

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Lichttechnik
Optimierung von Tageslichtnutzung und
künstlicher Beleuchtung
Planungshinweise
Lighting technology
Optimisation of daylighting and
artificial lighting
Design criteria

VDI 6011
Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweise	4
3 Begriffe	4
4 Formelzeichen und Abkürzungen	5
5 Gebäude und Raumtypen	5
5.1 Anforderungen an die Beleuchtung	5
5.2 Raumtypen	6
6 Komponenten und Systeme	18
6.1 Lösungen für Dachoberlichter und -verglasungen	18
6.2 Tageslichtlösungen für Fassaden	21
6.3 Lösungen für fensterferne Bereiche	27
6.4 Kunstlichtlösungen	29
7 Bemessung, Berechnung, Planung	42
7.1 Anforderungen, Zielkonflikte und Lösungsansätze	42
7.2 Planungshilfen und Entscheidungskriterien	47
7.3 Berechnungsverfahren, Simulation	65
7.4 Systemschnittstellen zur technischen Gebäudeausrüstung	68
8 Sanierung	69
8.1 Sanierung der Fassade/Einfluss auf Tageslichtversorgung	69
8.2 Sanierung von Dachflächen – Einfluss auf die Tageslichtversorgung	70
8.3 Sanierung der Beleuchtung	70
Anhang Verweise auf Landesbauordnungen....	73
Schrifttum	74

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	4
4 Symbols and abbreviations	5
5 Building and room types	5
5.1 Lighting requirements	5
5.2 Room types	6
6 Components and systems	18
6.1 Solutions for roof lights and glazing	18
6.2 Daylight solutions for facades	21
6.3 Solutions for areas away from windows ..	27
6.4 Artificial light solutions	29
7 Design, calculation, planning	42
7.1 Requirements, conflicting goals and solution approaches	42
7.2 Planning tools and decision-making criteria	47
7.3 Calculation method, simulation	65
7.4 System interfaces with technical installations	68
8 Upgrades	69
8.1 Upgrades to the facade/influence on daylighting	69
8.2 Upgrades to roof areas – influence on daylighting	70
8.3 Upgrades to the lighting	70
Annex Reference to state building codes	73
Bibliography	74

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)
Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Elektrotechnik und Gebäudeautomation
VDI-Handbuch Architektur
VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/6011.

Einleitung

Die Ansprüche an gutes Licht sind gewachsen. Gutes Licht wird aber nicht allein zur Erfüllung einer Seh Aufgabe gebraucht. Gutes Licht ist auch ein wesentlicher Faktor für menschliches Wohlbefinden, die Gesundheit, Leistungsbereitschaft und Produktivität. Das Tageslicht übt dabei eine besonders positive Wirkung auf die Gesundheit aus. Ebenso wird die Forderung nach effizienter Beleuchtung mit niedrigem Energiebedarf immer wichtiger. Mit veränderten Arbeitsbedingungen und speziell der Bildschirmarbeit kamen weitere Anforderungen. Tageslicht und künstliche Beleuchtung sind integrale Bestandteile der Architektur. Bei gesamtheitlicher Betrachtung auch der energetischen Aspekte zeigen sich übergreifende Zusammenhänge zwischen Tageslichtnutzung, künstlicher Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutzfunktion, Raumklima und Behaglichkeit sowie der Gebäudegestaltung. Eine enge, frühzeitige Zusammenarbeit der beteiligten Fachrichtungen ist in der Planung daher unumgänglich. Die natürliche Beleuchtung mit Tageslicht und die künstliche Beleuchtung sind bezüglich ihrer Mindestanforderungen schon in bestehenden Verordnungen, Richtlinien und Normen erfasst. Darüber hinaus sollen Lichtplaner jedoch für ein abgestimmtes Tages- und Kunstlichtkonzept weitere Aspekte und Qualitätsansprüche berücksichtigen.

Medizinische Literatur wie auch arbeitswissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Tageslicht auch für den arbeitenden Menschen eine gesundheitsfördernde und motivierende Wirkung hat. Die Wirkung hängt wesentlich von der Quantität und Qualität des Tageslichts ab, das der Mensch empfängt. Auch wenn eine künstliche Beleuchtung

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/6011.

Introduction

The demands on high-quality light have grown. But good light is not only needed to help us see. Good light is also a key factor in human well-being, health, motivation and productivity. Natural light has a particularly positive effect on health. Similarly, the demand for efficient lighting with low energy requirements is becoming increasingly important. Further requirements have arisen as a result of changed working conditions, especially working in front of the screen. Daylight and artificial lighting are integral parts of architecture. When considered as a whole, including energy aspects, overlapping interconnections become apparent between the use of daylight, artificial lighting, protection from sunlight and anti-glare functions, room climate, comfort with regard to temperature and architecture. A close, early cooperation of the participating fields of discipline is therefore essential during the planning phase. Natural and artificial lighting are already covered by existing regulations, directives and standards with regard to their minimum requirements. In addition, however, lighting designers shall consider further aspects and quality requirements for a coordinated daylight and artificial light concept.

Medical literature as well as studies in occupational science show that daylight also has a health-promoting and motivating effect on employees. The effect depends essentially on the quantity and quality of daylight that the person receives. Even though, according to recent studies, artificial lighting can also produce some of the beneficial effects

nach neueren Untersuchungen bei geeigneter Lichtqualität und -dynamik ebenfalls manche der förderlichen Effekte erzeugen kann, kann und soll das Tageslicht nicht vollständig durch künstliches Licht ersetzt werden. In der gesamtheitlichen Planung entstehen häufig Zielkonflikte zwischen den Schutz- und Versorgungsfunktionen der Tageslichtnutzung. Sommerlicher Wärmeschutz und Schutz gegen Wärmeverluste nach außen wirken physikalisch gegenläufig zur gewünschten Tageslichtversorgung, Durchsicht und Außenverbindung, solaren Gewinnen im Winter, verbessertem Tageslichteintrag und damit einhergehender Energieeinsparung bei der künstlichen Beleuchtung. Diese unterschiedlichen Funktionen und Effekte müssen entsprechend den Prioritäten der Nutzer optimiert werden.

Ziel der optimierten Tageslichtnutzung in Gebäuden ist eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität in Gebäuden und gleichzeitig eine wesentliche Reduktion des Gesamtenergiebedarfs. Für die lichttechnische Konzeption durch Architekten und Ingenieure besteht Bedarf an Planungshilfen und Richtwerten für die Systemauswahl, Bewertung und nutzungsgerechte Ausführung, der mit dieser Richtlinienreihe gedeckt werden soll.

Die Richtlinienreihe VDI 6011 gibt einen Überblick zum Stand der Technik von Tageslichtnutzung über Fassaden und Dachoberlichter sowie deren Kombination mit künstlicher Beleuchtung durch konventionelle und neuentwickelte effiziente Lichttechnik – von der Leuchtstofflampe bis zur LED. Durch beispielhafte Lebenszykluskostenbetrachtungen werden Methoden zu Wirtschaftlichkeitsvergleichen und Entscheidungshilfen bei Investitionen für Neubau und Sanierung aufgezeigt. Sie enthält Energiekennwerte bei optimierter Tageslichtnutzung und effiziente künstliche Beleuchtung und Hinweise für Auswahl, Planung und Dimensionierung.

Bereits vorliegende relevante Erkenntnisse und Kennwerte aus anderen Quellen erhalten in dieser Richtlinie Querverweise. Die Richtlinie soll weiterhin Impulse für Forschungsarbeiten und Innovationen geben, beispielsweise:

- Wirkung des Lichts auf den Menschen
- technische und bauliche Entwicklungen von Komponenten und Systemen für die Tageslichtnutzung
- Zusammenwirken von Komponenten für Tageslichtnutzung und künstliche Beleuchtung, Gebäudeklimatik und regenerativer Energiesysteme

if the quality and dynamics of the light are suitable, daylight cannot and shall not be completely replaced by artificial light. Conflicts between objectives frequently arise in overall planning between the functions involved in supplying daylight and providing protection from it. Thermal insulation in the summer and protection from heat loss to the outside physically counteract the desired supplying of daylight, being able to look out (contact with the outside world), solar gains in winter, improved influx of daylight and associated energy savings in artificial lighting. These different functions and effects shall be optimised according to users' priorities.

The aim of the optimised use of daylight in buildings is to improve the quality of the time spent in buildings and, at the same time, substantially reduce the total energy requirement. There is a need for planning aids and guide values for selecting systems, undertaking assessments and producing designs appropriate to applications for technical lighting designs from architects and engineers, which is to be covered by this series of standards.

The VDI 6011 Series of Standards gives an overview of the state of the art found in the use of daylight via facades and roof lights and their combination with artificial lighting using conventional and newly developed efficient lighting technology – from the fluorescent lamp to the LED. Sample lifecycle cost assessments reveal methods to compare cost-effectiveness and support in decisions on investments in new structures and renovations. It contains characteristic energy values with optimised daylight use and efficient artificial lighting and tips for selection, planning and dimensioning.

Relevant findings and characteristic values from other sources already available are cross-referenced in this standard. The standard shall continue to stimulate research and innovation, for example:

- effect of light on humans
- technical and structural developments of components and systems for daylight use
- interaction of components for daylight use, artificial lighting, building climate control and regenerative power systems

- gemeinsame Steuer- und Regelsysteme mit Anbindungen an die Gebäudeautomation und anderen Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung (TGA)

Die Vielfalt bereits verfügbarer innovativer Techniken, Fassadenkonstruktionen und Dachoberlichter hilft, Architekturkonzepte zu verwirklichen, die mit konventionellen Tageslichtöffnungen nicht erreichbar waren. Die Neufassung dieser VDI-Richtlinienreihe ersetzt die bisherigen Richtlinien VDI 6011 Blatt 1 bis Blatt 3, die schrittweise in den Jahren 2000 bis 2005 erarbeitet wurden. Die Inhalte der bisherigen Richtlinien wurden zusammengefasst, neu strukturiert und inhaltlich aktualisiert.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie gilt für alle Räume in Gebäuden, in denen sich bestimmungsgemäß Personen aufhalten.

Ziel der optimierten Tageslichtnutzung in Gebäuden ist eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität für Menschen in Gebäuden und gleichzeitig eine wesentliche Reduktion des Gesamtenergiebedarfs. Für die lichttechnische Konzeption durch Architekten und Ingenieure besteht Bedarf an Planungshilfen und Richtwerten für die Systemauswahl, Bewertung und nutzungsgerechte Ausführung, der mit dieser Richtlinie gedeckt werden soll. Sie soll zur Optimierung von Tageslicht und künstlicher Beleuchtung angewendet werden. Optimiert werden kann dabei nach den Zielen: Aufenthaltsqualität, Gesundheit, Energieeffizienz oder nutzungsspezifischen Zielen, z.B. der Schaufgabe.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

- DIN 5034-1:2011-07 Tageslicht in Innenräumen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 12464-1:2011-08 Licht und Beleuchtung; Beleuchtung von Arbeitsstätten; Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen
- VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik
- VDI 6011 Blatt 1:2016-07 Lichttechnik; Optimierung von Tageslichtnutzung und künstlicher Beleuchtung; Grundlagen und allgemeine Anforderungen

- common control and regulating systems with connections to the building automation system and other system of the building services (BS)

The variety of available innovative techniques, facade constructions and roof lights helps to realise architectural concepts that were not achievable with conventional daylight apertures. The new version of this VDI Series of standards replaces the previous standards VDI 6011 Part 1 to Part 3, which were developed step by step in the years 2000 to 2005. The contents of the previous standards have been summarised, restructured and updated in terms of content.

1 Scope

The standard applies to all rooms in buildings in which persons are located in accordance with regulations.

The aim of the optimised use of daylight in buildings is to improve the quality of stay for people in buildings and at the same time substantially reduce the total energy requirement. There is a need for planning aids and guide values for selecting systems, undertaking assessments and producing designs appropriate to applications for technical lighting designs from architects and engineers, which is to be covered by this standard. It shall be used to optimise daylight and artificial lighting. Optimisation can take place according to the goals: quality of stay, health, energy efficiency or usage-specific targets, for example, the visual task.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

- DIN 5034-1:2011-07 Daylight in interiors; Part 1: General requirements
- DIN EN 12464-1:2011-08 Light and lighting; Lighting of work places; Part 1: Indoor work places
- VDI 4700 Part 1:2015-10 Terminology of civil engineering and building services
- VDI 6011 Part 1:2016-07 Lighting technology; Optimisation of daylight use and artificial lighting; Fundamentals and basic requirements