kennzeichen,

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

selbst bei einer relativ schlechten Farbwiedergabe. Somit wird also diesem inhärenten Sicherheitsaspekt von farblichen Markierungen Rechnung getragen. Auf der anderen Seite wird die Güte der Farbwiedergabe über den zwar älteren aber vielfach genutzten allgemeinen Farbwiedergabeindex R_a festgelegt. Dieses Gütemerkmal wird auch in den Anforderungstabellen der ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 oder DIN 5035-3 durchgängig benutzt. Zusätzlich zu der o. g. Anforderung empfiehlt die DIN EN 12464-1 einen Farbwiedergabeindex von mindestens 80 in allen Bereichen, in denen Menschen sich dauerhaft aufhalten. Ebenso wird die Zuhilfenahme von spezifischen Farbwiedergabeindices R_i für relevante Objekte oder die menschliche Haut empfohlen. Dies kann im Zweifel die Farbwiedergabe verbessern.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | -6 | IV |

4.2.13 Lichtfarbe

Die spektrale Verteilung der Lichtquellen bestimmt die Lichtstimmung im Raum und hat darüber Einfluss auf das Wohlbefinden. Lichtfarben mit höheren kurzwelligen Spektralanteilen erzeugen eine kühl empfundene und mit dem natürlichen Tag assoziierte Atmosphäre. Bei höheren langwelligen Spektralanteilen entsteht eine eher warme und gemütliche Lichtstimmung. Im Hinblick auf nichtvisuelle Lichtwirkungen hat dieser Aspekt in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich mehr Beachtung gefunden. In den zu vergleichenden Dokumenten wird dieser Aspekt nur zum Teil erwähnt. In der ASR A3.4 findet sich der Begriff der Lichtfarbe nur im Zusammenhang mit der Erkennbarkeit von Sicherheitsbeleuchtung und zielt eher auf die Interaktion von Lichtfarbe und Farbwiedergabe ab, als auf die Lichtfarbe selbst. In der DIN 5035-3 wird dieser Aspekt auch erwähnt, Empfehlungen zur Lichtfarbe beziehen sich aber vor allem auf die behagliche Anmutung warmweißer Beleuchtung

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

(für die Patienten) und eher neutralweißer Beleuchtung für die Sehaufgaben des Personals. Die DIN EN 12464-1 weist im Text auf gestalterische Zusammenhänge hin, bei der die Auswahl der Lichtfarbe eine Rolle spielt. Besondere Sorgfalt wird in der Auswahl für eine nächtliche Schichtarbeit mit dem Hinweis auf den Anhang B (nichtvisuelle Wirkungen) gefordert, ohne allerdings konkrete Umsetzungsempfehlungen oder gar -anforderungen zu nennen. Erst in den Anforderungstabellen des Abschnittes 7 werden für eine Reihe von Tätigkeiten oder Räume konkrete Lichtfarbbereiche (Bänder der ähnlichsten Farbtemperatur) empfohlen oder gefordert. Diese können als erste Umsetzungen des bisherigen wissenschaftlichen Konsenses in Richtung auf eine Befürwortung von höheren melanopisch bewerteten Beleuchtungsstärken am Tag und eine Absenkung der melanopisch bewerteten Beleuchtungsstärken in der Nacht verstanden werden. Angesichts der vorsichtigen Implementierung der Empfehlungen erscheint ein hohes Gefährdungspotenzial dabei ausgeschlossen.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|----|---|--------|---|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -2 | 0 | -2 | IV |

4.2.14 Schatten und gerichtetes Licht

Schatten haben für das Sehen im Alltag eine hohe Bedeutung. Sie helfen unserem visuellen System bei der Wahrnehmung von Gegenständen und ihrer Lokalisation in der Umgebung. Ausgedehntere Schatten können sich natürlich über Gefahrenquellen erstrecken und diese können dann gänzlich unbelichtet oder für eine Erkennung zu stark abgedunkelt sein. In der ASR A3.4 besteht die allgemein formulierte Anforderung, dass *„Schatten, die Gefahrenquellen überdecken, nicht zu Unfallgefahren führen dürfen“*. In der DIN EN 12464-1 ist diese Anforderung (gemäß dem definierten Anwendungsbereich) in einer Empfehlung abgeschwächt enthalten, die sich auf

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

die Störung der Sehaufgabe beruft. Dazu passend wird auch die Vermeidung von Mehrfachschatten empfohlen, die vornehmlich auf sehr gerichtetes Licht aus Punktlichtquellen zurückzuführen sind und daher mit LED-Leuchten zunehmen könnten, allerdings nicht zwingend zu Gefahren führen.

Die DIN EN 12464-1 empfiehlt auch eine Balance zwischen gerichtetem Licht und diffuser Beleuchtung, um ein gutes Modelling zu ermöglichen, also um Gestalt und strukturelle Unterschiede in Oberflächen besser auflösen zu können und damit Personen und Objekte besser zu erkennen. An dieser Stelle wird in der DIN EN 12464-1 erneut auf die Bedeutung von Tageslicht für das visuelle System hingewiesen.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | -1 | -1 | 0 | 30 | -4 | -2 | 0 | 24 | II |

4.2.15 Betrieb und Wartung

Die Anforderungen an den Betrieb von Arbeitsstätten in Bezug auf Sicherheit und Gesundheit sind der Kern der Arbeitsstättenverordnung und der Technischen Regeln für Arbeitsstätten. Dies gilt im Falle der ASR A3.4 entsprechend für die Beleuchtung und stellt somit eine zentrale Anforderung dar: *„Beleuchtungsanlagen sind so einzurichten und zu betreiben, dass sie die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten nicht gefährden. ... Mängel sind unverzüglich zu beseitigen“*. Der Arbeitgeber ist verantwortlich für die Einhaltung der Anforderungen während des Betriebes und damit auch für die Mängelbeseitigung (Instandhaltung). Da sich die DIN EN 12464-1 vorrangig an den Planer der Anlagen richtet, also deutlich bevor der Betrieb einsetzt, ist dieser nicht mehr in dessen Verantwortungsbereich, sofern er vertragsgemäß und fachgerecht nach Stand der Technik geplant hat. Zu den Aufgaben

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

des Planers gehört nach der Norm allerdings die Aufstellung eines Wartungsplanes, dessen Einhaltung die Beleuchtungsqualität auf dem geplanten Niveau erhalten soll, was er aber nicht kontrollieren kann. In der ASR A3.4 wird demgegenüber eine regelmäßige Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen (Gefährdungsbeurteilung) gefordert, die Häufigkeit wird dem Verantwortlichen, also dem Arbeitgeber, überlassen. Bei Änderungen der Bedingungen oder der Beleuchtungsanlage fordern beide Dokumente eine Überprüfung. Für den Wartungsplan gibt es in der DIN EN 12464-1 weitere Anforderungen, die im neuen Abschnitt 6 aufgeführt sind. Es wird auf die Bestimmungen der ISO/CIE TS 22012 zur Berechnung des Gesamtwartungsfaktors verwiesen. Die Bedingungen für den Wartungsplan und den Wartungsfaktor müssen dokumentiert werden. Im Wartungsplan sollten grundsätzlich Lichtquellenwechsel und Reinigungsintervalle angegeben werden, um die Beleuchtungsqualität aufrechtzuerhalten.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | -1 | -1 | 0 | 30 | -4 | -2 | 0 | 24 | II |

Diese Abweichung verdeutlicht eine Problematik in der Anwendung von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1. In einer idealen Welt geht der Planer weitgehend nach der Planungsnorm vor und prüft zusätzlich, ob alle Anforderungen der Arbeitsstättenregeln ebenfalls erfüllt sind. Im Betrieb wird der Arbeitsschutz entsprechend der ASR bzw. der Gefährdungsbeurteilung aufrechterhalten, unter Zuhilfenahme des nach der Norm aufgestellten Wartungsplanes. Norm und ASR greifen also ineinander und ergänzen sich. In der realen Welt kann allerdings der umfassende Titel, der Gesamtumfang der DIN EN 12464-1 und die vielfachen inhaltlichen Überschneidungen dazu verleiten, die Norm auch als ausreichend für die Belange des Arbeitsschutzes aufzufassen, selbst wenn dies im nationalen Vorwort explizit ausgeschlossen wird. Insofern zeigt die Bewertung als deutliche Abweichung hier keinen

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

"Änderungsauftrag" für die Norm oder die ASR an, sondern soll die unterschiedliche Stellung und Zielrichtung der Dokumente für eine entsprechende Anwendung der Dokumente signalisieren.

4.2.16 Messung und Überprüfung

Die Messung und damit Überprüfung ob die Vorgaben eingehalten werden findet gemäß ASR A3.4 im Betriebszustand statt, die regelmäßige Überprüfung und orientierende Messung sollen dabei sicherstellen, dass jederzeit im Betrieb die Anforderungen erfüllt werden. Eine vollständige Messung aller Beleuchtungsparameter im Betrieb ist aber nicht explizit gefordert. Dagegen fordert die DIN EN 12464-1 eine vollständige Prüfung der Einhaltung aller Planungsvorgaben und die Dokumentation des Ergebnisses. Diese Prüfung findet nach der Installation statt, muss aber nicht regelmäßig wiederholt werden, wenn dies nicht im Wartungsplan fixiert wurde. Die Vorgaben für die Messung und Überprüfung sind in der DIN EN 12464-1 präziser aufgeführt. Dabei wird auch die Rastergröße in engerem Rahmen festgelegt als in der ASR A3.4 (*„Messpunkte sind auf der Bezugsebene möglichst gleichmäßig zu verteilen“*). Die Angabe eines Abstandes des Messrasters zur Wand von 0,5 m gemäß DIN EN 12464-1 wird in der Praxis oft so verstanden, als könnte dieses 0,5 m-Band bei der Planung ausgespart werden. Ein solches Verständnis ist in der Norm allerdings nicht beschrieben. Laut Norm dient dieser Abstand zur Vermeidung von Messfehlern, die aufgrund von Reflexionen an der Wand bei zu engem Abstand auftreten. In der Norm wird zusätzlich zur Beleuchtungsstärke auch explizit die Messung oder Überprüfung weiterer Parameter der Beleuchtungsqualität, wie die Blendungsbegrenzung und die Leuchtdichten der eingesetzten Leuchten gefordert. Die Anforderungen der Norm gehen also in Bezug auf die Qualität der Messung und Überprüfung über die ASR A3.4 hinaus. Die Forderung der Messung im Betrieb zur Sicherstellung der Einhaltung wurde bereits in 4.2.15 bewertet und geht hier nicht erneut ein.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | -6 | IV |

4.3 Tabellierte Anforderungen

Die Hauptschwierigkeit beim Vergleich der Anforderungstabellen liegt in unterschiedlichen Bezeichnungen und Kategorisierungen von Räumen und Tätigkeiten. Die Dokumente fassen unterschiedliche Bereiche zusammen oder haben sie gegenüber Vorgängern auch wieder separiert. Verschiedene Tätigkeiten in bspw. einem Produktionsprozess werden in einem Regelwerk zusammen betrachtet, im anderen Regelwerk geht man von einer räumlichen Trennung aus und fordert auch andere Beleuchtungsstärken. Teilweise werden vergleichbare Tätigkeiten deutlich unterschiedlich bezeichnet oder auch danach getrennt, wie groß der jeweilige manuelle Anteil aufgefasst wurde. Dadurch ergeben sich eine Reihe von kleinteiligen Unterschieden, die in der Folge eine große Anzahl von formellen Abweichungen produzieren. Dies war bereits in der Vergangenheit der Fall und die Komplexität hat sich in den aktuellen Regelwerken offenbar nicht verringert. Zwar wurde eine Reihe von bereits zuvor zahlenmäßig festgehaltenen Anforderungen im Laufe der Versionen angeglichen, allerdings sorgt der Trend zur Vertiefung in Details wieder für neue Abweichungen. In diesem Sinne produzieren das zweifellos feststellbare Bemühen um Abstimmung (s. DIN EN 12464-1 Beiblatt und Leitfaden) und gleichzeitige Anstrengungen zur Präzisierung der verschiedenen Tätigkeiten und Bereiche gegenläufige Konsequenzen für die Vergleichbarkeit, trotz guter Absichten.

Die zu diesem Gutachten gehörende Vergleichstabelle zeigt dementsprechend viele Abweichungen im Detail auf, bewertet sie und geht damit deutlich weiter ins Detail als die Tabellen des Leitfadens zur DIN EN 12464-1:2011-08. Manche der

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Abweichungen ziehen sich systematisch durch die Tabellen, insbesondere durch zusätzliche Spalten. Dies wird in 4.3.1.1 evaluiert.

Eine ausformulierte Bewertung für den Arbeitsschutz zu jeder Zeile der Tabelle mit einer Abweichung würde eine Vielzahl von Wiederholungen produzieren. In diesem schriftlichen Teil des Gutachtens wird daher ab 4.3.1.2 versucht, aus den Tabellen die wesentlichen Unterschiede herauszustellen und zu bewerten.

4.3.1 Vergleich der Tabellen von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1

4.3.1.1 Abweichungen der Spalten

Die Tabellen der ASR A3.4 beschränken sich neben der Nummerierung und den Arbeitsplätzen bzw. Tätigkeiten und Bereichen auf die Zahlenwerte der Mindestbeleuchtungsstärke und allgemeinem Farbwiedergabeindex sowie Bemerkungen. Demgegenüber fanden sich bereits in den Vorgängerversionen der DIN EN 12464-1 zusätzliche Spalten für den UGR-Wert und die Gleichmäßigkeit. In der aktuellen Version sind der modifizierte Wartungswert, die mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke des Raumes und die mittleren Wand- und Deckenbeleuchtungsstärken hinzugekommen.

Wie zuvor beschrieben ist in der ASR A3.4 die Gleichmäßigkeit allgemein mit einem Wert von 0,6 für den Arbeitsplatz und 0,5 für den Umgebungsbereich festgelegt. Die anwendungsspezifische Angabe der Gleichmäßigkeit in der DIN EN 12464-1 erzeugt natürlich eine größere Anzahl von Abweichungen und Werte, die unter den Anforderungen der ASR A3.4 liegen können. Es ergeben sich die in 4.2.6 beschriebenen Konsequenzen für den Arbeitsschutz.

Ebenfalls wurde bereits in 4.2.5.1 die Empfehlung eines modifizierten Wartungswertes der Beleuchtungsstärke bewertet. Wie zuvor ebenfalls dargestellt finden sich in den Tabellen des Abschnittes 7 ausschließlich Erhöhungen des Wartungswertes aufgrund der „berücksichtigten üblichen Kontextmodifikatoren“. Dementsprechend ist anhand der tabellierten Werte von einer Verbesserung der Sehbedingungen auszugehen.

Bewertung:

▪ **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| -1 | -1 | -1 | 2 | -10 | -4 | -2 | 2 | -14 | IV |

Die Aufnahme der mittleren zylindrischen Beleuchtungsstärke im Raum und die mittleren Wand- und Deckenbeleuchtungsstärken stellen Maßnahmen zur Sicherstellung einer verbesserten Objekt- und Raumwahrnehmung dar. Könnte man aufgrund der Einführung eines 0,5 m Abstandes des Bewertungsrasters von der Wand noch von einer Reduktion der Beleuchtung der Raumbegrenzungsflächen mutmaßen, so dreht diese zusätzliche Anforderung für jeden Bereich die Argumentation um. Die Werte für die Wand- und Deckenbeleuchtungsstärken liegen mit $\frac{1}{3}$ bzw. $\frac{1}{4}$ der horizontalen Beleuchtungsstärken allerdings meist im üblicherweise erwarteten Bereich bei ebenfalls üblichen Reflexionsgraden. Es finden sich jedoch auch einige höhere Anforderungen für Räume, in denen eine gute Raumwahrnehmung oder visuelle Kommunikation wünschenswert ist. Ein praktischer Nachteil ergibt sich aufgrund der erhöhten Komplexität der Anforderungen, der Vorteil liegt in einer verbesserten Sicherstellung der Wahrnehmungsbedingungen. Dieser Faktor kann sich in positiven Effekten auf die psychische Gesundheit auswirken.

Bewertung:

▪ **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | -6 | IV |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

4.3.1.2 Verkehrswege/Verkehrszonen

Verkehrswege und Flure werden gemäß DIN EN 12464-1 mit der doppelten Beleuchtungsstärke im Vergleich zur ASR A3.4 beleuchtet. Allerdings bezieht sich die ASR A3.4 auf Bereiche ohne Fahrzeugverkehr. Ein wesentlicher Unterschied ist hier wieder, dass die ASR A3.4 auch den Übergang von außen ins Gebäude einbezieht, die DIN EN 12464-1 lediglich Innenraumbereiche. Zudem wird in den beiden Dokumenten Tag- und Nachtbetrieb unterschiedlich angesprochen. Insgesamt erscheinen die Unterschiede in den Werten nicht groß, die Unsicherheiten aufgrund unterschiedlicher Bereichsbezeichnungen und Kategorisierung können aber zusätzliche Konflikte erzeugen.

4.3.1.3 Lagerräume, Kühlhäuser, Logistik

Auch hier setzt die DIN EN 12464-1 tendenziell höhere Anforderungen als die ASR A3.4, die aber etwas leichtere Sehaufgaben im Bereich Lager annimmt. Der Bereich Logistik ist in der DIN EN 12464-1 deutlich weiter differenziert, was vermutlich der heutigen praktischen Situation mit einem höheren Niveau der Logistikfähigkeiten näherkommt. Es erscheint angemessen, Tätigkeiten in Lager und Logistikbereichen bei einer Revision der ASR A3.4 umfänglicher aufzunehmen.

4.3.1.4 Pausen-, Sanitär- und Erste-Hilfe-Räume

Gemäß ASR A3.4 sind Pausenräume mit mindestens 200 lx zu beleuchten, die DIN EN 12464-1 fordert demgegenüber nur 100 lx. Zwar kann zur Entspannung ein niedrigeres Niveau der Beleuchtung ausreichen, aber hier ergibt sich auch eine Interaktion mit der Forderung nach Tageslicht und einer Sichtverbindung nach außen. Insbesondere bei unzureichendem Tageslicht am Arbeitsplatz muss der Pausengestaltung in Bezug auf die Beleuchtung mehr Bedeutung geschenkt werden. Dabei ist es nach heutigem Kenntnisstand aber ebenfalls nicht ausreichend für das nichtvisuelle System des Menschen, die Pausen in einer Umgebung von 200 lx bei einer neutral- oder warmweißen Beleuchtung zu verbringen. Aus Sicht des Gesundheitsschutzes sollte für die Beleuchtung der Pausenbereiche also die Beleuchtung am Arbeitsplatz einbezogen werden. Ist am Tag an den Arbeitsplätzen die melanopisch bewertete Lichtexposition hoch, kann durchaus in den Pausenbereichen die Beleuchtungsstärke niedrig und entspannend sein. Ist aber die Tageslichtversorgung an den Arbeitsplätzen niedrig, die Beleuchtungsstärke nah dem Mindestwert und die Lichtfarbe eher neutral- oder warmweiß sollten die Pausen am Tag eine hohe Tageslichtversorgung vorsehen.

In den Räumen für die ärztliche Versorgung fordert die DIN EN 12464-1 eine neutralweiße Beleuchtung zwischen 4000 K und 5000 K, wobei der Hintergrund speziell der Beschränkung bei 5000 K nicht klar wird.

4.3.1.5 Kontrollräume

Bereiche in denen Personen sich über längere Zeit aufhalten, sollten mit einer akzeptablen Farbwiedergabe ausgeleuchtet sein. Nach heutigem Stand ist eine Farbwiedergabe unter $R_a=80$ nicht mehr mit energetischen oder Kostenvorteilen o. ä. verbunden, beeinflusst aber die Wahrnehmungsqualität und somit das psychische Wohlbefinden. Dies wird in der DIN EN 12464-1 als generelle Anforderung formuliert und findet sich auch in geänderten Tabellenwerten. Für die ASR A3.4 erscheint dies ebenfalls empfehlenswert, sollte daher auch in Bereichen wie Haustechnischen Anlagen oder Schalträumen umgesetzt werden.

Das zu fordernde Beleuchtungsniveau von Kontrollräumen kann stark von der Ausstattung der Kontrollräume abhängen. Sehr traditionelle Kontrollräume mit großen Bereichen von Schaltern und Anzeigen können von einer höheren Beleuchtungsstärke profitieren. In moderneren Kontrollräumen werden praktisch alle Vorgänge über großflächig angeordnete Monitore überwacht und benötigen daher kaum eine Beleuchtung der Bedienelemente. Dagegen kann eine zu helle und möglicherweise blendende Raumbeleuchtung die Erkennung auf den Bildschirmen erschweren. Vermutlich wäre die beste Lösung heutzutage eine Differenzierung der Kontrollräume nach deren Ausstattung, um beiden Situationen gerecht zu werden. Da aber die klassischen Kontrollräume stark „auf dem Rückzug“ sind und künftige Kontrollräume von Bildschirmarbeitsplätzen dominiert werden, ist dieser Situation vermutlich Vorrang einzuräumen. Für diese Kontrollräume muss auch der häufigen Situation der Nachtarbeit Rechnung getragen werden und sowohl eine Tag- wie eine Nachtsituation abgebildet werden können. Aus heutiger Sicht ist eine langfristig gesundheitsgerechte Beleuchtung für die Nachtschicht nicht sicher bekannt. Die Frage ob eher 500 lx oder 300 lx in dieser Hinsicht zu fordern sind ist daher nicht zu beantworten.

4.3.1.6 Allgemeine Bereiche

Unterschiede zwischen ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 finden sich nur im Bereich „Eingangshallen“, wobei die eigentlichen Arbeitsplätze in Eingangshallen wie Empfangstheke o. ä. separat aufgeführt sind, in der Aufteilung auch etwas unterschiedlich zwischen den Dokumenten. Die niedrigere Beleuchtungsstärke gemäß DIN EN 12464-1 bedingt natürlich ein etwas schlechteres Sehvermögen und kann die Unfallwahrscheinlichkeit erhöhen, ein signifikantes Gefährdungspotenzial ist aber bei einer typischerweise eher kurzen Aufenthaltsdauer nicht zu erwarten.

4.3.1.7 Büros und büroähnliche Arbeitsbereiche

Büros, Konferenzräume und ähnliche Umgebungen sind in staatlichen Regelwerken und Normen übereinstimmend festgelegt. Auch hier geht die DIN EN 12464-1 etwas

weiter in ihrer Differenzierung der Bereiche, eine weitergehende Bedeutung für den Arbeitsschutz ist nicht erkennbar.

4.3.1.8 Landwirtschaft

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen und geringe Unterschiede in der Kategorisierung von Tätigkeiten und Bereichen ohne erkennbare Bedeutung für den Arbeitsschutz.

4.3.1.9 Bäckereien

Keine Unterschiede

4.3.1.10 Zement-, Beton- und Ziegelindustrie

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen bis auf die niedrigere Farbwiedergabe im Bereich Trocknen/Trocknung. Keine Bedeutung für den Arbeitsschutz erkennbar, ein Farbwiedergabeindex von 20 (DIN EN 12464-1) erscheint allerdings sehr dürftig für die visuelle Wahrnehmung im Bereich.

4.3.1.11 Keramik, Fliesen, Glas, Glaswaren, Augenoptiker

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen bis auf die niedrigere Farbwiedergabe im Bereich Trocknen/Trocknung. Keine Bedeutung für den Arbeitsschutz erkennbar, ein Farbwiedergabeindex von 20 (DIN EN 12464-1) erscheint allerdings sehr dürftig für die visuelle Wahrnehmung im Bereich.

4.3.1.12 Chemische Industrie, Kunststoff- und Gummiindustrie

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen bis auf die niedrigere Farbwiedergabe im Bereich ferngesteuerter Anlagen. Keine Bedeutung für den Arbeitsschutz erkennbar, der Farbwiedergabeindex von 20 (DIN EN 12464-1) erscheint allerdings zwar dürftig für die visuelle Wahrnehmung im Bereich, der längere Aufenthalt von Personen ist aber nicht vorgesehen.

4.3.1.13 Elektro- und Elektronik-Industrie

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen und geringe Unterschiede in der Kategorisierung von Tätigkeiten und Bereichen ohne erkennbare Bedeutung für den Arbeitsschutz.

4.3.1.14 Nahrungs- und Genussmittelindustrie

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen und geringe Unterschiede in der Kategorisierung von Tätigkeiten und Bereichen ohne erkennbare Bedeutung für den Arbeitsschutz.

4.3.1.15 Friseure/Coiffeure

Keine Unterschiede

4.3.1.16 Schmuck- und Uhrenherstellung

Keine Unterschiede

4.3.1.17 Wäschereien und chemische Reinigung

Keine Unterschiede

4.3.1.18 Leder und Lederwaren

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen und geringe Unterschiede in der Kategorisierung von Tätigkeiten und Bereichen ohne erkennbare Bedeutung für den Arbeitsschutz.

4.3.1.19 Metallbe- und -verarbeitung, Gießereien und Metallguss

Die Unterschiede in den Anforderungen sind im wesentlichen niedrigere Farbwiedergabeindices in der ASR A3.4 bei verschiedenen Tätigkeiten / Bereichen. Speziell für die feinwerklichen Tätigkeiten erscheint der $R_a=60$ eher zu niedrig und nicht mehr zeitgemäß. Hierbei ist natürlich zu beachten, dass eine Planungsnorm wie die DIN EN 12464-1 zukünftige Beleuchtungsanlagen adressiert, die ASR A3.4 aber auch für bestehende Beleuchtungssysteme gilt.

Die Anforderungen für den Bereich Kfz-Reparatur sind in der DIN EN 12464-1 eher der Kategorie Automobilbau und -reparatur zugeordnet, allerdings nicht mehr explizit erwähnt. Dieser Arbeitsplatz/Bereich ist daher nicht mehr direkt zwischen der ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 vergleichbar.

Es ergibt sich trotz zahlreicher kleinerer Differenzen keine erkennbare Bedeutung für den Arbeitsschutz.

4.3.1.20 Papier und Papierwaren

Keine Unterschiede

4.3.1.21 Kraftwerke

Keine Unterschiede

4.3.1.22 Druckereien

Keine Unterschiede

4.3.1.23 Walz- , Hütten- und Stahlwerke

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen bis auf die geringfügig niedrigere Beleuchtungsstärke bei Produktionsanlagen mit (gelegentlichen) manuellen Eingriffen und die niedrigere Farbwiedergabe im Bereich ferngesteuerter Anlagen. Keine Bedeutung für den Arbeitsschutz erkennbar, der Farbwiedergabeindex von 20 (DIN EN 12464-1) erscheint allerdings zwar dürftig für die visuelle Wahrnehmung im Bereich, der längere Aufenthalt von Personen ist aber nicht vorgesehen.

4.3.1.24 Textilherstellung und -verarbeitung

Keine signifikanten Unterschiede in den Anforderungen bis auf niedrigere Farbwiedergaben in Einzelbereichen. Keine Bedeutung für den Arbeitsschutz erkennbar. Eine Angleichung der Farbwiedergaben zu den höheren Werten in diesem Bereich wäre sinnvoll.

4.3.1.25 Automobilbau und -reparatur

Die Unterschiede in diesem Bereich ergeben sich durch verschiedene Aufteilung der Tätigkeiten in den Dokumenten. Eine Bedeutung für den Arbeitsschutz ist nicht erkennbar.

4.3.1.26 Holzbe- und -verarbeitung

Die Unterschiede zwischen den Anforderungen für Dämpfgruben und Sägegatter sollten zu einem leicht verbesserten Arbeitsschutz in diesen Bereich führen. Die Abweichung der DIN EN 12464-1 von der ASR A3.4 ist daher unkritisch, eher positiv zu bewerten.

4.3.1.27 Verkaufsräume

Keine Unterschiede

4.3.1.28 Messen

Keine Unterschiede

4.3.1.29 Büchereien, Bibliotheken

Keine Unterschiede

4.3.1.30 Kindergarten, Spielschule (Vorschule)

Keine Unterschiede

4.3.1.31 Ausbildungsstätten

Die Anhebung der Beleuchtungsstärke von 300 lx gemäß ASR A3.4 auf 500 lx gemäß DIN EN 12464-1 bedeutet nicht nur eine Verbesserung der Sehleistung, sondern hat auch Auswirkungen auf nichtvisuelle Lichtwirkungen. Eine Anhebung der Beleuchtungsstärke sowohl mit Tageslicht als auch mit geeignetem künstlichen Licht hat relativ konsistent zu einer Verbesserung der Lernleistungen geführt [8]. Dieser Effekt betrifft aber im Wesentlichen die Schüler. Für den Arbeitsplatz „*Unterrichtsräume*“ ist keine signifikante Änderung für den Arbeitsschutz außer einer verbesserten Sehleistung und Raumwahrnehmung zu erwarten.

Die DIN EN 12464-1 differenziert eine Reihe weiterer Raumtypen im Bereich moderner Ausbildungsstätten, wovon allerdings ein Teil der Räume (z. B. Eingangshallen) nicht spezifisch für eine Tätigkeit sind und daher in der ASR A3.4 in anderer Kategorisierung geregelt sind.

4.3.1.32 Gesundheitseinrichtungen

Nur ein Teil der Tätigkeiten und Räume sind zwischen der ASR A3.4 und der DIN EN 12464-1 und/oder der DIN 5035-3 vergleichbar. Die Abweichungen der DIN 5035-3, auch im Vergleich zur DIN EN 12464-1, sind in 4.3.2 aufgeführt. In den allermeisten Fällen gleichen sich die Anforderungen zwischen diesen beiden Normen, sodass hier im Wesentlichen auf die DIN EN 12464-1 zurückgegriffen werden kann.

Die Flurbeleuchtung ist gemäß DIN EN 12464-1 mit 100 lx niedriger angesetzt als in der ASR A3.4 (200 lx). Da Flure in Gesundheitseinrichtungen häufig genutzt werden, z. T. auch Eile dabei geboten ist und außerdem diese Bereiche in der Praxis

teilweise multifunktional (auch wenn diese Kategorie mit 200 lx zusätzlich aufgeführt ist) eingesetzt werden, erscheint der Wert für eine Tagesbeleuchtung gemäß DIN EN 12464-1 in den Fluren eher zu niedrig als der Wert in der ASR A3.4 zu hoch. Das Unfallrisiko könnte durch die Wahl des Wertes beeinflusst werden.

Bewertung:

- **Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|------------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 10 | 4 | 2 | 0 | 16 | III |

Dagegen setzt die DIN EN 12464-1 für Untersuchungs- und Behandlungsräume 1000 lx an, die ASR A3.4 selbst bei Verweis auf ein „erhöhtes Gefährdungspotenzial durch Umgang mit Körperflüssigkeiten...“ nur 500 lx. Dieser Mindestwert der Beleuchtungsstärke erscheint eher niedrig.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| -1 | -1 | -1 | 0 | -10 | -4 | -2 | 0 | -16 | IV |

Die Unterschiede bei der Beleuchtungsstärke für die Nachtwache entsprechend den Tabellen erklären sich möglicherweise aus der Formulierung „Überwachung von Patienten in der Nacht“ in der ASR A3.4. Für einen klaren Vergleich wäre hier eine einheitliche Bezeichnung notwendig.

Die DIN EN 12464-1 stellt zusätzlich mehrfach die Anforderung, dass „zu hohe Leuchtdichten im Gesichtsfeld des Patienten vermieden werden müssen“, ohne dies

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

allerdings zu quantifizieren. Diese Anforderung betrifft den Arbeitsschutz natürlich nicht.

Insgesamt sind die Abweichungen für die Gesundheitseinrichtungen, soweit eine Vergleichbarkeit der Arbeitsplätze, Tätigkeitsbereiche und Räume gegeben ist, eher gering und lassen kein sehr deutliches, geschweige denn hohes Gefährdungspotenzial bei Verweis auf die eine oder die andere Variante der Beleuchtungsanforderungen schließen. Dennoch würde eine Harmonisierung der Werte und Bezeichnungen Unklarheiten beseitigen und damit auch sowohl dem Arbeitsschutz wie auch dem Betreiber und den Patienten dienen.

4.3.1.33 Gesundheitseinrichtungen - verschiedene Bereiche ohne Entsprechung in ASR A3.4

Sowohl DIN EN 12464-1 wie DIN 5035-3 differenzieren deutlich weiter als die ASR A3.4 in den Tätigkeiten und Räumen und haben daher zahlreiche zusätzliche Kategorien, die sich demnach einem direkten Vergleich entziehen. Außer der Tatsache der zusätzlichen Kategorien selbst, kann hier keine Abweichung zum Arbeitsschutzregelwerk beurteilt werden.

4.3.2 Abweichungen in DIN 5035-3

Wie zuvor beschrieben gilt die DIN 5035-3:2006 auch für die Beleuchtung von Bereichen, in denen sich vorrangig Patienten und Besucher aufhalten und die Anforderungen beeinflussen. Die Anforderungen in den Bereichen, die auch in der DIN 12464-1:2003-03 aufgeführt wurden, unterscheiden sich zwischen diesen Dokumenten nicht. In der DIN EN 12464-1:2021-11 wurden aber einige Bereiche/Räume mit höheren Beleuchtungsstärken- und/oder höheren Farbwiedergabeindexanforderungen versehen. Ein Absenken der tabellarischen Anforderungen in der DIN EN 12464-1:2021-11 gegenüber der DIN 5035-3 (von 2006) gab es nur in wenigen Ausnahmefällen. In diesen Fällen wurde allerdings ein mindestens gleich hoher modifizierter Wartungswert der Beleuchtungsstärke empfohlen. Nur im Fall der Operationsumfeldbeleuchtung (A10.5) wird in der DIN 5035-3 ein höherer Beleuchtungsstärkewert von 2000 lx gegenüber einem geforderten Wert von 1000 lx (modifiziert 1500 lx) in der DIN EN 12464-1 gefordert, im vorherigen Text (5.5.2) wird die Anforderung in der DIN 5035-3 allerdings auf 1000 lx gesetzt und 2000 lx seien anzustreben. Hier besteht also eine Inkonsistenz im Dokument. In der DIN 5035-3 wird in diesem Zusammenhang auf die teils sehr hohen Beleuchtungsstärken von Operationsfeldleuchten verwiesen und möglicherweise resultierende Schwierigkeiten in der Adaptation. ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 sind in den Anforderungen übereinstimmend. Ein negativer Einfluss auf den Arbeitsschutz ist nicht erkennbar.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | -1 | -1 | 0 | 10 | -4 | -2 | 0 | 4 | IV |

Im Gegensatz zur DIN EN 12464-1 enthält die DIN 5035-3 auch einen kurzen Abschnitt zur Notbeleuchtung/Antipanikbeleuchtung. In diesem wird allerdings lediglich auf die DIN EN 50172 (VDE 0108 Teil 100) und DIN EN 1838 verwiesen.

Ein weiteres Bestehen der Gültigkeit der DIN 5035-3 in der aktuellen Form ist zu hinterfragen, da es mittlerweile sowohl zur Bezugsnorm DIN EN 12464-1 als auch zur ASR A3.4 einige Abweichungen in Form von niedrigeren Anforderungen gibt. Die längst fällige Revision mit Vermeidung von solchen Konflikten, Integration von Teilen in andere Normen oder ein Zurückziehen wären die logischen Handlungsoptionen.

5 AP 2: Vergleich weiterer Arbeitsschutz-dokumente mit der DIN EN 12464-1

In diesem Arbeitspaket wird die DIN EN 12464-1 mit zusätzlichen Dokumenten aus dem Arbeitsschutzregelwerk verglichen. In der Hauptsache sind dies verschiedene DGUV Informationen zur Beleuchtung und Lichtwirkung. DGUV Informationen sollen die praktische Anwendung von Vorschriften und Regelungen zu bestimmten Sachgebieten/ Sachverhalten erleichtern. Ergänzt wird diese Aufstellung durch eine Empfehlung des Ausschusses für Arbeitsstätten (ASTA) zum Thema nichtvisueller Lichtwirkungen in Bezug auf den Arbeitsschutz.

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

5.1 Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der DGUV Information 215-210:2016

Die DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ basiert im Wesentlichen auf der Arbeitsstättenverordnung und der ASR A3.4. Sie integriert allerdings auch einige Aspekte, die in lichttechnischen Normen beschrieben sind, um regelgerechte und beleuchtungstechnisch gute Lichtlösungen am Arbeitsplatz zu planen und zu betreiben.

5.1.1 Zielstellung

Die DGUV Information 215-210 *„richtet sich in erster Linie an die Unternehmerin / den Unternehmer“*. Nach dem Vorwort vermitteln wortgetreue Auszüge der ArbStättV und der ASR A3.4 einen Eindruck von der Zielstellung von Mindestanforderungen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz. Der wesentlichen Zielstellung der DIN EN 12464-1 mit Bezug zu Sehleistung und Sehkomfort wird insofern Rechnung getragen, als gute Sehbedingungen *„die Aktivität und das Wohlbefinden der Beschäftigten fördern, was sich wiederum positiv auf Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Beschäftigten auswirkt“*. Die Zielstellungen von DGUV Information 215-210 und DIN EN 12464-1 weichen insgesamt in gleicher Weise voneinander ab, wie ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 (s. 4.2.1).

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|----|----|---|--------|----|----|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | -1 | -1 | 0 | 30 | -4 | -2 | 0 | 24 | II |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

5.1.2 Definitionen

Die DGUV Information 215-210 benutzt die Definitionen der ASR A3.4 und erläutert diese zusätzlich. Insbesondere der Arbeitsplatz und der Umgebungsbereich werden umfassender und mit praktischen Beispielen beschrieben, wobei die Festlegungen denen der ASR A3.4 und nicht der DIN EN 12464-1 entsprechen. Die DGUV Information 215-210 verweist zusätzlich auf die Bewegungsfläche nach ASR A1.2 und weist auch auf unterschiedliche Begrifflichkeiten in Normen hin, so z. B. auf den Wartungswert der Beleuchtungsstärke und die zylindrische Beleuchtungsstärke. Außerdem werden verschiedene lichttechnisch übliche Begriffe zum besseren Verständnis erläutert, was bei Normen und so auch der DIN EN 12464-1 nur selten oder für zuvor nicht definierte Begriffe geschieht. Zu diesen Begriffen gehören:

- der Tageslichtquotient (auch in ASR A3.4)
- der Lichtstrom
- der Abschirmwinkel einer Leuchte (auch in DIN EN 12464-1)
- der Hell-Dunkel-Kontrast
- und der Reflexionsgrad

Die Begriffe und Definitionen in DGUV Information 215-210 und DIN EN 12464-1 weichen letztlich ebenfalls in ähnlicher Weise voneinander ab, wie die ASR A3.4 und die DIN EN 12464-1 (s. 4.2.2), auch wenn hier deutliche Brücken wie im Beiblatt zur DIN EN 12464-1 erkennbar werden. Gerade die Abweichungen im Bereich der Arbeitsplatzdefinition und der Umgebungsbereiche sind aber, wie zuvor erläutert (s. 4.2.2.1), deutlich.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 1 | 2 | 1 | 3 | 10 | 8 | 2 | 3 | 23 | II |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

5.1.3 Tageslicht

Wie die ArbStättV und die ASR A3.4 fordert die DGUV Information 215-210 Tageslicht am Arbeitsplatz und erläutert kurz die Bedeutung der Sichtverbindung nach außen für das Wohlbefinden der Beschäftigten. Für weitere Informationen wird auf die DGUV Information 215-211 verwiesen, noch unter dem vorherigen Titel „Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund“. Zudem wird eine klare Verglasung empfohlen. Für die Tageslichtversorgung werden Beispiele zum Tageslichtquotienten bei verschiedenen Fensterflächen und bei Einsatz von Oberlichtern zugefügt und Maßnahmen zur Begrenzung der Blendung werden gefordert.

Wie in 4.2.3 beschrieben hat das Thema Tageslicht eine wichtige Bedeutung für eine menschengerechte Arbeitsumgebung. Konsequenterweise widmet die DGUV Information 215-210 diesem Aspekt ein eigenes Kapitel wie die ASR A3.4 und abweichend von der DIN EN 12464-1. Auch hier entspricht die Bewertung der vorherigen Einschätzung in 4.2.3.

Bewertung:

- **potenziell kritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | 0 | 3 | 0 | 30 | 0 | 6 | 0 | 36 | I |

5.1.4 Künstliche Beleuchtung

In den allgemeinen Anforderungen für die künstliche Beleuchtung wird in der DGUV Information 215-210 auch auf die höheren Bedarfe von Personen mit einer Sehhinderung oder höheren Alters hingewiesen.

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

5.1.4.1 Beleuchtungsstärken

In Ergänzung zur ASR A3.4 und z. T. im Einklang mit der DIN EN 12464-1 werden Stufen der Beleuchtungsstärke und Kriterien für eine stufenweise Erhöhung der Beleuchtungsstärke empfohlen, z. B. bei kritischen Sehaufgaben. Die Variationsbreite der Stufen in der DIN EN 12464-1 (definiert originär in DIN EN 12665) ist allerdings deutlich größer und reicht in Bereiche, die am Arbeitsplatz nicht gefordert sind. Eine Unterschreitung der Mindestwerte der Beleuchtungsstärke wird hier wie in der ASR A3.4 ausgeschlossen

5.1.4.2 Gleichmäßigkeit

Die DGUV Information 215-210 fordert zu hohe punktuelle Beleuchtungsstärken zu vermeiden, speziell bei niedrigen Reflexionsgraden der Raumbegrenzungsflächen, um subjektive Störimpfindungen zu vermeiden. Dies entspricht weitgehend der Forderung der DIN EN 12464-1 nach einer „*ausgewogenen Adaptationsleuchtdichte*“ und „*Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld*“.

5.1.4.3 Raumbezogene Beleuchtung

Die Betrachtung der raumbezogenen Beleuchtung in der DGUV Information 215-210 beinhaltet eine Reihe von Planungsaspekten für Arbeitgeber. So wird die Möglichkeit einer Raumbelichtung mit dem Beleuchtungsstärkewert des Umgebungsbereiches angesprochen, verbunden mit möglichen Nachinvestitionen, um die notwendigen höheren Beleuchtungsstärken für den Arbeitsplatz zu realisieren, oder auch um Verschattungen zu vermeiden.

5.1.4.4 Blendung

- Blendungsbegrenzung

Neben der Forderung einer Blendungsbegrenzung für physiologische Blendung, z. B. durch Tageslicht, empfiehlt die DGUV Information 215-210 auch die Bewertung der Direktblendung durch Leuchten mit dem UGR-Verfahren anhand tabellierter Werte für bestimmte Arbeitsplätze und Bereiche. Außerdem wird die Einhaltung von Mindestabschirmwinkeln für die Lichtquellen in Leuchten empfohlen. Diese beiden Kriterien werden in der DIN EN 12464-1 als Anforderungen festgelegt. Die angegebenen Werte unterscheiden sich nicht.

- Weitere Einflussfaktoren

Zudem weist die DGUV Information 215-210 auf eine Reihe von Kriterien hin, die für eine Begrenzung der Blendung aus lichttechnischer Sicht von Bedeutung sind. Dazu gehören die Größe der leuchtenden Fläche, die Lage der Lichtquelle im

Gesichtsfeld, die Höhe des Lichtstroms und die Helligkeit der Umgebung. Die Begrenzung von Reflexionen auf Arbeitsmitteln und die Begrenzung von Reflexionen auf dem Bildschirm durch geeignete Ausrichtung der Leuchten oder Beschaffenheit von Oberflächen werden empfohlen. Insbesondere zum Bildschirmarbeitsplatz finden sich weitere Hinweise zur Vermeidung von Reflexionen, zu empfohlenen Höchstwerten der Beleuchtungsstärke und zur Ergonomie. Diese weiteren Einflussfaktoren sind in der DIN EN 12464-1 kaum erläutert und insgesamt unter dem Begriff Reflexblendung summiert. Der Leitfaden zur DIN EN 12464-1 geht etwas weiter darauf ein und gibt ebenfalls praktische Hinweise zum Umgang mit Blendung aufgrund von Reflexionen an Objekten.

Die DGUV Information 215-210 weist zudem auf die ausführlicheren DGUV Informationen 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“ und 215-444 „Sonnenschutz im Büro“ hin. Auch wenn die Dokumente in Details unterschiedliche Aspekte aufführen, sind die Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise nicht wirklich unterschiedlich.

5.1.4.5 Farbwiedergabe

Die Anforderungen zur Farbwiedergabe aus der ASR A3.4, wird die Empfehlung ausgesprochen, *„- wo immer technisch möglich – Lampen mit einem Farbwiedergabeindex von mindestens $R_a=80$ einzusetzen“*. In der DIN EN 12464-1 lautet die entsprechende Empfehlung, dass *„ein Farbwiedergabeindex unter 80 in Bereichen, in denen Menschen dauerhaft arbeiten, nicht akzeptiert werden sollte“*. Die DIN EN 12464-1 geht hier also von einer dauerhaften Tätigkeit aus, die DGUV Information 215-210 von einem technisch vertretbaren Aufwand auch bei möglicherweise sporadischer Nutzung. In beiden Bereichen wie auch in der ASR A3.4 wird die Erkennbarkeit von sicherheitsrelevanten Kennzeichnungen vorausgesetzt.

Bewertung:

- **Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|------------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 4 | 0 | 12 | III |

- Lichtfarbe

Die DGUV Information 215-210 gibt Hinweise zum Empfinden verschiedener Lichtfarben, sieht allerdings von Empfehlungen zum gezielten Einsatz im Sinne der Erzeugung nichtvisueller Lichtwirkungen ab. Die DIN EN 12464-1 verweist ebenfalls auf diese Effekte, gibt jedoch im Text keine klaren Empfehlungen zur Nutzung bestimmter Lichtfarben für eine beabsichtigte Wirkung, in den Anforderungstabellen gibt es aber Wertebereiche für einzelne Anwendungen. Vor dem Hintergrund des Erscheinungsjahres der DGUV Information 215-210 im Jahr 2016 ist die DGUV Information aus heutiger Sicht in diesem Zusammenhang nicht mehr aussagekräftig und mindestens ein Verweis auf die etwas spätere Publikation DGUV Information 215-220 aus 2018 (s. 5.4) sollte bei einer Überarbeitung erfolgen. Dies entzieht sich einer Bewertung nach 3.3.

5.1.4.6 Flimmern oder Pulsation

Keine zusätzlichen Informationen

5.1.4.7 Schatten

Die Effekte von Beleuchtungsarten auf die Schattigkeit werden in DGUV Information 215-210 beschrieben, ohne den Terminus Modelling zu benutzen. Beispiele visualisieren den Effekt unterschiedlicher Anteile von direktem, gerichtetem und indirektem bzw. diffusem Licht auf die Wahrnehmung von Körpern und Treppen. Diese Bildbeispiele verdeutlichen die in der DIN EN 12464-1 im Text dargestellten

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Zusammenhänge, ohne allerdings konkrete Werte vorzuschlagen. Die unterschiedlichen Arten der qualitativen Beschreibung zwischen DIN EN 12464-1 und DGUV Information 215-210 können als vergleichbar angesehen werden.

5.1.4.8 Arbeitsplätze im Freien

Wie schon in AP 1 (4.1) dargestellt, kann für Arbeitsplätze im Freien kein Vergleich angestellt werden.

5.1.4.9 Betrieb, Instandhaltung und orientierende Messung

Die DGUV Information 215-210 enthält eine Reihe von konkreten Anforderungen und Empfehlungen zu Betrieb und Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen, die auch teilweise etwas konkreter formuliert sind als in der ASR A3.4. Dazu gehört die explizite Forderung nach Austausch von flackernden Leuchtstofflampen oder Startern und damit auch vor dem endgültigen Ausfall. Andere Anforderungen oder Empfehlungen gehen über die ASR A3.4 hinaus, wie die Notwendigkeit von Planungsunterlagen mit Dokumentation der Berechnungen und Angaben. In den Planungsunterlagen wird die Angabe eines Wartungsfaktors und die Erstellung eines Wartungsplanes empfohlen. Dies entspricht in der Praxis den Vorgaben der Planung gemäß DIN EN 12464-1, allerdings nicht deren Status einer Anforderung. Für den Wartungsfaktor und den Wartungsplan werden eine Reihe von Überlegungen aus der Planung vorgestellt. Die Einhaltung eines vorhandenen Wartungsplanes ist aber als Anforderung formuliert und schreibt damit die Fortführung aus der Planung in den Betrieb fort.

Für die Überprüfung, Instandhaltung und Wartung werden zudem viele objektive Entscheidungshilfen genannt. Darunter fallen Kriterien, die eine Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen, zur orientierenden Messung oder zur Durchführung von Wartungs- bzw. Instandhaltungsarbeiten möglichst objektivierbar beschreiben. Für genauere Messungen wird auf die Norm DIN 5035-6 „Beleuchtung mit künstlichem Licht; Teil 6: Messung und Bewertung“ verwiesen.

Demgegenüber zielt die DIN EN 12464-1 vornehmlich nicht auf die Überprüfung im Betrieb, sondern auf die Einhaltung der Planungsvorgaben ab (s. 4.2.15 und 4.2.16). Die DGUV Information 215-210 enthält zusätzliche Anforderungen zur Sicherstellung eines Betriebes entsprechend den Sicherheits- und Gesundheitsschutzziele am Arbeitsplatz. Wie in 4.2.15 beschrieben, ergibt sich in diesem Bereich allein schon aus den unterschiedlichen Zielstellungen und Adressaten der Dokumente eine deutliche Abweichung.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | II |

5.1.4.10 Orientierende Messung

Wie im vorherigen Abschnitt weichen die Anforderungen zur orientierenden Messung von den Anforderungen der DIN EN 12464-1 deutlich ab. Zwar ist das Messraster nicht so konkret festgelegt wie in der Norm, doch verdeutlichen eine Reihe von praktischen Anforderungen bei der Messung das Vorgehen und es werden Hinweise zur korrekten Durchführung gegeben, u. a. das Messen im Betriebszustand. Wie in der Norm wird mit einer grafischen Darstellung der Raumgrundfläche und einer Anordnung von Messpunkten das Messraster dargestellt. Und ebenfalls wie in der Norm wird ein Randstreifen von 0,5 m zur Wand vorgegeben, wenn sich dort kein Arbeitsplatz befindet (s. 4.2.16).

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 6 | IV |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

5.1.4.11 Anhänge

Im Anhang A der DGUV Information 215-210 werden Abweichungen der Begriffe von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 in einer Tabelle aufgeführt.

Der Anhang B gibt zusätzliche Hinweise zur Blendungsbewertung.

Diese beiden Anhänge geben also ergänzende Informationen zur ASR A3.4 und stellen eine weitere inhaltliche Beziehung zur DIN EN 12464-1 her.

5.1.4.12 Tabellierte Werte

Aus der DGUV Information 215-210 wurden einzelne Werte in die Vergleichstabellen übernommen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die Empfehlungen zum UGR an verschiedenen Arbeitsplätzen oder -bereichen. Diese Werte sind nicht in der ASR A3.4 enthalten (wie allgemein UGR-Werte). Es ergibt sich hierbei keine Abweichung von den Werten der DIN EN 12464-1 für vergleichbare Sehaufgaben und Tätigkeiten.

5.2 Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der DGUV Information 215-442:2020

Die DGUV Information 215-442 „Beleuchtung im Büro“ besteht aus 2 Teilen, wobei Teil 1 die Anwendung der ASR A3.4 für Büroarbeitsplätze erläutert und Teil 2 hauptsächlich Beispiele zur Umsetzung beisteuert. Der inhaltliche Aufbau von Teil 1 ist wie die DGUV Information 215-210 (s. 5.1) an der ASR A3.4 orientiert. Im Folgenden werden, wie im Gutachtenauftrag beschrieben, hauptsächlich die neu hinzukommenden Anforderungen und Empfehlungen aufgeführt.

5.2.1 Zielstellung

Die DGUV Information 215-442 soll „Hilfen zur Planung der künstlichen Beleuchtung und Umsetzung der ASR A3.4 in Büroräumen“ geben. Für die Planungsempfehlungen zur Beleuchtung wird auch die DIN EN 12464-1: 2011-08 in ihrer Funktion als Stand der Technik und als Vertragsgrundlage genannt. Dementsprechend seien *„Aussagen der DIN EN 12464-1:2011-08 für die Planungssicherheit adäquat berücksichtigt“*. Die Anforderungen des Arbeitsschutzes sind aber für die Empfehlungen der DGUV Information maßgeblich. Dies entspricht den zuvor bewerteten Abweichungen zu ASR A3.4 und DGUV Information 215-210.

5.2.2 Tageslicht

Zum Thema Tageslicht fügt die DGUV Information 215-442 nur wenige Ergänzungen dem bisher Beschriebenen hinzu. So wird empfohlen, dass die Fenster groß und in der Fassade günstig angeordnet sein sollen und dass der Sonnenschutz verstellbar sein soll, um Blendung zu vermeiden und die Sonnenstrahlung regulieren zu können. Es wird auch darauf verwiesen, dass es für eine fehlende Sichtverbindung nach außen keinen Ersatz gibt. Wie zuvor geschrieben sind in der DIN EN 12464-1 die Beleuchtung mit Tageslicht und die Sichtverbindung nach außen weder gefordert noch näher beschrieben, in der ArbStättV jedoch vorgeschrieben.

5.2.3 Neue Formen der Büroarbeit

Die Trends zur Flexibilisierung von Arbeitszeiten und -orten werden mit Empfehlungen und in Teil 2 mit Beispielen für die Praxis in der DGUV Information 215-442 aufgenommen. Hilfestellungen in diesen Anwendungsfällen sind aus Gutachtersicht eine positive Ergänzung zu den Regelwerken und Normen, auch wenn sie bisher nur in geringem Umfang ausformuliert sind.

- Flexible Arbeitszeiten

Für die Arbeit zu „nicht-klassischen Bürozeiten“ empfiehlt die DGUV Information 215-442 die Nutzung von Beleuchtungskonzepten mit Nutzereingriffsmöglichkeiten und eventuell einem Lichtmanagementsystem, speziell vor dem Hintergrund individueller Tages- und jahreszeitlicher Rhythmen.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 2 | 1 | 7 | IV |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

- Telearbeit

Für den Telearbeitsplatz wird ebenfalls eine Beleuchtung mit individueller Beeinflussung sowie passend zum wohnlichen Ambiente empfohlen. Für die Arbeit mit mobilen Geräten wie Notebooks wird zudem auf die Möglichkeit von Reflexblendung bei ungeeigneter Anordnung einer Deckenbeleuchtung hingewiesen. Grundsätzlich gelten auch für Telearbeitsplätze die Beleuchtungsanforderungen, wie sie in den festen Arbeitsstätten gelten. Allerdings ist es für Arbeitgeber bei einer steigenden Zahl von Telearbeitsplätzen zunehmend aufwändiger, diese auch angemessen auszustatten und wirksam zu kontrollieren. Heutige Bestrebungen zu einer besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf können leicht zu „Kompromissen“ von Arbeitgeber und Arbeitnehmer bei den Anforderungen für eine geeignete Arbeitsumgebung führen. Derartige „Kompromisse“ können auch die Sicherheit und den Gesundheitsschutz am Telearbeitsplatz beeinflussen. Eine aktuelle Herausforderung ergibt sich damit in jüngster Zeit in Form eines benötigten angepassten Regelwerks für die orts- und zeitflexible Arbeit und möglicherweise auch für die Telearbeit. Diese Aspekte sind bisher weder in das Arbeitsschutzregelwerk noch in das Normenwerk in größerem Umfang eingegangen. Die DGUV Information 215-442 verweist auf den VBG-Ratgeber „Telearbeit“. Es gibt auch weitere Bestrebungen, die Lücken zu schließen. So wird für die in der Entstehung befindliche ASR A6 „Bildschirmarbeitsplätze“ ein entsprechender Abschnitt erwartet.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 4 | 1 | 9 | IV |

- Offene Bürolandschaften

Für diese Bereiche wird eine angepasste Beleuchtung verschiedener Raumzonen bei gleichzeitig einheitlichem Gesamteindruck empfohlen. Aus Sicht des

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

Arbeitsschutzregelwerks oder des Normenwerks entspräche die Beleuchtung einem Raumkonzept mit flächendeckenden Beleuchtungsstärkewerten entsprechend dem Umgebungsbereich (bzw. unmittelbaren Umgebungsbereich oder Hintergrundbereich) und einer Zusatzbeleuchtung oder Erhöhung der Beleuchtungsstärke bei entsprechender Tätigkeit oder Sehanforderung. Diese Möglichkeiten sind also bereits im bestehenden Regelwerk umsetzbar, werden hier nur zusätzlich empfohlen.

Bewertung:

- **unkritische Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | IV |

5.2.4 Künstliche Beleuchtung

Die DGUV Information 215-442 formuliert in den Abschnitten 3 und 4 eine Reihe von Anforderungen für Bürobereiche, die allerdings im Wesentlichen bereits in den zuvor behandelten Dokumenten, insbesondere in DGUV Information 215-210 aufgeführt wurden. Das Dokument liefert Hinweise und Hintergründe zu den einzelnen Beleuchtungskriterien für eine sinnvolle Planung der Beleuchtung.

In Ergänzung zu den Ausführungen der DGUV Information 215-210 werden konkrete Maße für ein Messraster empfohlen (4.1.4).

Auch zum Thema der Blendung (4.2) und Reflexblendung gibt es zusätzliche Erläuterungen, auch speziell zum UGR-Verfahren und seinen Grenzen sowie zum Abschirmwinkel. Speziell für LED-Leuchten wird beim freien Blick auf die Lichtquellen deren hohe Leuchtdichte als problematisch angesprochen. Trotz der Einschränkungen des Verfahrens wird der Einsatz von tabellierten UGR-Werten der Leuchtenhersteller für den Bereich von Büroarbeitsplätzen empfohlen. Der empfohlene Grenzwert von 19 für den UGR in Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen stimmt

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4= erwartbar, 3= naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

mit den Anforderungen der DIN EN 12464-1 und DGUV Information 215-210 überein. Aus Arbeitsschutzperspektive ist hier auch nicht mit einer Gefährdung durch dieses Vorgehen zu rechnen.

Die Themen Körperwiedergabe / Schattigkeit (Modelling), Farbwiedergabe, Lichtfarbe, Flimmern und Pulsation werden im Abschnitt 4 der DGUV Information 215-442 ebenfalls dargestellt, enthalten jedoch keine zusätzlichen Anforderungen oder Empfehlungen.

5.2.5 Anordnung von Arbeitsplätzen

Für die Anordnung von insbesondere Bildschirmarbeitsplätzen sind grundlegende Anforderungen und Empfehlungen sowie Visualisierungen von Arbeitsplätzen in der DGUV Information 215-442 enthalten. Der Umfang der Informationen ist insgesamt recht begrenzt. Allerdings wurde auch bereits zuvor auf die ausführliche DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“ verwiesen.

5.2.6 Planung von Beleuchtungsanlagen

Wie in der DIN EN 12464-1 widmet sich das Kapitel 6 der DGUV Information 215-442 der Planung von Beleuchtungsanlagen und beginnt mit einer Auflistung von Kriterien, ähnlich einer Checkliste, die in die Planung einfließen sollten. Hier werden zunächst Kriterien in Bezug auf die Nutzer, die Arbeit, die Räume und des Gebäudes genannt, bevor auf beleuchtungstechnische Aspekte eingegangen wird. Die Erläuterungen gehen teilweise über den Umfang in der DIN EN 12464-1 hinaus, die Anforderungen und Empfehlungen sind jedoch auf vergleichbarem Niveau.

Insbesondere die unterschiedlichen Beleuchtungskonzepte der ASR A3.4 (raumbezogene Beleuchtung, auf den Bereich des Arbeitsplatzes bezogene Beleuchtung, Teilflächenbezogene Beleuchtung) werden in der DGUV Information 215-442 ausgiebig beschrieben und die Anforderungen der ASR A3.4 wiederholt und mithilfe von Abbildungen erklärt. Zusätzlich werden die Beleuchtungsarten (Direkt- / Indirekt- und Direkt-/Indirektbeleuchtung) dargestellt und diesbezügliche Anforderungen definiert. Die Beleuchtungsarten sind ebenso wie die Beleuchtungskonzepte in der DIN EN 12464-1 weniger ausgeführt, werden allerdings im Beiblatt zur DIN EN 12464-1:2011-08 in ähnlicher Weise beschrieben. Die Übernahme in die aktuelle DIN EN 12464-1 (wie im Beiblatt in Aussicht gestellt) hat demnach nicht stattgefunden und ist dementsprechend derzeit abweichend, allerdings nicht im Bereich der Anforderungen oder Empfehlungen. Dies gilt auch für die Überlegungen zum Lichtmanagement (DGUV Information 215-442) bzw. Steuerung (Bbl. DIN EN 12464-1). Beide Dokumente geben Hinweise und Empfehlungen zur flexibleren Anpassung der

Beleuchtungssituation an die Nutzung und zur Einsparung von Betriebskosten und Wartungsaufwänden.

Die Einbeziehung der verschiedenen Kriterien in die Planung und die Kenntnis unterschiedlicher Beleuchtungskonzepte und -arten sind wichtige Mittel zur Sicherstellung einer guten Beleuchtungsqualität und Anpassung an die Bedürfnisse der Nutzer. Es ist zu erwarten, dass sich eine sorgfältige Planung positiv auf das Sehvermögen und die Raumwahrnehmung und damit letztlich auch auf das Wohlbefinden der Nutzer auswirkt. Allerdings ist das Gefährdungspotenzial in Büroumgebungen nicht vergleichbar mit dem in z. B. Industriehallen, sodass ein signifikanter Effekt auf die Sicherheit bei der Arbeit bzw. das Unfallgeschehen nicht zu erwarten ist. In Bezug auf Anforderungen und Empfehlungen ergibt sich hier kein relevanter Unterschied.

5.2.7 **Wartung und Instandhaltung**

Die Anforderungen zur Wartung und Instandhaltung in der DGUV Information 215-442 entsprechen auch den Vorgaben der ASR A3.4. Deutlich weitergehend sind in der DGUV Information aber insgesamt die Erläuterungen im Zusammenhang mit der LED als Lichtquelle, sowohl im fest verbauten Zustand in der Leuchte wie auch der Leuchtstofflampenaustausch mit sogenannten LED-Retrofits. Hier wird auf die Notwendigkeit einer Elektrofachkraft hingewiesen, denn aufgrund verschiedener technischer Lösungen können Gefahren durch elektrischen Stromschlag beim Austausch nicht immer sicher ausgeschlossen werden.

Bewertung:

- **deutliche Abweichung**

| Einstufung ¹ | | | | Punkte | | | | Summe | Klasse |
|-------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|-------|-----------|
| a | b | c | d | 10 | 4 | 2 | 1 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | II |

¹ a / Gefährdungspotenzial: 5 = deutlich, 4 = erwartbar, 3 = naheliegend, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verringert, -2 = verringert

b / visuelle Qualität: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

c / Raumwahrnehmung: 3 = deutlich gemindert, 2 = gemindert, 1 = gering, 0 = neutral, -1 = leicht verbessert, -2 = verbessert

d / Semantik: 3 = deutlich abweichend, 2 = abweichend, 0 = unerheblich, -1 = leicht verbessert, -2 = präzisiert

In Bezug auf die regelmäßige Wartung wird die DIN EN 12464-1 mit Wartungswert, Wartungsfaktor und einen Wartungsplan sowie auf Planungsunterlagen hingewiesen. Für den Wartungsfaktor werden in der DGUV Information 215-442 auch Referenzwerte empfohlen, wogegen die DIN EN 12464-1 auf die ISO/CIE TS 22012 verweist (s. auch 4.2.15). Für den Arbeitsschutz ist der Unterschied im Vorgehen weniger relevant.

5.2.8 DGUV Information 215-442 - Teil2: Planungsbeispiele

Der Teil 2 der DGUV Information 215-442 enthält eine große Anzahl von Beispielen für Beleuchtungslösungen in typischen Bürokonstellationen. Die Sammlung soll Anregungen geben, wie die beschriebenen Anforderungen in die Praxis umgesetzt werden können. Es werden keine zusätzlichen Anforderungen oder Empfehlungen genannt, lediglich wenige Angaben aus Teil 1 in einer Übersicht zusammengefasst. Alle gezeigten Beleuchtungslösungen werden eindeutig mit „*Beispiel*“ überschrieben und haben somit keine Verbindlichkeit.

Dennoch bieten die vielen Beispiele, angefangen bei Einzelbüros über Gruppenbüros und Konferenzbereiche bis zu Telearbeitsplätzen sowie offenen Bürolandschaften mit ihren Erläuterungen eine sehr anschauliche und sinnvolle Ergänzung des Teil 1 für Planer und Arbeitgeber. Diese Beispiele gehen auch weit über die in der DIN EN 12464-1 in Anhang C1 gezeigten hinaus. Demgegenüber bietet die DIN EN 12464-1 zusätzliche Beispiele zu industriellen Arbeitsbereichen.

5.3 Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der Empfehlung des ASTA 2018

Der staatliche Ausschuss für Arbeitsstätten hat im November 2018 eine Empfehlung zur „Künstlichen biologisch wirksamen Beleuchtung in Arbeitsstätten“ veröffentlicht, die in Zusammenhang mit dem Anhang B der DIN EN 12464-1 zu nichtvisuellen Wirkungen und Teilen anderer bereits genannter Dokumente, insbesondere aber der DGUV Information 215-220 einbezogen werden soll.

5.3.1 Begriffe

Die Begriffe „*biologisch wirksame Beleuchtung*“ (ASTA) und „*nichtvisuell wirksame Beleuchtung*“ (u.a. DIN EN 12464-1) und davon abgeleitete Wortkombinationen wurden in der Vergangenheit sowohl in der wissenschaftlichen Fachwelt wie auch in der Normung oder den Institutionen des Arbeitsschutzes synonym verwendet. Beide Begriffe beschreiben recht unspezifisch eine Beleuchtung, die geeignet ist, über die Bestrahlung des Auges eine Anregung der melanopsinhalten retinalen

Ganglienzellen (intrinsisch photosensitive retinale Ganglion Zellen – ipRGC) zu erreichen und damit physiologische Lichtwirkungen, die nicht dem eigentlichen Sehvorgang zuzurechnen sind, erzeugen können. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Wirkungen auf das sogenannte circadiane System des Körpers (das den Tagesrhythmus steuert) und auf Aktivierungswirkungen im Zentralnervensystem mit Folgen für die Wachheit und die kognitiven Leistungen des Gehirns. Diese Lichtwirkungen sind seit dem Nachweis dieser vorher unbekanntenen, spezialisierten Photorezeptoren im Jahr 2001 [9, 10] stark im wissenschaftlichen Fokus und werden seit einer Reihe von Jahren auch in ihrer Bedeutung für Arbeitsstätten diskutiert. In verschiedenen Fachkreisen sind auch die Begriffe „*Integrative Lighting*“ oder „*Human Centric Lighting –HCL*“ mit teilweise etwas unterschiedlicher Konnotation gebräuchlich. Die Wirkungen des Lichts werden neben den deutschen Begriffen biologische oder nichtvisuelle Lichtwirkungen und ihren englischen Übersetzungen auch „*non-image-forming effects – NIF*“, „*melanopic effects*“ oder teilweise „*circadian effects*“ genannt. In diesem Gutachten wird weiterhin der Begriff „*nichtvisuelle Lichtwirkungen*“ verwendet.

5.3.2 Anforderungen und Empfehlungen

Der ASTA geht davon aus, dass „*aus den heute vorliegenden Forschungsergebnissen zu biologischen Lichtwirkungen noch keine konkreten quantitativen Festlegungen für Arbeitsschutzregeln abgeleitet werden können*“ und dass „*bei ausreichender Tageslichtversorgung sich für die tagsüber Arbeitenden aus dem aktuellen Wissensstand keine zusätzlichen Vorgaben hinsichtlich des Einrichtens und Betriebens von Arbeitsstätten ableiten lassen*“. Demzufolge werden auch keine Anforderungen an die Beleuchtung gestellt, die über die Arbeitsschutzregeln hinausgehen. Allerdings wird erneut die Versorgung mit Tageslicht betont und dass „*bei nicht ausreichendem Tageslicht ergänzende Maßnahmen auch im Hinblick auf biologische Lichtwirkungen berücksichtigt werden sollen, z. B. die Möglichkeit der Pausengestaltung im Freien*“.

Der ASTA stellt klar, dass auch bei Einhaltung aller derzeit gültigen Arbeitsschutzanforderungen ungünstige Beleuchtungsbedingungen im Hinblick auf nichtvisuelle Lichtwirkungen bestehen können, insbesondere bei Arbeiten in der Nacht unter hohen Farbtemperaturen. Folglich werden als ein Mittel zur Erreichung einer niedrigeren melanopisch äquivalenten Tageslichtbeleuchtungsstärke eher niedrige Farbtemperaturen in der Nacht empfohlen. Diese Empfehlung ist konsistent zu einer Reihe von Anforderungen in der DIN EN 12464-1 im Abschnitt 7 (Anforderungstabellen). Das wesentliche Mittel zur Unterstützung des Tagesrhythmus wird in der DIN EN 12464-1 allerdings in einer Erhöhung der Beleuchtungsstärke am Tag entsprechend der Kontextmodifikatoren gesehen. Die im Gegenzug idealerweise niedrigeren Beleuchtungsstärken in der Nacht werden in der DIN EN 12464-1 nur wenig erwähnt, weil deren Grundlage auf der Erfüllung der Sehaufgabe beruht. In der Auflistung

der Kontextmodifikatoren erscheint dieser ebenfalls Punkt nicht. Wie in 4.2.5.1 dargestellt, ist die Option zur Absenkung des Wartungswertes aus Sicht des Arbeitsschutzes insgesamt problematisch und könnte ohne sehr klare Kriterien und Anleitung im ungünstigsten Fall gefährdend sein. Insofern wäre zumindest eine klare Herausarbeitung der Vorteile niedrigerer Farbtemperatur am Abend und in der Nacht für die DIN EN 12464-1 wünschenswert. Im Hinblick auf die Empfehlung des ASTA bleibt anzumerken, dass auch bei Einhaltung der ASR A3.4 die aus wissenschaftlicher Sicht anzustrebende melanopisch äquivalente Tageslichtbeleuchtungsstärke am Tag an vielen Arbeitsplätzen wahrscheinlich nicht erreicht werden. Eine Bewertung der komplexen Zusammenhänge insbesondere vor dem Hintergrund der wissenschaftlichen Forschungslage erscheint mit dem o. a. Bewertungsschema (s. 3.3) nicht sinnvoll.

5.3.3 Bedeutung für den Arbeitsschutz

Die Empfehlungen des ASTA unterstützen das auch heute in der Wissenschaft konsistent akzeptierte Ziel, den Tagesrhythmus zu stärken mit tagsüber höheren melanopisch wirksamen Beleuchtungsstärken als in der Nacht [6]. Das Betonen der Bedeutung von Tageslicht ist dementsprechend förderlich, die Kriterien zur Beurteilung einer ausreichenden Tageslichtversorgung entsprechend der ASR A3.4 garantieren die angestrebten Werte aber nicht. Die Formulierung des ASTA, wonach *„eine dynamische künstliche Beleuchtung tagsüber dann unbedenklich erscheint, wenn sie sich am gleichzeitig unter freiem Himmel vorhandenen natürlichen Licht orientiert und sich dabei im Rahmen der für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht empfohlenen Verhältnisse bewegt“*, erscheint vor dem Hintergrund der in der Praxis sich nahe der Mindestwerte der Beleuchtungsstärke bewegenden üblichen Beleuchtungsniveaus aus heutiger Sicht nicht mehr zielführend. Die höheren (modifizierten) Beleuchtungsstärken der DIN EN 12464-1 bei Anwendung der Kontextmodifikatoren wie im Abschnitt 7 (Anforderungstabellen) implementiert und unter Einbeziehung der empfohlenen Umgebungsbedingungen wie beispielsweise Reflexionsgrade, erscheinen tatsächlich in vielen Fällen geeignet zu sein, in die Nähe der wissenschaftlich gestützten Empfehlung der melanopisch äquivalenten Tageslichtbeleuchtungsstärken $ED_{mel, v}^{65}$ (MEDI) für den Tag zu führen. Es ist allerdings aus heutiger Sicht insgesamt noch unklar, wie sichere und für die langfristige Gesundheit des Menschen vertretbare Beleuchtungsstärken/MEDI-Werte das Arbeiten in der Nacht optimal begleiten können. Die im o. g. Konsenspapier der führenden Wissenschaftler [6] empfohlenen MEDI-Werte von 10 lx für den Abend und 1 lx für die Nacht würden eine ausreichende Sehleistung und damit ein sicheres Arbeiten nicht erlauben.

5.4 Vergleich der DIN EN 12464-1 mit der DGUV Information 215-220:2018

5.4.1 Einführung

Die DGUV Information 215-220 (2018) „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht“ stellt den zum Zeitpunkt der Erstellung existierenden Stand der Erkenntnisse dar, damit die Unternehmen sich bei der Gefährdungsbeurteilung daran orientieren können. Angesichts des Umfangs der Publikation, gehen die Erläuterungen, auch in Form von Anforderungen und Empfehlungen weit über alle bisher dargestellten Dokumente zu dieser Thematik einschließlich der DIN EN 12464-1:2011-08 und der ASTA-Stellungnahme (2018, s. 1.1) hinaus. Die DGUV Information 215-220 gibt auch Hinweise zum gesundheitsgerechten Einsatz von künstlichem Licht im Hinblick auf diese Lichtwirkungen. Die DGUV Information 215-220 betont allerdings auch, dass allgemeingültige quantitative Aussagen bezüglich der Beleuchtungsstärken oder Farbtemperatur nicht ableitbar seien. Dieser Aspekt ist wie oben geschildert (s. 4.2.3 und 5.3.3) nur noch zum Teil haltbar. In jüngster Zeit ist in diesem Zusammenhang die DIN/TS 67600:2022-08 veröffentlicht worden, die die melano-pisch bewerteten Beleuchtungsstärkewerte von [6] bereits aufnimmt und in Anwendungsempfehlungen umsetzt. In dieser DIN/TS sind keine Anforderungen für Tätigkeiten oder Räume formuliert worden, sondern die Zusammenhänge werden in Form von Ursache-Wirkungsbeziehungen dargestellt. In der DIN/TS 67600:2022-08 wird in Bezug auf die Beleuchtungskriterien für den Arbeitsschutz sowohl auf die ASR A3.4 als auch auf die DGUV Information 215-220 verwiesen.

In der DGUV Information 215-220 werden nach der thematischen Einführung (Abschnitt 1) in den Abschnitten 2 („*Was sind nichtvisuelle Wirkungen von Licht?*“), 3 („*Was ist die innere Uhr des Menschen und wie funktioniert sie?*“), 4 („*Warum ist Licht wichtig für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit?*“), 5 („*Wieso ist ein regelmäßiger Tag-Nacht-Wechsel wichtig für die Gesundheit?*“) und 6 („*Was wird im menschlichen Körper durch Licht bewirkt?*“) grundlegende Zusammenhänge zu visuellen und nichtvisuellen Lichtwirkungen erläutert. Diese Erklärungen gehen wie zuvor geschrieben weit über die Hinweise der DIN EN 12464-1:2021-11 hinaus und verbessern damit das Verständnis und die Zielrichtung für die Anwendung in der Praxis.

5.4.2 Beleuchtungskriterien (Abschnitt 7)

Die Kriterien für die Beleuchtung von Arbeitsstätten haben sich in der Vergangenheit im Wesentlichen an den Bedürfnissen für eine gute visuelle Wahrnehmung orientiert. Diese Kriterien müssen für die geeignete Nutzung von nichtvisuellen Lichtwirkungen stärker an den Charakteristika der beteiligten Photorezeptoren (vor

allem der ipRGC) und ihrer Verarbeitung ausgerichtet werden. Hierzu zählt beispielsweise, dass eine höhere Beleuchtungsstärke eine höhere nichtvisuelle Stimulation hervorruft (im physiologisch wirksamen Bereich), dass die Beleuchtungsstärke horizontal auf der Sehaufgabe gemessen aber nicht unbedingt die Beleuchtungsstärke am Auge widerspiegelt. Wie zuvor mit dem MEDI angedeutet, muss strenggenommen die Beleuchtungsstärke für die Beurteilung der nichtvisuellen Effizienz nicht mit der photometrischen Hellempfindlichkeitskurve V_{λ} , sondern mit dem melanopischen Wirkungsspektrum nach DIN/TS 5031-100:2021-11 oder CIE S 026:2018 bewertet werden. Die DGUV Information 215-220 geht allerdings nicht so weit in die Tiefe. Es muss bei diesem Dokument beachtet werden, dass die Erkenntnisse zu nichtvisuellen Lichtwirkungen aus einem Forschungsgebiet stammen, dass mit dem Nachweis der Photorezeptoren am Anfang dieses Jahrtausends eine hohe Dynamik entwickelt hat. Die vier Jahre seit der Veröffentlichung der DGUV Information haben dementsprechend für eine Reihe von Publikationen in der Wissenschaft und für die praktische Umsetzung gebracht. Dieser Hintergrund trifft natürlich auch auf die Empfehlung des ASTA zu.

Neben Effekten der Beleuchtungsstärke wird auch dargestellt, wie das Lichtspektrum und die Farbtemperatur, Dauer und Zeitpunkt der Lichtexposition, die Lichthistorie, die räumliche Verteilung von Licht im Hinblick auf die nichtvisuelle Wirkung neu zu betrachten sind und wie diese Faktoren in eine Beleuchtungsplanung einbezogen werden können.

5.4.3 Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Arbeitszeit

Wie zuvor beschrieben gehen die Inhalte der DGUV Information 215-220 weit über die lt. Auftrag zu vergleichenden Normen hinaus, ein direkter Vergleich und eine Bewertung von Abweichungen ist somit nicht möglich. Dennoch sollten die enthaltenen Anforderungen und Empfehlungen in Ihrer Bedeutung für den Arbeitsschutz kurz dargestellt werden.

Für die Schicht- und Nachtarbeit wird dargelegt, dass eine *„allgemeine raumfüllende Beleuchtung mit hellem Licht oder Licht mit hohen Blauanteilen nicht zu empfehlen“* ist und dass *„regelmäßige gezielte Leistungssteigerungen in der Nacht zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen“* können. Dies beschreibt den Kern der Anforderungen und Empfehlungen der DGUV Information 215-220 im Hinblick auf die circadianen und aktivierenden nichtvisuellen Lichtwirkungen. Die Störung des Tag-/Nacht-Rhythmus mit negativen Folgen beispielsweise für den Schlaf und möglicherweise langfristig für die Gesundheit soll durch den Einsatz der Beleuchtung nicht vergrößert werden, auch wenn ökonomische Argumente und teilweise auch Argumente der Sicherheit (Vermeidung von Unfällen) eine aktivierende Wirkung von Licht in der Nacht befürworten würden. Untermauert werden die Anforderungen

und Empfehlungen durch Auszüge aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und der ArbStättV.

Wie in 5.3.3 aufgezeigt, fokussiert die DIN EN 12464-1 weniger auf eine Vermeidung von Störungen in der Nacht (dieser Aspekt bleibt aber nicht unerwähnt), sondern empfiehlt stärker den Einsatz von hohen, melanopisch wirksamen Beleuchtungsstärken am Tag. Beide Strategien erscheinen hilfreich für die gesundheitlich förderliche Umsetzung in die Praxis und sollten sich in der Zukunft ergänzen. Dabei wird gemäß DGUV Information 215-220 dem Arbeitsschutz stärker Rechnung getragen. Allerdings wird für eine geeignete Umsetzung am Tag eine gute Tageslichtversorgung benötigt.

Die konkreten Empfehlungen der DGUV Information 215-220 zur Arbeit am Tag oder Abend und die Anforderungen und Empfehlungen zur Nachtschicht sowie die Hinweise zur Nutzung von Licht in der Freizeit entsprechen dem o. a. Kern der Umsetzung. Diese wird in den Unterpunkten Tageslicht/-ergänzung, Spektrum und Lichtverteilung, Abschalten nicht benötigter Lichtquellen, Nutzung von elektronischen Endgeräten mit Bildschirmen, Arbeitspausen, flexiblen Arbeitszeiten, Bereitschaftsdienst, Schichtende und Nachhauseweg sowie Schlafverhalten im Einzelnen angesprochen und für einen sinnvollen Umgang erläutert. Auch wenn die DGUV Information die genannten Aspekte nicht im Sinne von verbindlichen Anforderungen, sondern nur als Hinweise und Informationen formuliert, schaffen sie dennoch ein besseres Verständnis für eine sinnvolle Anwendung, selbst in der Freizeit. Dieses Verständnis für einen gesundheitsgerechten Umgang mit nichtvisuellen Lichtwirkungen ist ein wichtiger Beitrag zum Arbeitsschutz. Zwar gibt die DIN EN 12464-1 grundlegende Planungshinweise, die gezielte Erläuterung der Anwendung ist aber der Schlüssel für das Erreichen einer beabsichtigten Wirkung in dieser Thematik.

6 AP 3: Übersicht aller in den Dokumenten behandelten Aspekte

Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht über die in den bearbeiteten Dokumenten enthaltenen Aspekte. Dabei wurden die jeweiligen Beiträge wie folgt abgekürzt:

| | | |
|---|---|------------------------|
| I | = | Informationen/Hinweise |
| E | = | Empfehlungen |
| A | = | Anforderungen |
| T | = | Tabellen |

| Aspekt | ASR A3.4 | DIN EN 12464-1 | Bbl. DIN EN 12464-1 | DIN 5035-3 | DGUV I 215-210 | DGUV I 215-442 | DGUV I 215-220 | ASTA Stellungnahme |
|----------------------------------|----------|----------------|---------------------|------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| Formulierungen | | | | | | | | |
| Begriffsdefinitionen | A | A | | A | A | | I | I |
| Abweichungen ASR/DIN | I | I | I | | I | I | | |
| Arbeitsplätze | | | | | | | | |
| Arbeitsplätze im Freien | A | | | | A | | | |
| Arbeitsplätze auf Baustellen | A | | | | A | | | |
| Bildschirmarbeitsplätze | | A | I | | | A | | |
| Verkehrsbereich/Bahnanlagen | T | I | | | | | | |
| Personen außerhalb der Arbeit | | | | A | | | E | |
| Räume für spezifische Funktionen | | | | A | | | | |
| Arbeitsumgebung | | | | | | | | |
| Sichtverbindung nach außen | | | | | A | A | A | |
| Anordnung von Arbeitsplätzen | | | I | I | | A | | |
| fensternahe Arbeitsplätze | A | | | | A | A | E | |
| Verglasungen | | | | | E | | | |
| Sicherheitsbeleuchtung | A | | | A | A | | | |

| Aspekt | ASR A3.4 | DIN EN 12464-1 | Bbl. DIN EN 12464-1 | DIN 5035-3 | DGUV I 215-210 | DGUV I 215-442 | DGUV I 215-220 | ASTA Stellungnahme |
|--------------------------------------|----------|----------------|---------------------|------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| Lichtarten | | | | | | | | |
| Tageslicht | A | I | I | I | A | A | A | A |
| Künstliche Beleuchtung | A | A | A | A | A | A | A | A |
| Beleuchtungsstärken | T | T | A | T | A | A | | |
| Stufen der Beleuchtungsstärke | | A | | | E | | | |
| Kontextmodifikatoren | | E | | | | | | |
| vertikale Beleuchtungsstärken | T | T | | | A | A | I | |
| zylindrische Beleuchtungsstärken | | T | A | | I | | | |
| weitere Beleuchtungskriterien | | | | | | | | |
| Leuchtdichten | | A | | | | | | |
| Flimmern oder Pulsation | A | E | | | I | I | | |
| Lichtfarbe | | T | | T | E | A | I | E |
| Farbwiedergabe | T | T | | T | A | E | | |
| Gleichmäßigkeit | A | T | | A | E | A | | |
| Schatten und Verdeckung von Gefahren | A | E | | | A | | | |
| Schatten/Modelling | I | E | | | E | A | | |
| Wand-/Deckenbeleuchtungsstärken | | T | | | | | | |
| Blendungsbegrenzung | A | A | | | A | A | | |
| UGR-Verfahren | | A | | I | E | E | | |
| UGR-Werte | | T | | T | T | A | | |

| Aspekt | ASR A3.4 | DIN EN 12464-1 | Bbl. DIN EN 12464-1 | DIN 5035-3 | DGUV I 215-210 | DGUV I 215-442 | DGUV I 215-220 | ASTA Stellungnahme |
|--|----------|----------------|---------------------|------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| Vermeidung hoher punktueller Beleuchtungsstärken | | E | | | E | | | |
| Blendung durch Tageslicht (Blendschutzvorrichtungen) | A | A | | | A | A | | |
| Mind.abschirmwinkel/Direktblendung | | T | | | T | A | | |
| Begrenzung der Leuchtdichten von Leuchten | | T | A | | E | A | | |
| Begrenzung von Reflexionen auf Arbeitsmitteln | | | | | E | A | | |
| Begrenzung von Reflexionen auf Bildschirmen | | A | | | E | E | | |
| Reflexionen in Lupenleuchten | | | | | E | | | |
| Reflexionsgrade | | A | | | E | E | | |
| | | | | | | | | |
| Beleuchtungskonzepte / -arten / -technik | | | | | A | A | | |
| Beleuchtungskonzepte | A | A | E | | A | A | | |
| Beleuchtungsarten | | | E | | | A | | |
| Nachinvestitionen bei raumbezogener Beleuchtung | | | | | A | I | | |
| Steuerung/Lichtmanagement | | E | I | | | I | I | I |
| Energieeffizienz | | E | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Überprüfung und Messung | A | A | | A | A | | | |
| Messraster | A | A | | E | E | T | | |
| Messung | A | A | | I | A | I | | |
| | | | | | | | | |
| Betrieb / Instandhaltung | A | | | | A | | | |

| Aspekt | ASR A3.4 | DIN EN 12464-1 | Bbl. DIN EN 12464-1 | DIN 5035-3 | DGUV I 215-210 | DGUV I 215-442 | DGUV I 215-220 | ASTA Stellungnahme |
|---|----------|----------------|---------------------|------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| Mängelbeseitigung | A | | | | A | | | |
| Planung | | A | E | | | | | |
| Wartungsfaktor | | A | | A | T | T | | |
| Wartungsplan | | A | | A | E | A | | |
| Planungsunterlagen | | A | | | A | A | | |
| Planungsbeispiele Büro | | I | | | | E | | |
| Planungsbeispiele Industrie | | I | | | | | | |
| Lichtwirkungen / Effekte | | | | | | | | |
| Sehbehinderung | | I | | | A | I | | |
| Blendempfindlichkeit im Alter | | | | | I | | | |
| Lichtbedarf im Alter | | I | | | I | | | |
| nichtvisuelle Lichtwirkungen | | I | | | I | | E | I |
| (keine) Nutzung nichtvisueller Lichtwirkungen | | | | | E | | I | |
| Arbeit am Tag | | | | | | | A | I |
| Schichtarbeit | | | | | | | A | I |
| Nachtarbeit | | | | | | | A | A |
| "neue Arbeit" und Sonstiges | | | | | | | | |
| flexible Arbeitszeit | | | | | | I | | |
| Telearbeit | | | | | | I | | |
| Verweis ArbMedVV | | | | | | I | | |
| offene Bürolandschaften | | | | | | E | | |
| ortsflexible Arbeit | | | | | | E | | |
| Nutzung von mobilen Geräten | | | | | | | E | |

| Aspekt | ASR A3.4 | DIN EN 12464-1 | Bbl. DIN EN 12464-1 | DIN 5035-3 | DGUV I 215-210 | DGUV I 215-442 | DGUV I 215-220 | ASTA Stellungnahme |
|---|----------|----------------|---------------------|------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| nichtvisuelle Lichtwirkungen im Privatbereich | | | | | | | E | I |

7 Zusammenfassung

7.1 Allgemeines

Die DIN EN 12464-1 in der Version 2021-11 unterscheidet sich wie die Vorgängerversion aus dem Jahr 2011 in vielen Detailanforderungen und einigen eher prinzipiellen Aspekten von den Arbeitsschutzregeln. Eine wesentliche Schwierigkeit beim Vergleich der zu betrachtenden Arbeitsschutzregelwerke und Normen liegt in einer unterschiedlichen Aufteilung des Regelungsumfanges bzw. der Geltungsbereiche. Die jeweiligen Dokumente liegen eingebettet in eine größere Struktur und beschreiben die ihnen „zugewiesenen“ Bereiche. So werden in der ASR A3.4 beispielsweise einige Festlegungen in Bezug auf Arbeitsstätten aus der ASR A2.3 wirksam. Noch stärker verzweigt ist das Normenwerk und die DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3 enthalten zahlreiche Verweise auf Inhalte anderer Normen. Dieser Sachverhalt mit den unterschiedlichen Gültigkeitsbereichen der Dokumente und ihrer Verzahnung mit anderen Dokumenten ist in der Praxis nicht einfach zu überblicken. Er wurde als „deutliche Abweichung“ (Klasse II) eingestuft. Solch größere Abweichungen mit den Regeln des Arbeitsschutzes führen nicht zwangsläufig zu Gefährdungen, sie bieten jedoch das Potenzial, dass relevante Regelungen bspw. der Arbeitsstättenverordnung übersehen oder schlimmstenfalls missachtet werden, weil die Planungsanforderungen diese nicht einschließen. Konflikte für den Anwender entstehen insbesondere dann, wenn voneinander abweichende Werte oder andere präzise Anforderungen für die gleichen Anwendungen aufgeführt sind und daraus eine Unsicherheit resultiert. Das Gutachten bezieht sich im Wesentlichen auf die vergleichbaren Inhaltsbereiche von Arbeitsschutzregelwerken und den betrachteten Normen. Dabei werden im Gutachten schwerpunktmäßig die Unterschiede und weniger die Gemeinsamkeiten der Dokumente herausgearbeitet. Dies ist in gewisser Weise konträr zu Beiblatt und Leitfaden zur DIN EN 12464-1 (2011-08) und auch zu den behandelten DGUV Informationen, die alle eine Brücke zwischen den Arbeitsschutzregeln und den Normen herstellen.

Im nationalen Vorwort der DIN EN 12464-1 werden die wesentlichen Unterschiede dieser Inhaltsbereiche wie folgt wiedergegeben:

- die Zusammenfassung der Bereiche der Sehaufgaben zu einem Arbeitsbereich;
- die Ausdehnung des unmittelbaren Umgebungsbereichs auf den restlichen Raum;
- die Mindestwerte der Beleuchtungsstärke für einige Arbeitsplätze;
- die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken.

Von dieser Aufzählung werden in diesem Gutachten die ersten beiden Anstriche als „deutliche Abweichungen“ (Klasse II, s. 4.2.2.1 und 4.2.2.2) bewertet. Die Anstriche drei und vier der Liste summieren einzelne Abweichungen in den

Anforderungstabellen (in Anhang 1 der ASR A3.4 und Abschnitt 7 der DIN EN 12464-1), die individuell bewertet wurden, zumeist aber als „unkritische Abweichung“ (Klasse IV) eingestuft wurden, in Einzelfällen als „Abweichung“ (Klasse III). Bei diesen Abweichungen ist ein klares Gefährdungspotential nicht zu erkennen. In einigen dieser Fälle kann die Abweichung zwar prinzipiell als ein Konflikt angesehen werden, aufgrund der geforderten anspruchsvolleren Werte muss aber eigentlich von einer Verbesserung der Sehbedingungen und somit von einer positiven Veränderung im Sinne menschengerechter Arbeitsgestaltung ausgegangen werden.

7.2 Tageslicht

Aus Sicht des Gutachters fehlt insbesondere die Anforderung an die Tageslichtversorgung in der oben zitierten Aufzählung der Abweichungen (s. 4.2.3). Die DIN EN 12464-1 unterscheidet nicht grundsätzlich zwischen Tageslicht und Kunstlicht zur Erfüllung der Beleuchtungsanforderungen, speziell bei der Erreichung der Wartungswerte der Beleuchtungsstärke, auch wenn vereinzelt Empfehlungen zur Nutzung von Tageslicht enthalten sind. Die Anforderung der „möglichst ausreichenden Tageslichtversorgung“ entstammt der ArbStättV und ist daher verbindlich umzusetzen, auch wenn die Einschränkung „möglichst“ Auslegungsspielraum zulässt. Das betrachtete Arbeitsschutzregelwerk aus ASR A3.4 und DGUV Informationen greift diese Anforderung im Gegensatz zur DIN EN 12464-1 oder DIN 5035-3 auf und konkretisiert sie. Speziell dieser Unterschied zwischen ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 wird in diesem Gutachten als einzige kritische Abweichung (Klasse I) bewertet und signalisiert eine kritische Lücke bei der DIN EN 12464-1 in Bezug auf den Arbeitsschutz, welche gesundheitliche Auswirkungen möglich erscheinen lässt. Relativiert wird der Unterschied durch die fehlende Klarheit, ob die Konkretisierung in der ASR A3.4 geeignet ist, die Ziele der ArbStättV nach neuesten Erkenntnissen zu erreichen.

Die ebenfalls in der ArbStättV enthaltene Forderung nach einer Sichtverbindung nach außen wird weder von der ASR A3.4, noch von der DIN EN 12464-1 konkret aufgenommen. Dies findet sich lediglich in verschiedenen DGUV Informationen und sollte im Rahmen einer Überarbeitung der ASR A3.4 hinsichtlich einer Aufnahme und Konkretisierung überprüft werden.

7.3 Arbeitsplatz versus Sehaufgabe

Wie oben und auch in der DIN EN 12464-1 dargestellt, liegt ein klarer Konflikt im Bereich der Definitionen von Arbeitsplatz bzw. Sehaufgabe und Umgebungsbereich bzw. unmittelbarem Umgebungsbereich und Hintergrundbereich. Zwar taucht die eigentliche Abweichung lediglich in den Begriffsdefinitionen auf, die Auswirkung dieser Definitionen ziehen sich aber durch das gesamte Regel- bzw. Normenwerk. Für die Planung mag es einfacher und präziser sein, mit kleineren Bereichen der

Sehaufgabe zu arbeiten. In der betrieblichen Praxis ist diese kleinteiligere Aufteilung aber nicht gut umzusetzen und die Gewährleistung der höheren Ansprüche an den Arbeitsplatz insgesamt gemäß ASR A3.4 deutlich sinnvoller. Eine Wahlfreiheit des Planers erscheint aus Sicht des Arbeitsschutzes nicht zielführend. Auch die Zuordnung des Bewegungsbereiches zum Arbeitsplatz erscheint aus Sicht des Arbeitsschutzes weiterhin notwendig, um einheitliche und „berechenbare“ Sehbedingungen im realen Arbeitsbereich zu schaffen. An vielen Arbeitsplätzen werden in der Praxis nicht nur Sehaufgaben in einer kleineren und ursprünglich dafür vorhergesehenen und somit geplanten Fläche ausgeübt, sondern der funktionale Arbeitsplatzbereich wird insgesamt genutzt. Zwar ermöglicht die DIN EN 12464-1 auch diese Auslegung entsprechend der auf die Tätigkeit bezogenen Beleuchtung, sie wird allerdings im gesamten Dokumentenkontext vom Gutachter eher als „nachrangig“ mögliche Planung wahrgenommen. Gleichermaßen definiert die DIN EN 12464-1 größere Bereiche des Raumes als unmittelbaren Umgebungsbereich oder Hintergrundbereich und ermöglicht dort eine deutliche Reduzierung der Beleuchtungsqualität. Auch diese normgerechte Planungsoption verkleinert die Bereiche mit höherer Beleuchtungsqualität, was in der Praxis im Betrieb der Arbeitsstätte ungünstig erscheint und im Sinne von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit zu hinterfragen ist. Sie passt auch nicht ganz zur ebenfalls von der Arbeitsstättenregel abweichenden Zielstellung der Norm (s. 4.2.1), welche gerade in Bezug auf die Beleuchtungsqualität einen guten Mindeststandard setzen will.

7.4 Beleuchtungskriterien

7.4.1 Schatten

Zu den deutlichen Abweichungen gehört die unterschiedliche Behandlung zur Vermeidung von störenden oder sogar gefährlichen Schatten. In der ASR A3.4 ist klar gefordert, dass *„Schatten, die Gefahrenquellen überdecken, nicht zu Unfallgefahren führen dürfen“*. Diese Anforderung ist sicher auch im Interesse der Autoren der DIN EN 12464-1, wurde allerdings nicht so explizit aufgenommen und die Vermeidung von störenden Schatten erhält nur den Status einer Empfehlung (s. 4.2.14). Diese Abweichung wäre aus Gutachtersicht leicht zu beheben und im Sinne aller. Dabei wäre es wünschenswert, die Formulierung in der ASR A3.4 ebenfalls auf den Prüfstand zu stellen, denn wenn Schatten Gefahrenquellen überdecken, ist ein Gefährdungspotenzial im Sinne wahrscheinlicherer Unfälle immer gegeben.

7.4.2 Flimmern

Nicht ganz so einfach ist der auf den ersten Blick ähnliche Unterschied bei der Betrachtung der deutlichen Abweichung beim Flimmern. Die Anforderung der ASR A3.4, wonach weder Gefährdungen noch Ermüdungen o.ä. durch flimmerndes Licht

erzeugt werden dürfen, ist in der Praxis nur schwer zu gewährleisten. Die ASR A3.4 enthält auch keine, in der heutigen Zeit noch technisch ausreichende, Konkretisierung, wie diese Anforderung umgesetzt werden kann. Dies liegt einerseits an der veränderten Technik und dem Übergang zu LED-Lichtquellen, zum anderen an unzureichenden Metriken und wissenschaftlicher Basis zum Thema Flimmern. Die DIN EN 12464-1 benutzt dabei die Metriken der Produktrichtlinie der EU-Ökoverordnung und ergänzt dazu, dass auch gedimmte Systeme nicht flimmern dürfen. Das weitergehende Schutzziel der ASR A3.4 in Bezug auf Ermüdungen und nicht näher bezeichnete ähnliche Einschränkungen in Wachheit und Kognition oder womöglich Wohlbefinden kann mit den vorhandenen Metriken, die sich auf die Wahrnehmbarkeit von Flimmern beschränken, nicht erreicht werden. Grundsätzlich ist aus Gutachtersicht entsprechend den vorliegenden Texten und der Erfahrung aus der Gremienarbeit davon auszugehen, dass sowohl die Autoren von ASR A3.4 als auch von DIN EN 12464-1 ein weitgehend übereinstimmendes Interesse an der Vermeidung von Störeinflüssen durch Flimmern in der Beleuchtung haben. Die DIN EN 12464-1 mit neuerer Überarbeitung auch dieses Abschnittes in der Norm haben entsprechend dem aktuellen Stand die z. Zt. verfügbaren Metriken eingesetzt und somit versucht, dieses Ziel in der Norm geeignet umzusetzen. An die recht umfassend formulierten Anforderungen und Ansprüche der ASR A3.4 reicht diese Formulierung trotzdem nicht heran.

7.4.3 Blendung

Eine ganz ähnliche Problematik zeigt sich beim Thema Blendung. Die ASR A3.4 fokussiert stark auf eine Vermeidung von physiologischer Blendung, also einer Blendung mit Einschränkung des Sehvermögens. Eine für die Überprüfung in der betrieblichen Praxis geeignete Methodik oder Metrik ist derzeit nicht verfügbar. Die DIN EN 12464-1 erwähnt zwar auch die Vermeidung von physiologischer, fokussiert aber viel stärker auf die Begrenzung von psychologischer Blendung, also störender Blendung und nutzt insbesondere auch das UGR-Verfahren zur Beurteilung und setzt entsprechende Anforderungen. Das UGR-Verfahren kann aber am Arbeitsplatz schwierig in der Anwendung sein. In der Planung werden dementsprechend die Tabellen der Leuchtenhersteller bevorzugt eingesetzt. Die revidierte DIN EN 12464-1 erläutert unterstützend in Anhang A die Anwendung des UGR in „unüblichen“ Situationen. Speziell die DGUV Informationen 215-210 und 215-442 nehmen auch ergänzend Tabellen mit UGR-Werten für Leuchten in ihre Empfehlungen auf, weil das Verfahren etabliert ist und eine Unterstützung zur Vermeidung störender Blendung sein kann.

7.5 Anforderungstabellen

Wie oben erläutert finden sich in den Anforderungstabellen von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 bzw. DIN 5035-3 eine Reihe von Abweichungen in den geforderten Werten. Die einzelnen Abweichungen stellen insgesamt aus Gutachtersicht kein bedeutendes Problem für den Arbeitsschutz dar, weil die Anforderungen der DIN EN 12464-1 häufig die Mindestwerte der ASR A3.4 überschreiten. Der Leitfaden zur DIN EN 12464-1:2011-08 enthält eine Tabelle der Abweichungen von ASR A3.4 und der damaligen Ausgabe der Norm mit einer recht begrenzten Anzahl von Abweichungen. Auch das vorliegende Gutachten verzeichnet nur eine begrenzte Anzahl von solchen Abweichungen bei direkt vergleichbaren Sehaufgaben bzw. Arbeitsplätzen (rote und grüne Schriftfarben in der Vergleichstabelle in Spalten Q und AE). Die Anzahl der nicht vergleichbaren Werte aufgrund des Fehlens eines Pendantes auf der anderen Seite ist deutlich höher (blaue Schriftfarbe in der Vergleichstabelle in Spalten Q und AE). Dies liegt zum einen an den unterschiedlichen Umfängen bzw. Geltungsbereichen (s. 4.1), zum anderen aber an einer weiteren Aufteilung von zuvor gruppierten Tätigkeiten in der DIN EN 12464-1 oder der Einführung neuerer Bereiche und Tätigkeiten. Dies erschwert wiederum einen Vergleich und auch Bemühungen um eine Angleichung bzw. Lösung für die bestehenden Konfliktfälle.

Die Tabellen der DIN EN 12464-1 wurden gegenüber der Vorversion erweitert, was die Anzahl der Spalten angeht. Gegenüber der ASR A3.4 finden sich zusätzliche Spalten zu den modifizierten Wartungswerten der Beleuchtungsstärke (s. 4.2.2.3 und 4.2.5.1), zur Gleichmäßigkeit im Bereich der Sehaufgabe (s. 4.2.6), zum UGR Grenzwert (jetzt R_{UGL}), zur mittleren zylindrischen Beleuchtungsstärke des Raumes sowie zu mittleren Beleuchtungsstärken von Wand und Decke. Diese zusätzlichen Spalten enthalten zuvor nicht raum- oder tätigkeitsspezifisch festgelegte Anforderungen und können insgesamt als Erhöhung der Anforderungen für eine Verbesserung von Sehleistung, Sehkomfort und/oder Raumwahrnehmung angesehen werden. Sie sind daher aus Arbeitsschutzsicht eher zu begrüßen, sie können im schlechteren Fall aber auch als nicht signifikant verändert für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit bewertet werden. Eine Verschlechterung des Arbeitsschutzes ist nicht zu erwarten. Eine diesbezügliche Ausnahme unter den zusätzlichen Spalten findet sich bei der Gleichmäßigkeit. Diese ist in der ASR A3.4 pauschal mit 0,6 für den Arbeitsplatz und 0,5 für den Umgebungsbereich festgelegt. In den Tabellen der DIN EN 12464-1 liegt ein Teil der Werte unter den Anforderungen der ASR A3.4. Die Werte für den unmittelbaren Umgebungsbereich und den Hintergrundbereich (nur DIN EN 12464-1) liegen mit 0,40 bzw. 0,10 ebenfalls unter den Anforderungen der ASR A3.4 und erlauben somit ein weiter reduzierte Beleuchtungsqualität in diesen nachrangigen Raumbereichen. Die Größe der Abweichungen wird zwar durch die Anzahl der Nachkommastellen (eine bei der ASR A3.4 und zwei bei der DIN EN 12464-1) limitiert (s. auch 4.2.6), insgesamt kann aber die Gleichmäßigkeit gemäß DIN EN 12464-1 schlechter sein als gemäß ASR A3.4. Die inhärente, eher leichte Verschlechterung der Sehbedingungen ist vermutlich kein

wirkliches Problem im Sinne des Arbeitsschutzes. Es existiert kein Nachweis, dass eine niedrigere Gleichmäßigkeit selbst auch ein niedrigeres Niveau des Arbeitsschutzes gewährleistet, wenn nicht Gefahrenquellen unzureichend beleuchtet werden. Es könnte allerdings dazu führen, dass gerade im Zuge des technologischen Wandels zu LED-basierten Leuchten mit teilweise kleinerem Gesamtlichtstrom und kleinerer Lichtaustrittsfläche trotzdem eine eher geringe Anzahl von Leuchten für eine vorgegebene Raumgeometrie zulässig wäre.

Eine Verbesserung der Raumwahrnehmung kann dagegen mit Einführung der zylindrischen Beleuchtungsstärke und entsprechenden quantitativen Anforderungen erzielt werden. Dies schließt eine zu stark auf die Sehaufgabe bzw. die Arbeitsfläche gerichtete Beleuchtung mit wenig Umgebungsbeleuchtung aus. Zwar hat die ASR A3.4 aufgrund der zuvor dargelegten Zusammenhänge von Geometrie und geforderten Werten (s. 4.2.2.2 und 4.2.5.2) bei mittleren und höheren Beleuchtungsniveaus eher höhere Anforderungen an die horizontale Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich, diese können jedoch aufgrund fehlender Anforderungen zur Reflexion an den Raumbegrenzungsflächen im Raum weniger wirksam werden. Ein Raum könnte daher eher als dunkel und unangenehm wahrgenommen werden, als wenn eine Anforderung für die zylindrische Beleuchtungsstärke vorliegt und damit das psychische Wohlbefinden im Raum „absichert“. Eine Aufnahme in die ASR A3.4 wäre zu diskutieren.

7.6 Nichtvisuelle Effekte

Eine Thematik die in praktisch allen neueren Dokumenten aus dem Normenwerk wie auch in den DGUV Informationen enthalten ist, ist der Umgang mit nichtvisuellen Wirkungen von Licht. Sowohl im Bereich der Grundlagen- wie auch in der arbeitswissenschaftlichen Forschung ist der Zusammenhang von Licht und Beleuchtung auf gesundheitlich relevante Steuerungsvorgänge des Körpers anerkannt. Über den Umgang mit diesen Lichtwirkungen und speziell ihre Einbeziehung in das Arbeitsschutzregelwerk gibt es jedoch unterschiedliche Positionen. Auf der einen Seite geben die Technischen Regeln für Arbeitsstätten den Stand von Technik, Arbeitsmedizin und -hygiene sowie den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisstand wider und konkretisieren die Anforderungen der ArbStättV auch in entsprechenden Zahlenwerten. Auf der anderen Seite zeigt auch dieses Gutachten, dass einige Parameter wie beispielsweise Blendung und Flimmern zwar in ihrer Bedeutung für den Arbeitsschutz erkannt sind, in ihrer Regulierung in Bezug auf Metriken und Grenzwerte durchaus problematisch für eine Konkretisierung sein können. Dennoch sind in der ASR A3.4 diesbezügliche Anforderungen enthalten und haben eine Lenkungswirkung. In ähnlicher Weise spricht sich der ASTA in seiner Empfehlung für die Vermeidung von hohen melanopischen Beleuchtungsstärken in der Nacht wegen der Störung des Tag-/Nacht-Rhythmus aus. Für dieses Vorgehen findet sich auch ein Konsens in der beteiligten Wissenschaft. Ebenso kann man heute von einem

Konsens innerhalb der wissenschaftlichen Community für eine Erhöhung des melatonin bewertetem Beleuchtungsniveaus tagsüber ausgehen, sogar mit Zielwerten für eine gute Versorgung. Diese Zahlenwerte sind bisher nicht in das Arbeitsschutzregelwerk eingeflossen, wohl aber erste Ansätze für Empfehlungen in diese Richtung in der DGUV Information 215-220. Für die Funktion der Tag-/Nacht-Synchronisation ist prinzipiell eine gute Tageslichtversorgung ein entscheidendes Kriterium, allerdings müsste die Tageslichtversorgung und ihre Konkretisierung in der ASR A3.4 vor diesem Hintergrund erneut geprüft werden. Auch ist Tageslicht nicht immer ausreichend vorhanden, daher wäre eine Ergänzungsbeleuchtung mit künstlichem Licht in entsprechender Qualität und Quantität in der Zukunft auch im Hinblick auf nichtvisuelle, gesundheitlich bedeutsame Lichtwirkungen wünschenswert. Die DIN EN 12464-1 geht mit den modifizierten Wartungswerten der Beleuchtungsstärke und ihren Kontextmodifikatoren bereits etwas in diese Richtung, auch wenn das Thema nichtvisueller Lichtwirkungen nicht explizit in den Kontextmodifikatoren genannt wird. Zusätzlich finden sich in den Anforderungstabellen eine Reihe von Vorgaben für die korrelierte Farbtemperatur. Allerdings ist die Farbtemperatur aus wissenschaftlicher Sicht kein gut geeignetes Maß für die Stimulation der melatoninhaltigen retinalen Ganglienzellen. Die DGUV Information 215-220 fasst in der Begründung zur Einbeziehung von nichtvisuellen Lichtwirkungen in die Arbeitsplatzbeleuchtung auch die recht weitgehenden Ansprüche aus dem ArbSchG hinsichtlich des Gesundheitsschutzes zusammen, wonach auch das Anstreben von Verbesserungen vom Arbeitgeber gefordert wird. Für diese Forderung muss der Arbeitgeber aber auch entsprechende Konkretisierungen oder zumindest Leitlinien haben. Dies stellt die DGUV Information 215-220 recht umfangreich zur Verfügung und vor diesem Hintergrund sind auch die unverbindlichen Empfehlungen für den Freizeitbereich eine sinnvolle Ergänzung. Dieser informative Umfang wäre für eine Norm wie die DIN EN 12464-1 auch im Anhang nicht verhältnismäßig.

7.7 Fazit

In der ASR A3.4 werden gemäß der Zielstellung für sichere und gesundheitsgerecht gestaltete Arbeitsplätze im Betrieb überprüfbare Mindestanforderungen gesetzt. Die Norm dagegen verpflichtet den Planer zur Einhaltung von Anforderungen gegenüber seinem Vertragspartner, ohne den sicheren Betrieb gewährleisten zu müssen. Aus dieser unterschiedlichen Verbindlichkeit gerade auch zu unterschiedlichen Zeiten (Bei Übergabe der Planung oder im laufenden Betrieb) muss nicht zwingend ein Konflikt entstehen, denn insbesondere die DGUV Informationen 215-210 und 215-442 verknüpfen die Anforderungen der ArbStättV und ASR mit den Planungsvorgaben der DIN EN 12464-1, soweit sie kompatible Anforderungen stellen. Idealerweise sollte eine Planung nach dem Stand der Technik den Anspruch haben, ohne Konflikte in den laufenden Betrieb überleiten zu können. Dies ist zwar heute problemlos möglich, denn sowohl ASR A3.4 wie auch DIN EN 12464-1 enthalten ja nur die Mindestanforderungen an die Beleuchtung, allerdings wurde mit der Revision

der DIN EN 12464-1 verpasst, geplante Angleichungen aus dem Beiblatt einzuarbeiten und kleinere Abweichungen zur ASR A3.4 anzupassen. Insgesamt sind bereits viele maßgebliche Inhalte der DIN EN 12464-1 ähnlich oder gleichlautend mit der ASR A3.4. Eine Reihe von kleineren Abweichungen zwischen den Dokumenten des Arbeitsschutzregelwerkes und des Normenwerkes könnten ohne wesentliche Aufwände für die betriebliche Praxis wechselseitig angeglichen werden. Idealerweise könnte dies bei gleichzeitiger Verbesserung des Arbeitsschutzes und/oder der Sehbedingungen, im schlechteren Fall bei unwesentlichen Einschränkungen derselben geschehen und wäre im Sinne eines kohärenten Regelwerks erwünscht und leicht realisierbar. Dies betrifft beispielsweise die Unterschiede in einzelnen Begriffen, den Zahlenwerten bei der Gleichmäßigkeit, die klarere Forderung nach Vermeidung von Gefahrenquellen-verdeckenden Schatten oder die Implementierung der zylindrischen Beleuchtungsstärke. Eine grundsätzliche „externe“ Schwierigkeit besteht zweifellos in der Einbettung der Dokumente in ihre jeweilige Landschaft aus anderen Vorschriften und Regeln bzw. Normen. Auf die „internen“ Konflikte in Bezug auf den Arbeitsplatz bzw. die Sehaufgabe und die Umgebungsbereiche sowie die Tageslichtanforderung wurde ausführlich eingegangen.

Die ASR A3.4 setzt konsequent die Forderung von Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit um. Sie verpflichtet den Arbeitgeber, Gesundheitsrisiken zu vermeiden bzw. zu minimieren, auch wenn teilweise das praktische Vorgehen nicht festgeschrieben oder sogar schwer zu konkretisieren ist. Die DIN EN 12464-1 enthält nach der Revision einige Neuerungen, die eine bessere Beleuchtungsqualität erzielen sollen. Diese können auch als positive Impulse für eine weitere Verbesserung des Regelwerks für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit aufgefasst werden.

8 Referenzen

1. Bundesministerium für Arbeit und Soziales and Kommission Arbeitsschutz und Normung. Grundsatzpapier zur Rolle der Normung im betrieblichen Arbeitsschutz. 2021; Available from: https://www.kan.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Basisdokumente/de/Deu/2021-02-12_Grundsatzpapier_im_GMBI_2021-07.pdf.
2. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Definition Begriff Arbeitsplatz in ASR. 2019 [14.07.2022]; Available from: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/Erkenntnisse-Arbeitsplatz.html>.
3. Bundesrat. Bundesrat Drucksache 506/16 - Entwurf einer Verordnung zur Änderung von Arbeitsschutzverordnungen. BR Drucksachen 2016 [03.08.2022]; Available from: <https://www.bundesrat.de/bv.html?id=0506-16>.
4. Veitch, J.A. and A.D. Galasiu, The Physiological and Psychological Effects of Windows, Daylight, and View at Home: Review and Research Agenda. NRC-IRC Research Report, 2012(RR-325): p. 57.
5. Knoop, M., et al., Daylight: What makes the difference? Lighting Research & Technology, 2020. 52(3): p. 423-442.
6. Brown, T.M., et al., Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. PLoS Biol, 2022. 20(3): p. e3001571.
7. Europäische Kommission, Verordnung (EU) 2019/2020 Der Kommission zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Lichtquellen und separate Betriebsgeräte. 2019.
8. Schlangen, L., et al. Lighting for health and well-being in education, work places, nursing homes, domestic applications, and smart cities. European Union FP7-ICT-2013-11-619249 [2014 [04.08.2022]; SSL-erate · Grant Agreement: 619249 · Deliverable D3.2 and 3.4]. Available from: <https://lightingforpeople.eu/2016/wp-content/uploads/2016/03/SSLerate-3.2-3.4-v4.pdf>.
9. Brainard, G.C., et al., Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. J Neurosci, 2001. 21(16): p. 6405-12.
10. Thapan, K., J. Arendt, and D.J. Skene, An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. J Physiol, 2001. 535(Pt 1): p. 261-7.