



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



akademie
DER HOCHSCHULE BIBERACH

Dynamische Verschattungssysteme zur Jahresverschattung in der Gebäudeautomation

Masterarbeit

Studiengang Gebäudeautomation

Hochschule Darmstadt - University of Applied Sciences
Darmstadt

Niklas Wittkämper

Eingereicht am: 09.01.2026

Matrikelnummer: 1382664

Firma: Schneider Electric GmbH, Berlin

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Martin Höttecke

Zweitgutachter: Matthias Fabian

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Einführung in die Jahresverschattung	2
2.1	Begrifflichkeiten	2
2.1.1	Jahresverschattung	2
2.1.2	Lamellennachführung	2
2.2	Nutzen von Verschattungssystemen	2
2.2.1	Blendschutz	2
2.2.2	Energetischer Nutzen	2
2.2.3	Lichtnutzen	2
2.3	Arten von beweglichen Verschattungssystemen	2
2.3.1	Jalousien	2
2.4	Mathematische Grundlagen und solare Geometrie	3
2.4.1	Solarkonstante und Globalstrahlung	3
2.4.2	Sonnenstand	3
2.4.3	Winkel der Sonnenstrahlung	3
2.4.4	Berechnung der Verschattungswirkung	3
2.5	Normenübersicht	3
2.5.1	GEG	3
2.5.2	DIN V 18599	4
2.5.3	VDI 6011-1	4
2.5.4	DIN EN 17037	4
2.5.5	Weitere Normen	4
3	Marktanalyse	5
3.1	GA-Tools	5
3.2	Simulationssoftware	5
4	Überlegungsansätze	6
5	Toolentwicklung	7
5.1	Modul 1	7
5.2	Modul 2	7
5.3	Modul 3	7
6	Vorlage	8
6.1	Ausdrücke und Abkürzungen	8
6.2	Listen	8
6.3	Abbildungen und Tabellen	8
6.3.1	Abbildungen	9
6.3.2	Tabellen	9
6.4	Programm Quellcode	9
6.5	Verweise	9
7	Fazit	10

INHALT	ii
8 KI-Disclaimer	11
A Literatur	12
B Glossar	13

Einleitung

1

Die VDI 6011-1 [1] beschreibt die Grundlagen und allgemeinen Anforderungen für die Lichttechnik, insbesondere im Hinblick auf die Optimierung von Tageslichtnutzung und künstlicher Beleuchtung.

Einführung in die Jahresverschattung 2

2.1 Begrifflichkeiten

2.1.1 Jahresverschattung

2.1.2 Lamellennachführung

2.2 Nutzen von Verschattungssystemen

Herausarbeiten, welche Vorteile vor allem dem Eigentümer, Betreiber und Nutzer der Anlage etwas bringen.

2.2.1 Blendschutz

2.2.2 Energetischer Nutzen

2.2.3 Lichtnutzen

2.3 Arten von beweglichen Verschattungssystemen

2.3.1 Jalousien

AUSSENJALOUSIEN was ist das, vorteile nachteile

INNENJALOUSIEN

ZWISCHENRAUMJALOUSIEN

2.4 Mathematische Grundlagen und solare Geometrie

2.4.1 Solarkonstante und Globalstrahlung

2.4.2 Sonnenstand

2.4.3 Winkel der Sonnenstrahlung

2.4.4 Berechnung der Verschattungswirkung

2.5 Normenübersicht

2.5.1 GEG

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) § 14 Sommerlicher Wärmeschutz

(1) Ein Gebäude ist so zu errichten, dass der Sonneneintrag durch einen ausreichenden baulichen sommerlichen Wärmeschutz nach den anerkannten Regeln der Technik begrenzt wird. Bei der Ermittlung eines ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes nach den Absätzen 2 und 3 bleiben die öffentlich-rechtlichen Vorschriften über die erforderliche Tageslichtversorgung unberührt. (2) Ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz nach Absatz 1 liegt vor, wenn die Anforderungen nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8 eingehalten werden und die rechnerisch ermittelten Werte des Sonnenenergieeintrags über transparente Bauteile in Gebäude (Sonneneintragskennwert) die in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.3.3 festgelegten Anforderungswerte nicht überschreiten. Der Sonneneintragskennwert des zu errichtenden Gebäudes ist nach dem in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.3.2 genannten Verfahren zu bestimmen. (3) Ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz nach Absatz 1 liegt auch vor, wenn mit einem Berechnungsverfahren nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.4 (Simulationsrechnung) gezeigt werden kann, dass unter den dort genannten Randbedingungen die für den Standort des Gebäudes in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.4 Tabelle 9 angegebenen Übertemperatur-Gradstunden nicht überschritten werden. (4) Wird bei Gebäuden mit Anlagen zur Kühlung die Berechnung nach Absatz 3 durchgeführt, sind bauliche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 4.3 insoweit vorzusehen, wie sich die Investitionen für diese baulichen Maßnahmen innerhalb deren üblicher Nutzungsdauer durch die Einsparung von Energie zur Kühlung unter Zugrundelegung der im Gebäude installierten Anlagen zur Kühlung erwirtschaften lassen. (5) Auf Berechnungen nach den Absätzen 2 bis 4 kann unter den Voraussetzungen des Abschnitts 8.2.2 der DIN 4108-2: 2013-02 verzichtet werden.

2.5.2 DIN V 18599

2.5.3 VDI 6011-1

2.5.4 DIN EN 17037

2.5.5 Weitere Normen

DIN EN ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung

Relevanz: Diese Norm ist der Standard für die Bewertung des thermischen Komforts.

Kernpunkte: Sie definiert Indizes wie den PMV (Predicted Mean Vote) und den PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), um die thermische Behaglichkeit zu quantifizieren. Die Jahresverschattung hat einen direkten Einfluss darauf, indem sie den Strahlungseintrag durch die Sonne und damit die operative Temperatur im Raum steuert.

DIN EN 14501: Abschlüsse und Jalousien - Thermischer und visueller Komfort - Leistungs- und Klassifizierungseigenschaften

Relevanz: Dies ist die wichtigste Produktnorm für Sonnenschutz. Sie definiert, wie die Leistung von Jalousien, Rollläden etc. gemessen und in Leistungsklassen eingeteilt wird.

Kernpunkte: Sie klassifiziert Produkte anhand von Kennwerten wie:

Thermischer Komfort: Gesamtenergiedurchlassgrad (g_{tot}), der angibt, wie viel Sonnenenergie durch das Fenster-Sonnenschutz-System ins Rauminnere gelangt.

Visueller Komfort: Lichttransmissionsgrad (τ_v), Blendschutz (Klassen 0-4), Sichtverbindung nach draußen. Die Datenblätter von Herstellern wie Warema, Somfy etc. basieren auf den Messverfahren dieser Norm.

Marktanalyse

3

3.1 GA-Tools

3.2 Simulationssoftware

Überlegungsansätze

Toolentwicklung

5

5.1 Modul 1

5.2 Modul 2

5.3 Modul 3

Vorlage

6

Im folgenden werden einige nützliche Elemente und Funktionen zum Erstellen von Typst-Dokumenten mit diesem Template erläutert.

6.1 Ausdrücke und Abkürzungen

Verwende die `gls`-Funktion, um Ausdrücke aus dem Glossar einzufügen, die dann dorthin verlinkt werden. Ein Beispiel dafür ist:

Im diesem Kapitel wird eine Softwareschnittstelle beschrieben. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem Application Programming Interface (API). Die Schnittstelle nutzt Technologien wie das Hypertext Transfer Protocol (HTTP).

Das Template nutzt das `glossarium`-Package für solche Glossar-Referenzen. In der zugehörigen Dokumentation werden noch weitere Varianten für derartige Querverweise gezeigt. Dort ist auch im Detail erläutert, wie das Glossar aufgebaut werden kann.

6.2 Listen

Es gibt Aufzählungslisten oder nummerierte Listen:

- Dies
- ist eine
- Aufzählungsliste

1. Und
2. hier wird
3. alles nummeriert.

6.3 Abbildungen und Tabellen

Abbildungen und Tabellen (mit entsprechenden Beschriftungen) werden wie folgt erstellt.

6.3.1 Abbildungen

6.3.2 Tabellen

	Area	Parameters
cylinder.svg	$\pi h \frac{D^2 - d^2}{4} \tag{1}$	<i>h</i> : height <i>D</i> : outer radius <i>d</i> : inner radius
tetrahedron.svg	$\frac{\sqrt{2}}{12} a^3 \tag{2}$	<i>a</i> : edge length

Tabelle 1 — Eine Tabelle

6.4 Programm Quellcode

Quellcode mit entsprechender Formatierung wird wie folgt eingefügt:

```
1  const ReactComponent = () => {
2    return (
3      <div>
4        <h1>Hello World</h1>
5      </div>
6    );
7  };
8
9  export default ReactComponent;
```

Listing 1 — Ein Stück Quellcode

6.5 Verweise

Für Literaturverweise verwendet man die `cite`-Funktion oder die Kurzschreibweise mit dem `@`-Zeichen:

- `#cite(form: "prose", <iso18004>)` ergibt:
International Organization for Standardization [2]
- Mit `@iso18004` erhält man: [2]

Tabellen, Abbildungen und andere Elemente können mit einem Label in spitzen Klammern gekennzeichnet werden (die Tabelle oben hat z.B. das Label `<table>`). Sie kann dann mit `@table` referenziert werden. Das ergibt im konkreten Fall: Tabelle 1

Fazit

KI-Disclaimer

8

- Gemini 2.5 Pro Deep Research: Recherche für Marktanalyse; Vorschläge für Technologiestack der Anwendung

A Literatur

- [1] „Lichttechnik - Optimierung von Tageslichtnutzung und künstlicher Beleuchtung - Grundlagen und allgemeine Anforderungen“, Nr. VDI 6011 Blatt 1. Juli 2016.
- [2] International Organization for Standardization, „ISO/IEC 18004: Information technology – Automatic identification and data capture techniques – QR code bar code symbology specification“, in *ISO/IEC 18004:2015*, 2015.

B Glossar

API – Application Programming Interface 8

HTTP – Hypertext Transfer Protocol 8

Softwareschnittstelle: Ein logischer Berührungspunkt in einem Softwaresystem: Sie ermöglicht und regelt den Austausch von Kommandos und Daten zwischen verschiedenen Prozessen und Komponenten. 8

Sperrvermerk

Die vorliegende Arbeit mit dem Titel

Dynamische Verschattungssysteme zur Jahresverschattung in der Gebäudeautomation

enthält unternehmensinterne bzw. vertrauliche Informationen der Schneider Electric GmbH, ist deshalb mit einem Sperrvermerk versehen und wird ausschließlich zu Prüfungszwecken im Studiengang Gebäudeautomation der Hochschule Darmstadt - University of Applied Sciences Darmstadt vorgelegt.

Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anders lautende Genehmigung der Ausbildungsstätte (Schneider Electric GmbH) vorliegt.

Berlin 09.01.2026

Niklas Wittkämper

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder noch nicht veröffentlichten Quellen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Die Zeichnungen oder Abbildungen in dieser Arbeit sind von mir selbst erstellt worden oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen. Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfungsbehörde eingereicht worden.

Berlin 09.01.2026

Niklas Wittkämper