

Neubau Gasometer Ikonus, Münster

vom 08.07.2024

Besonnungssimulation

Bericht

(I)KONUS Grundstücksverwaltung GmbH

Kontakt:

Alpha IC GmbH

Martin Brinks

T +49 221 80 10 99 54

m.brinks@alpha-ic.com

www.alpha-ic.com

Projektnummer 24 1327 01

© 2024, Alpha IC GmbH

Die vorliegende Ausarbeitung unterliegt in den von der Alpha IC GmbH erstellten Inhalten dem Urheberrecht und ist geistiges Eigentum der Alpha IC GmbH. Eine Weiterverwendung und Bekanntmachung gegenüber Dritten, auch in Auszügen, bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung der Alpha IC GmbH. Das Unternehmenslogo ist eine eingetragene Bildmarke.

Inhalt

Inhalt	2
1 Zusammenfassung und Fazit	3
1.1 Zusammenfassung.....	3
1.2 Fazit.....	3
2 Ausgangssituation und Aufgabenstellung	5
2.1 Kurzbeschreibung des Gebäudes.....	5
2.2 Aufgabenstellung	5
3 Lösungsweg Simulation	6
3.1 Zielsetzung visueller Komfort	6
3.2 Zielsetzung zur Besonnung gemäß DIN EN 17037	7
4 Randbedingungen	9
4.1 Geometrie.....	9
4.1.1 Zu bewertende Räume.....	11
4.2 Verschattung.....	11
5 Ergebnisse Besonnung	12
5.1 Ergebnisse Außenfassade	14
5.2 Ergebnisse Innenfassade.....	16
5.3 Graphische Darstellung der Ergebnisse	18
Abbildungsverzeichnis	21
Tabellenverzeichnis	22

1 Zusammenfassung und Fazit

1.1 Zusammenfassung

In Münster befindet sich das Gerüst des alten Gasometers. Dieses soll als Projekt Ikonus als Holzbau ertüchtigt werden. Das Gebäude soll vom 7. bis zum 13. Obergeschoss mit Wohnungen ausgestattet werden. Da die Wohnungen ringförmig angelegt sind und Fenster in Richtung des Innenhofes aufweisen, soll mit Tageslichtsimulationen Teile der Anforderungen der DIN EN 17037 geprüft werden.

Für die Behaglichkeit der Nutzer spielt das Tageslicht in Form der Besonnung der Räume eine Rolle. Die DIN EN 17037 empfiehlt die Einhaltung von Mindestkriterien für die Besonnungsdauer in mindestens einem Wohnraum einer Wohnung. Um die Einhaltung der Kriterien der DIN EN 17037 bzgl. Besonnung im Planungsprozess zu prüfen, sollen diese durch Tageslichtsimulationen bewertet werden.

Die Untersuchung wird basierend auf dem Vorgehen laut DIN EN 17037 für die Kriterien Besonnung durchgeführt, siehe Abschnitt 3.2.

Die meisten Fenster der Außenfassade erhalten eine ausreichende Besonnung. Davon sind wiederum viele deutlich über dem Anforderungswert für die Kategorie „Hoch“ (mindestens vier Stunden). Von den Fenstern, die keine ausreichende Besonnung erhalten, liegen nur vier Fenster am Wohnbereich.

Von den 64 zu bewertenden Fenstern halten 4 (6,25 %) die Empfehlungen nicht ein. Die Kategorie „Gering“ erreichen 16 Fenster (25 %), 8 Fenster erreichen „Mittel“ (12,5 %) und 36 erreichen „Hoch“ (56,25 %). Damit halten von den zu bewertenden Fenstern 93,75 % die Empfehlungen ein.

Es ist festzustellen, dass, wie anzunehmen, die Ergebnisse auf die oberen Geschosse 1:1 übertragbar sind, siehe Abbildung 5.3.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass aufgrund der Höhe des Gebäudes im 7. Obergeschoss nur wenig direkte Besonnung ankommt. Für die darüberliegenden Geschosse werden mehr Fenster besonnt und die Fenster erhalten mehr Besonnung. Die besonnten Fenster liegen auf der Nordseite des Gebäudes.

Im 7. Obergeschoss halten 6 Fenster die Kriterien ein, in der Kategorie „Gering“. Im 8. Obergeschoss sind es insgesamt 12 Fenster, davon 4 in Kategorie „Gering“ und 8 in Kategorie „Mittel“. Im 9. Obergeschoss halten 17 Fenster die Kriterien ein, je 5 in Kategorie „Gering“ und „Mittel“ und 7 in Kategorie „Hoch“.

Von den 106 zu bewertenden Fenstern in den drei Geschossen halten 71 (66,9 %) die Empfehlungen nicht ein. Die Kategorie „Gering“ erreichen 15 Fenster (14,2 %), 13 Fenster erreichen „Mittel“ (12,3 %) und 7 erreichen „Hoch“ (6,6 %). Damit halten von den zu bewertenden Fenstern 33,1 % die Empfehlungen ein.

1.2 Fazit

Die DIN EN 17037 legt als Anforderung für Wohnungen fest, dass eine Wohnung ausreichend besonnt ist, wenn mindestens ein Wohnraum einer Wohnung ausreichend besonnt ist. Für diesen Raum gilt wiederum, dass mindestens ein Fenster oder mehrere Fenster in Summe (überlappende Zeiten abgezogen) die Anforderungen erfüllen müssen.

Betrachtet man die Ergebnisse für die Fenster, ist festzustellen, dass in jedem Geschoss in allen Achsen des Gebäudes entweder Fenster in der Außenfassade oder in der Innenfassade die Anforderungen erfüllen. In den nordwestlichen und nordöstlichen Bereichen des Gebäudes sind die Einhaltungen auf den Achsen

teilweise überlappend, es sind sowohl Innen- als auch Außenfassade ausreichend besonnt. Im 7. Obergeschoss gilt dies z.B. für die Bereiche Achsen 2 bis 3 sowie 18 bis 19. In den oberen Geschossen ist die Überlappung größer.

Überträgt man dies auf die Anforderungen der DIN EN 17037 ist festzustellen, dass es mit durchgesteckten Wohnungen in allen drei untersuchten Geschossen möglich ist, Wohnungen zu erhalten, die die Anforderung der DIN EN 17037 an die Besonnung erfüllen oder übererfüllen. Da die Ergebnisse mit höher liegenden Geschossen ebenfalls besser werden, gilt dies für die darüber liegenden Geschosse 10 bis 13 analog. Bei den überlappenden Achsen ist es möglich, Wohnungen mit ausreichender Besonnung zu erhalten, die nicht durchgesteckt sind. Eine Mischung ist ebenfalls denkbar, wenn Wohnungen Fenster nur an der Außenfassade haben und diese sowohl im Bereich mit ausreichend besonnten Fenstern als auch in Bereichen ohne ausreichend besonnte Fenster liegen. Wichtig ist in allen Fällen, dass die besonnten Fenster der Wohnungen Wohnräume versorgen.

2 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

2.1 Kurzbeschreibung des Gebäudes

In Münster befindet sich das Gerüst des alten Gasometers. Dieses soll als Projekt Ikonus als Holzbau ertüchtigt werden. Das Gebäude soll vom 7. bis zum 13. Obergeschoss mit Wohnungen ausgestattet werden. Da die Wohnungen ringförmig angelegt sind und Fenster in Richtung des Innenhofes aufweisen, soll mit Tageslichtsimulationen Teile der Anforderungen der DIN EN 17037 geprüft werden.

2.2 Aufgabenstellung

Für die Behaglichkeit der Nutzer spielt das Tageslicht in Form der Besonnung der Räume eine Rolle. Die DIN EN 17037 empfiehlt die Einhaltung von Mindestkriterien für die Besonnungsdauer in mindestens einem Wohnraum einer Wohnung. Um die Einhaltung der Kriterien der DIN EN 17037 bzgl. Besonnung im Planungsprozess zu prüfen, sollen diese durch Tageslichtsimulationen bewertet werden.

Die Untersuchung wird basierend auf dem Vorgehen laut DIN EN 17037 für die Kriterien Besonnung durchgeführt, siehe Abschnitt 3.2.

3 Lösungsweg Simulation

Das im Außenbereich zur Verfügung stehende Tageslicht und die Besonnung hängt von der geografischen Lage, den klimatischen Randbedingungen, der Tages- und Jahreszeit ab. Die eigentliche Tageslichtversorgung eines Gebäudes hängt darüber hinaus von den baulichen Verhältnissen im Außenraum, der Raumorientierung und den Fassaden- und Raumparametern ab.

Zur Analyse und Identifikation der Besonnung wird ein 3D-Modell des geplanten Gebäudes Ikonus erstellt. Hierbei werden die Geometrie des Baukörpers, die Fassaden- und Raumparameter sowie die geografische Lage erfasst. Die Nachbarbebauung hat aufgrund der Höhe des Gebäudes bzw. des untersuchten Geschosses und der Lage der untersuchten Räume keinen Einfluss.

Im Einzelnen werden die folgenden Teilschritte durchgeführt:

- a. Erstellung des 3D-Gebäudemodells
- b. Lichttechnische Modellierung der Flächen
- c. Simulationsberechnung durch Radiosity und Raytracing-Verfahren
- d. Ergebnisauswertung hinsichtlich Besonnung

Die Randbedingungen der Simulation sind im Kapitel 4 detailliert beschrieben.

3.1 Zielsetzung visueller Komfort

Der visuelle Komfort beeinflusst im hohen Maße die physische und psychische Verfassung des menschlichen Körpers und damit seine Leistungsfähigkeit. Insbesondere das einfallende Tageslicht in Kombination mit der Sichtverbindung nach außen sorgt für Informationen, die der Körper zu seiner Regulation (circadianer und circannualer Rhythmus, Hormonausschüttung) benötigt. Das Tageslicht weist Qualitätsmerkmale auf, die in ihrer Gesamtheit durch künstliche Beleuchtung nicht erreichbar sind.

Daher sollten ständige Arbeitsplätze / Aufenthaltsbereiche vorrangig mit Tageslicht beleuchtet werden. Da das Tageslicht jedoch örtlich und zeitlich nicht immer in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, ist eine gute künstliche Beleuchtung erforderlich. Bei der Gestaltung von Arbeitsräumen ist auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Tageslicht- und Kunstlichtversorgung zu achten, um ein hohes Energieeinsparpotenzial für künstliche Beleuchtung und Kühlung, sowie eine hohe Nutzerakzeptanz zu erreichen. Die Zufriedenheit der Nutzer steht in starkem Zusammenhang mit auftretenden Lichtbedingungen. Daher muss in allen ständig genutzten Innenräumen eine, ausreichende und störungsfreie Beleuchtung gesichert werden.

Visueller Komfort wird durch ausgewogene Beleuchtung ohne nennenswerte Störungen wie Direkt- und/oder Reflexblendung und ein ausreichendes Beleuchtungsniveau sowie der individuellen Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse erreicht. Weitere Kriterien sind Blendfreiheit, Lichtverteilung und Lichtfarbe im Raum. Die Anforderungen gelten grundsätzlich für Tageslicht- und Kunstlichtbeleuchtung, wobei bei der Bewertung der Tageslichtbeleuchtung die Dynamik und Veränderung der Lichtbedingungen eine große Rolle spielen.



Abbildung 3.1: Einfluss des visuellen Komforts auf die Behaglichkeit

3.2 Zielsetzung zur Besonnung gemäß DIN EN 17037

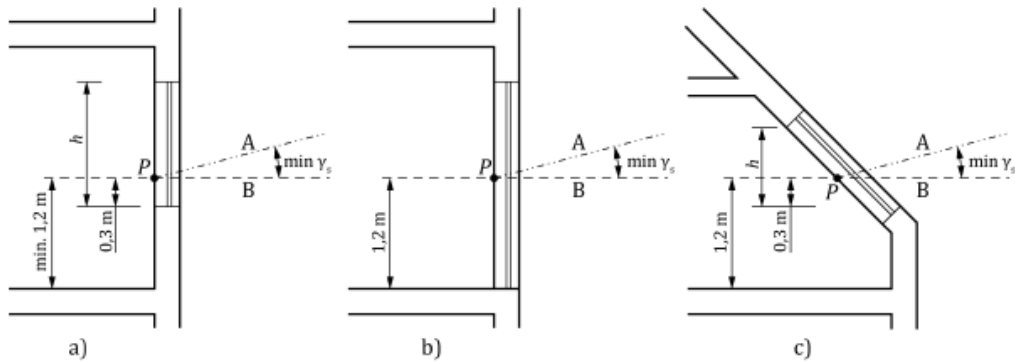
Ob die Möglichkeit einer Besonnung eines Aufenthaltsraumes erwünscht oder unerwünscht ist, hängt in der Regel von dessen Verwendungszweck ab. Vor allem für Wohnräume ist die Besonnbarkeit ein wichtiges Qualitätsmerkmal, da eine ausreichende Besonnung zur Gesundheit und zum Wohlbefinden beiträgt.

Deshalb sollte die mögliche Besonnungsdauer in mindestens einem Aufenthaltsraum einer Wohnung, in Spielzimmern von Kindergärten und Patientenzimmern in Krankenhäusern an einem Tag zwischen dem 1. Februar und dem 21. März eine Besonnungsdauer nach Tabelle 3.1 erhalten. Als Nachweisort gilt der Bezugspunkt P, für vertikale Öffnungen laut Abbildung 3.2 und für horizontale Öffnungen laut Abbildung 3.3.

Tabelle 3.1: Tabelle A.6 aus DIN EN 17037 – Empfehlung für die tägliche Besonnungsdauer

Tabelle A.6 — Empfehlung für die tägliche Besonnungsdauer

Empfehlungsstufe für die Besonnungsdauer	Besonnungsdauer
Gering	1,5 h
Mittel	3,0 h
Hoch	4,0 h

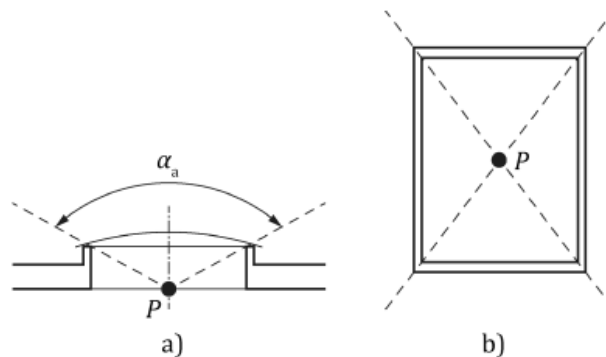


Legende

- a) vertikale Tageslichtöffnung mit einer Brüstung unter 1,2 m über dem Boden
- b) vertikale Tageslichtöffnung beginnend in Bodenhöhe
- c) Tageslichtöffnung in einer geneigten Fläche
- A niedrigste Sonnenhöhe
- B Horizont
- γ_s Sonnenhöhe
- P Bezugspunkt

Bild D.2 — Position des Bezugspunkts P im Querschnitt

Abbildung 3.2: Bezugspunkt P der Auswertung für vertikale Flächen, Bild D.2 aus DIN EN 17037



Legende

- a) Querschnitt
- b) Draufsicht
- α_a Empfängerwinkel
- P Bezugspunkt

Bild D.3 — Position des Bezugspunkts P für eine horizontale Tageslichtöffnung

Abbildung 3.3: Bezugspunkt P der Auswertung für horizontale Flächen, Bild D.3 aus DIN EN 17037

4 Randbedingungen

Für die Simulation wird die Software TAS 3D Modeller eingesetzt. TAS 3D Modeller arbeitet nach dem Radiosity- und Raytracing-Verfahren. Der Auswertungspunkt der zu untersuchenden Fenster ist nach den Vorgaben der DIN EN 17037 definiert und wird zur Analyse herangezogen.

4.1 Geometrie

Zur Eingabe der Geometrie des Gebäudes wurden die Grundrisspläne, Ansichten und Schnitte mit Stand vom 14.06.2024 (Eingangsdatum Alpha IC 25.06.2024) verwendet. Der Gebäudekomplex steht an den Koordinaten 51,94 °N und 7,65 °E in der Zeitzone UTC+1.

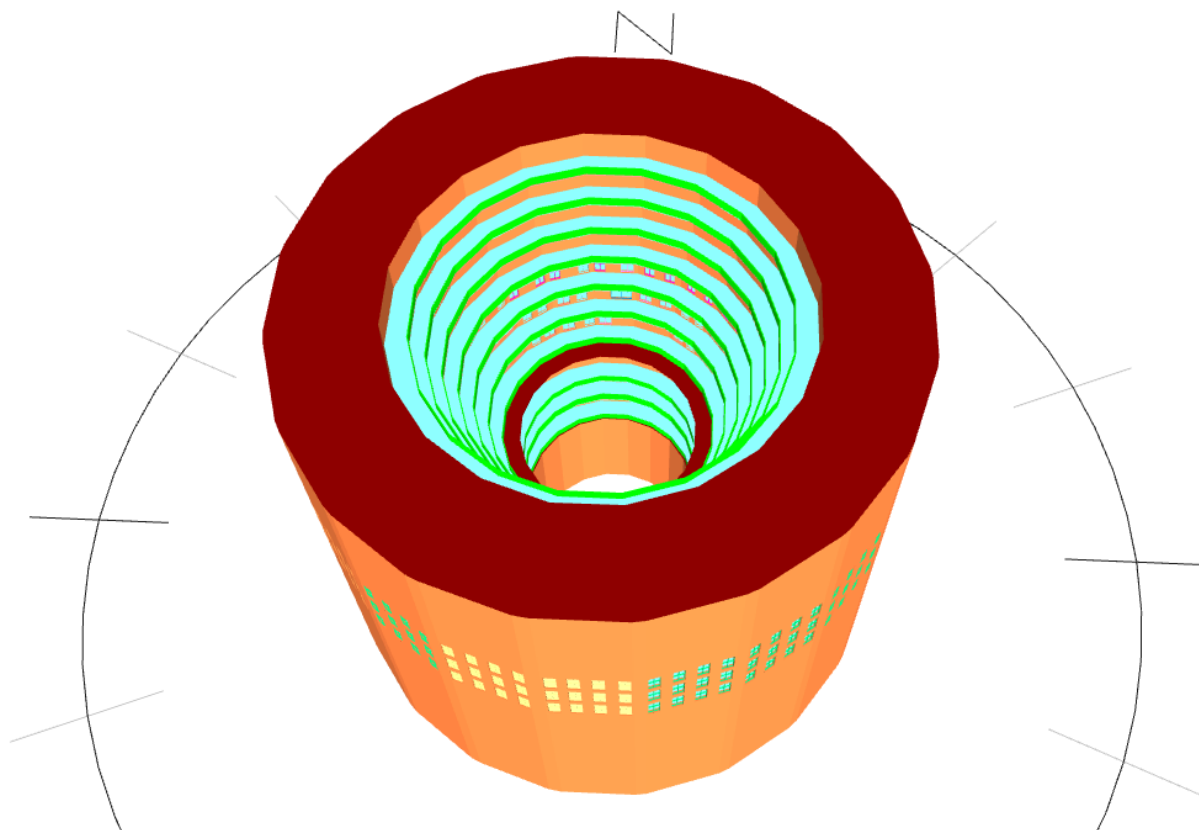


Abbildung 4.1: 3D Modell des Gebäudes mit Kompass, Ansicht Süd

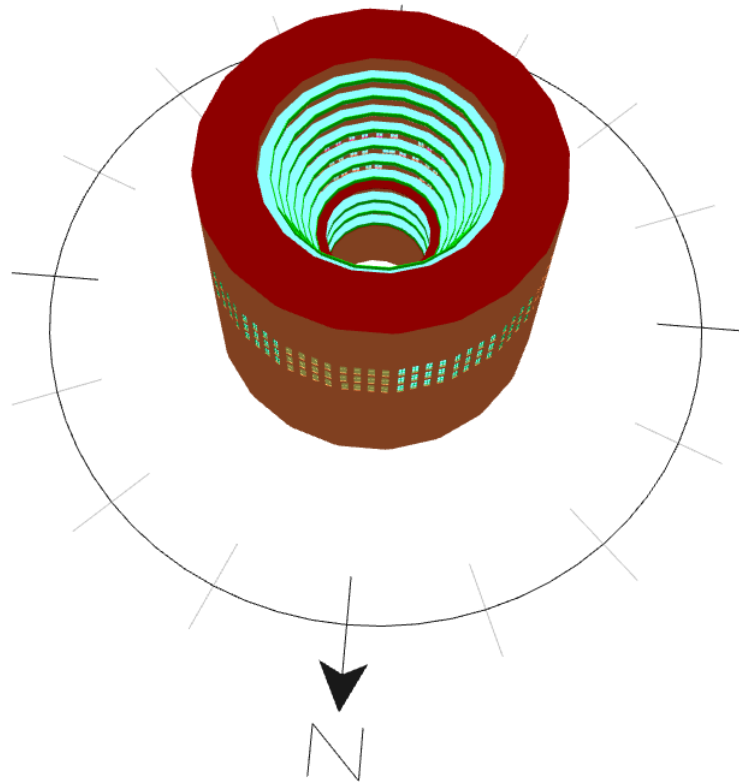


Abbildung 4.2: 3D Modell des Gebäudes, Ansicht Nord

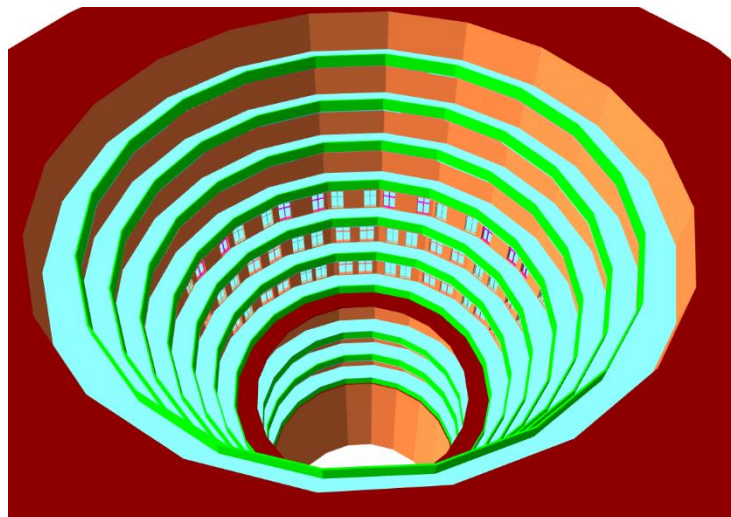


Abbildung 4.3: 3D Modell des Gebäudes, Detailansicht Innenbereich, Ansicht Ost

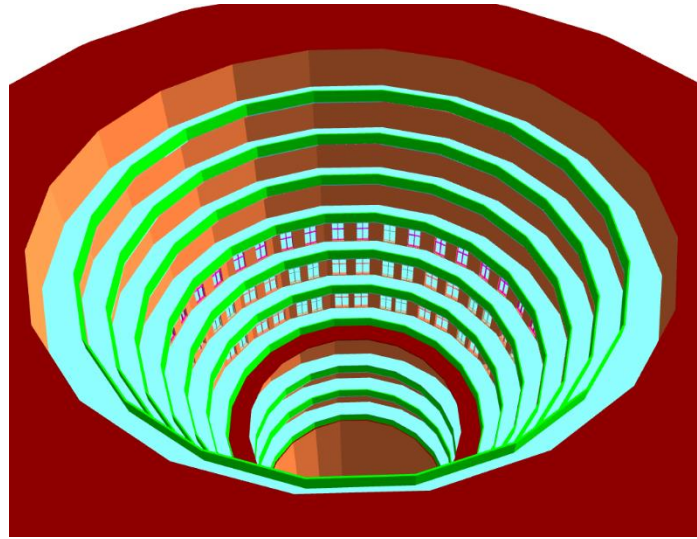


Abbildung 4.4: 3D Modell des Gebäudes, Detailansicht Innenbereich, Ansicht West

4.1.1 Zu bewertende Räume

Die Simulationen bezüglich Besonnung werden gem. DIN EN 17037 durchgeführt. Es werden die nach außen liegenden Fenster im 7. Obergeschoss und die nach innen gerichteten Fenster im 7. bis 9. Obergeschoss des Objektes untersucht.

4.2 Verschattung

Die Eigenverschattung des Gebäudekomplexes wird bei der Simulation automatisch berücksichtigt. Relevante Umgebungsbebauung ist für die vorliegende Untersuchung nicht relevant.

5 Ergebnisse Besonnung

Abbildung 5.1 zeigt exemplarisch die Besonnungs- und Verschattungssituation für das Gebäude am 21. März um 13:00 Uhr. Die Position der Sonne ist in Gelb und deren Tageslauf in Blau gezeigt.

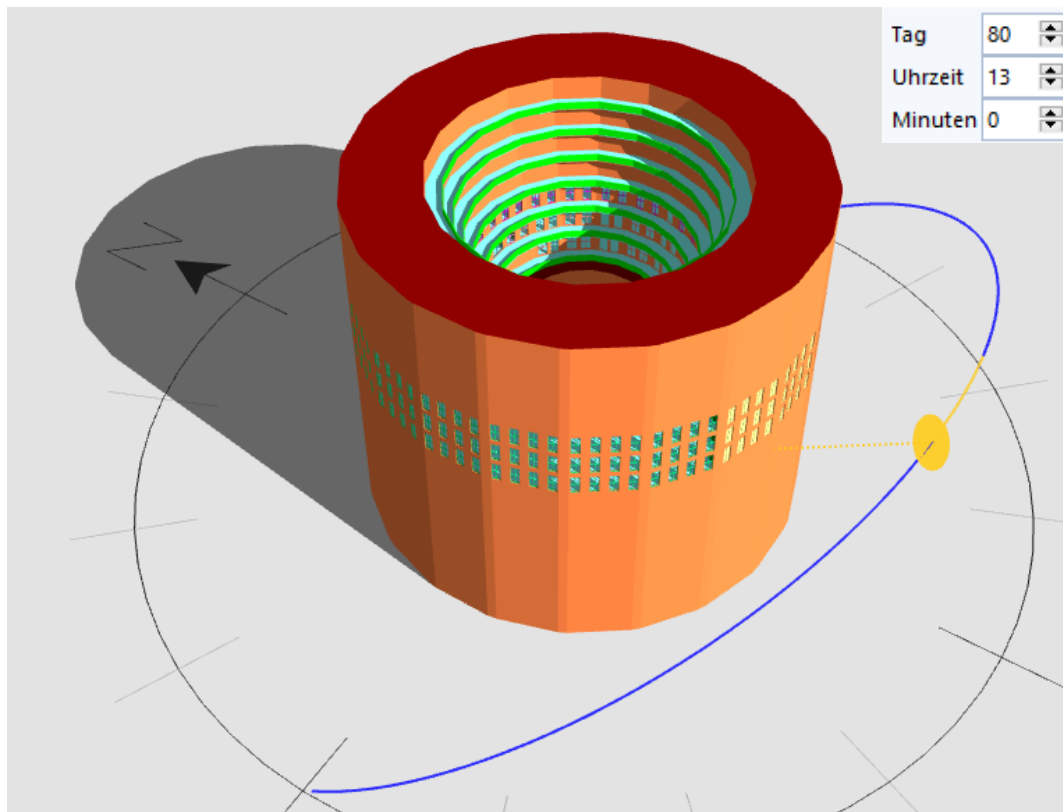


Abbildung 5.1: Besonnungs-/Verschattungssituation am 21. März um 13:00 Uhr

Tabelle 5.1 und Tabelle 5.2 und zeigen die Besonnungsdauer der Fenster für die Außen- und die Innenfassade. Dabei zeigt die Farbe die Einhaltung der Kategorie nach DIN EN 17037. Gelb zeigt, dass die Vorgaben nicht eingehalten werden, Grüntöne zeigen die Einhaltung, von „Gering“ (helles grün) bis „Hoch“ (dunkles grün).

Die Fenster sind zur Zuordnung nummeriert. Die Nummerierung orientiert sich dabei an den Fassadenansichten der Architektur. Für die Außenfassade ist das Fenster Nummer 1 das erste Fenster nach Achse 15 in Richtung Achse 14 bzw. gegen den Uhrzeigersinn, in der Ansicht Außenfassade das Fenster auf der linken Seite. Von diesem Fenster sind die weiteren Fenster aufsteigend nummeriert gegen den Uhrzeigersinn bzw. von links nach rechts in der Ansicht Außenfassade. Die Benennung der Fenster der Innenfassade ist analog, beginnend mit Achse 11 in Richtung Achse 12. Abbildung 5.2 zeigt beispielhaft die Benennung der Fenster im 7. Obergeschoss.

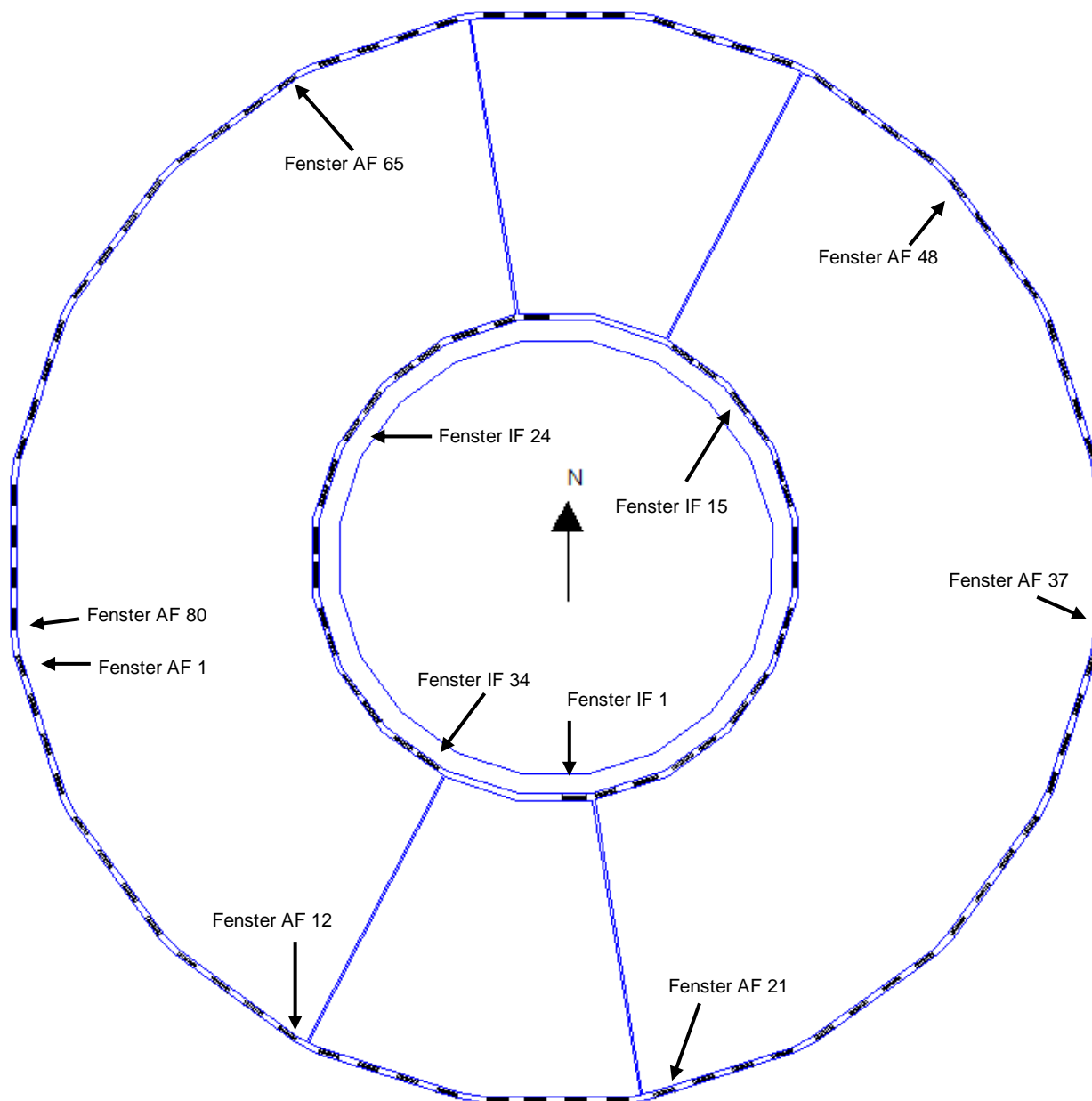


Abbildung 5.2: Bezeichnung der Fenster, 7. Obergeschoss

5.1 Ergebnisse Außenfassade

Die Fenster 13 bis 20 und 53 bis 60 liegen an den Treppenhäusern / Aufzügen und sind daher von der nachfolgenden Bewertung ausgenommen. Damit verbleiben von den insgesamt 80 Fenstern der Außenfassade 64 für die Bewertung.

Die meisten Fenster der Außenfassade erhalten eine ausreichende Besonnung. Davon sind wiederum viele deutlich über dem Anforderungswert für die Kategorie „Hoch“ (mindestens vier Stunden). Von den Fenstern, die keine ausreichende Besonnung erhalten, liegen nur vier Fenster am Wohnbereich.

Von den 64 zu bewertenden Fenstern halten 4 (6,25 %) die Empfehlungen nicht ein. Die Kategorie „Gering“ erreichen 16 Fenster (25 %), 8 Fenster erreichen „Mittel“ (12,5 %) und 36 erreichen „Hoch“ (56,25 %). Damit halten von den zu bewertenden Fenstern 93,75 % die Empfehlungen ein.

Es ist festzustellen, dass, wie anzunehmen, die Ergebnisse auf die oberen Geschosse 1:1 übertragbar sind, siehe Abbildung 5.3.

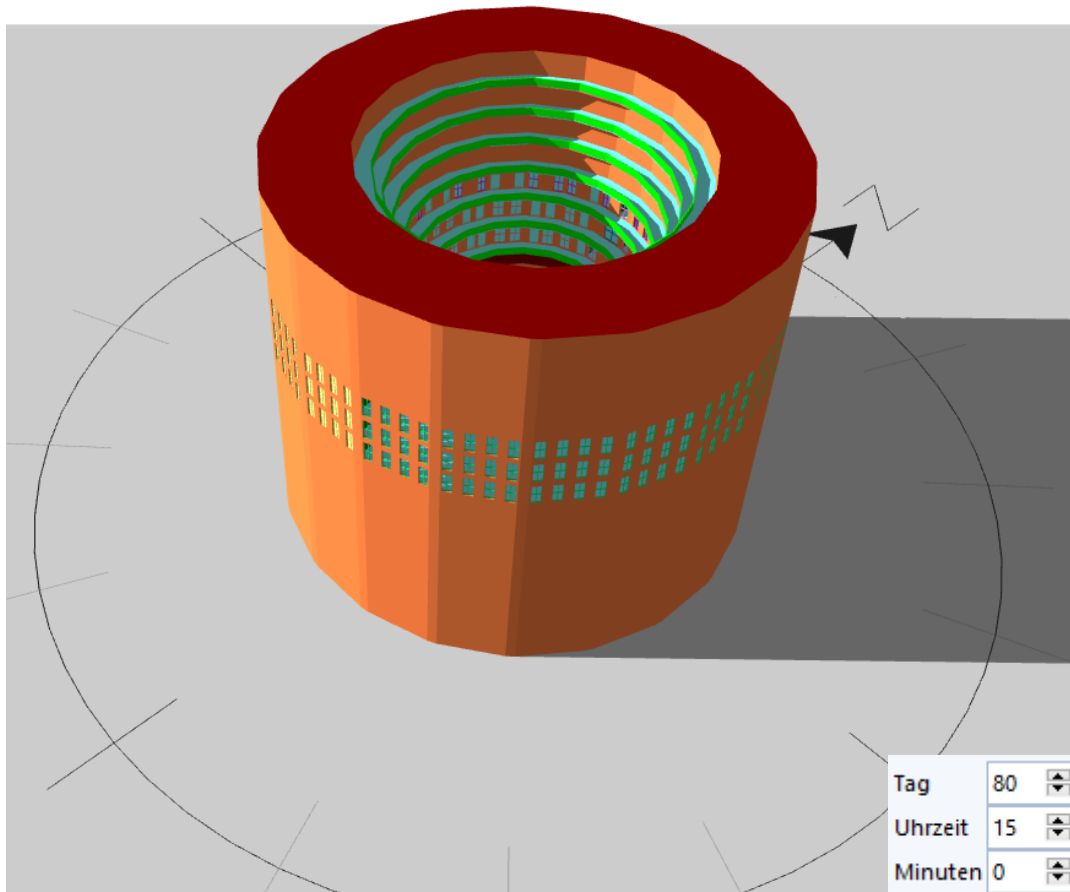


Abbildung 5.3: Besonnungs-/Verschattungssituation am 21. März um 15:00 Uhr, Außenfassade 7. – 9. Obergeschoss, Ansicht Südost

Tabelle 5.1: Auswertung der Besonnungsdauer der Außenfassade am 21. März [hh:mm]

7. Obergeschoss Außenfassade Fenster 1-40		7. Obergeschoss Außenfassade Fenster 41-80	
Bezeichnung	Sonnendauer Gesamt	Bezeichnung	Sonnendauer Gesamt
Fenster AF 1	05:55	Fenster AF 41	03:55
Fenster AF 2	05:55	Fenster AF 42	03:55
Fenster AF 3	05:55	Fenster AF 43	03:55
Fenster AF 4	05:55	Fenster AF 44	03:55
Fenster AF 5	06:55	Fenster AF 45	02:50
Fenster AF 6	06:55	Fenster AF 46	02:50
Fenster AF 7	06:55	Fenster AF 47	02:50
Fenster AF 8	06:55	Fenster AF 48	02:50
Fenster AF 9	07:55	Fenster AF 49	01:35
Fenster AF 10	07:55	Fenster AF 50	01:35
Fenster AF 11	07:55	Fenster AF 51	01:35
Fenster AF 12	07:55	Fenster AF 52	01:35
Fenster AF 13	09:15	Fenster AF 53	00:10
Fenster AF 14	09:15	Fenster AF 54	00:10
Fenster AF 15	09:15	Fenster AF 55	00:10
Fenster AF 16	09:15	Fenster AF 56	00:10
Fenster AF 17	09:50	Fenster AF 57	00:00
Fenster AF 18	09:50	Fenster AF 58	00:00
Fenster AF 19	09:50	Fenster AF 59	00:00
Fenster AF 20	09:50	Fenster AF 60	00:00
Fenster AF 21	09:10	Fenster AF 61	00:10
Fenster AF 22	09:10	Fenster AF 62	00:10
Fenster AF 23	09:10	Fenster AF 63	00:10
Fenster AF 24	09:10	Fenster AF 64	00:10
Fenster AF 25	07:55	Fenster AF 65	01:35
Fenster AF 26	07:55	Fenster AF 66	01:35
Fenster AF 27	07:55	Fenster AF 67	01:35
Fenster AF 28	07:55	Fenster AF 68	01:35
Fenster AF 29	06:50	Fenster AF 69	02:55
Fenster AF 30	06:50	Fenster AF 70	02:55
Fenster AF 31	06:50	Fenster AF 71	02:55
Fenster AF 32	06:50	Fenster AF 72	02:55
Fenster AF 33	05:50	Fenster AF 73	04:00
Fenster AF 34	05:50	Fenster AF 74	04:00
Fenster AF 35	05:50	Fenster AF 75	04:00
Fenster AF 36	05:50	Fenster AF 76	04:00
Fenster AF 37	04:55	Fenster AF 77	05:00
Fenster AF 38	04:55	Fenster AF 78	05:00
Fenster AF 39	04:55	Fenster AF 79	05:00
Fenster AF 40	04:55	Fenster AF 80	05:00

5.2 Ergebnisse Innenfassade

Grundsätzlich ist festzustellen, dass aufgrund der Höhe des Gebäudes im 7. Obergeschoss nur wenig direkte Besonnung ankommt. Für die darüberliegenden Geschosse werden mehr Fenster besonnt und die Fenster erhalten mehr Besonnung. Die besonnten Fenster liegen auf der Nordseite des Gebäudes.

Die Fenster 1 und 18 im 7. Obergeschoss, 19 und 38 im 8. Obergeschoss und 1 und 21 im 9. Obergeschoss liegen an den Treppenhäusern und sind daher von der nachfolgenden Bewertung ausgenommen. Damit verbleiben von den insgesamt 112 Fenstern der Außenfassade 106 für die Bewertung.

Im 7. Obergeschoss halten 6 Fenster die Kriterien ein, in der Kategorie „Gering“. Im 8. Obergeschoss sind es insgesamt 12 Fenster, davon 4 in Kategorie „Gering“ und 8 in Kategorie „Mittel“. Im 9. Obergeschoss halten 17 Fenster die Kriterien ein, je 5 in Kategorie „Gering“ und „Mittel“ und 7 in Kategorie „Hoch“.

Von den 106 zu bewertenden Fenstern in den drei Geschossen halten 71 (66,9 %) die Empfehlungen nicht ein. Die Kategorie „Gering“ erreichen 15 Fenster (14,2 %), 13 Fenster erreichen „Mittel“ (12,3 %) und 7 erreichen „Hoch“ (6,6 %). Damit halten von den zu bewertenden Fenstern 33,1 % die Empfehlungen ein.

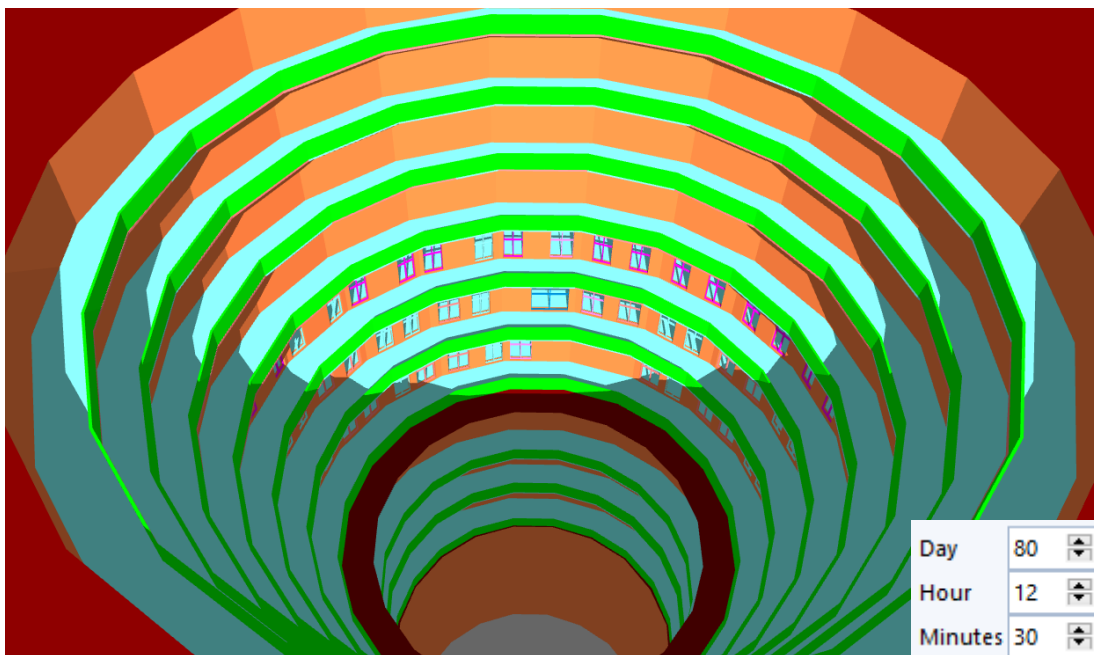


Abbildung 5.4: Besonnungs-/Verschattungssituation am 21. März um 12:30 Uhr, Innenfassade 7. – 9. Obergeschoss, Ansicht Süd

Tabelle 5.2: Auswertung der Besonnungsdauer der Innenfassade am 21. März [hh:mm]

7. OG Innenfassade		8. OG Innenfassade		9. OG Innenfassade	
Bezeichnung	Sonnendauer Gesamt	Bezeichnung	Sonnendauer Gesamt	Bezeichnung	Sonnendauer Gesamt
7.OG IF 1	00:00	8.OG IF 1	00:00	9.OG IF 1	00:00
7.OG IF 2	00:00	8.OG IF 2	00:00	9.OG IF 2	00:00
7.OG IF 3	00:00	8.OG IF 3	00:00	9.OG IF 3	00:00
7.OG IF 4	00:00	8.OG IF 4	00:00	9.OG IF 4	00:00
7.OG IF 5	00:00	8.OG IF 5	00:00	9.OG IF 5	00:00
7.OG IF 6	00:00	8.OG IF 6	00:00	9.OG IF 6	00:00
7.OG IF 7	00:00	8.OG IF 7	00:00	9.OG IF 7	00:00
7.OG IF 8	00:00	8.OG IF 8	00:00	9.OG IF 8	00:00
7.OG IF 9	00:00	8.OG IF 9	00:00	9.OG IF 9	00:00
7.OG IF 10	00:00	8.OG IF 10	00:00	9.OG IF 10	00:00
7.OG IF 11	00:00	8.OG IF 11	00:00	9.OG IF 11	00:00
7.OG IF 12	00:00	8.OG IF 12	00:00	9.OG IF 12	01:15
7.OG IF 13	00:00	8.OG IF 13	01:15	9.OG IF 13	02:00
7.OG IF 14	00:00	8.OG IF 14	02:15	9.OG IF 14	02:30
7.OG IF 15	00:00	8.OG IF 15	02:45	9.OG IF 15	03:00
7.OG IF 16	01:35	8.OG IF 16	03:15	9.OG IF 16	03:25
7.OG IF 17	01:50	8.OG IF 17	03:15	9.OG IF 17	04:00
7.OG IF 18	02:30	8.OG IF 18	03:40	9.OG IF 18	04:25
7.OG IF 19	02:25	8.OG IF 19	03:45	9.OG IF 19	04:45
7.OG IF 20	02:15	8.OG IF 20	03:50	9.OG IF 20	04:55
7.OG IF 21	01:55	8.OG IF 21	03:45	9.OG IF 21	05:00
7.OG IF 22	01:35	8.OG IF 22	03:40	9.OG IF 22	04:55
7.OG IF 23	00:00	8.OG IF 23	03:25	9.OG IF 23	04:55
7.OG IF 24	00:00	8.OG IF 24	03:15	9.OG IF 24	04:45
7.OG IF 25	00:00	8.OG IF 25	02:45	9.OG IF 25	04:25
7.OG IF 26	00:00	8.OG IF 26	02:15	9.OG IF 26	03:50
7.OG IF 27	00:00	8.OG IF 27	01:15	9.OG IF 27	03:30
7.OG IF 28	00:00	8.OG IF 28	00:00	9.OG IF 28	02:55
7.OG IF 29	00:00	8.OG IF 29	00:00	9.OG IF 29	02:30
7.OG IF 30	00:00	8.OG IF 30	00:00	9.OG IF 30	01:45
7.OG IF 31	00:00	8.OG IF 31	00:00	9.OG IF 31	01:20
7.OG IF 32	00:00	8.OG IF 32	00:00	9.OG IF 32	00:00
7.OG IF 33	00:00	8.OG IF 33	00:00	9.OG IF 33	00:00
7.OG IF 34	00:00	8.OG IF 34	00:00	9.OG IF 34	00:00
		8.OG IF 35	00:00	9.OG IF 35	00:00
		8.OG IF 36	00:00	9.OG IF 36	00:00
		8.OG IF 37	00:00	9.OG IF 37	00:00
		8.OG IF 38	00:00	9.OG IF 38	00:00
				9.OG IF 39	00:00
				9.OG IF 40	00:00

5.3 Graphische Darstellung der Ergebnisse

In Abbildung 5.5 bis Abbildung 5.7 sind die Ergebnisse der Besonnungssimulation auf den Grundrissen dargestellt. Jedes Fenster ist mit einem Punkt in der Farbe der erreichten Kategorie markiert. Für die Farbuordnung siehe die Einleitung zu Kapitel 5. Für die Geschosse 8 und 9 sind auf der Außenfassade die Ergebnisse des 7. Obergeschosses dargestellt, die sich aber nicht wesentlich unterscheiden, siehe zum Vergleich auch Abbildung 5.3.

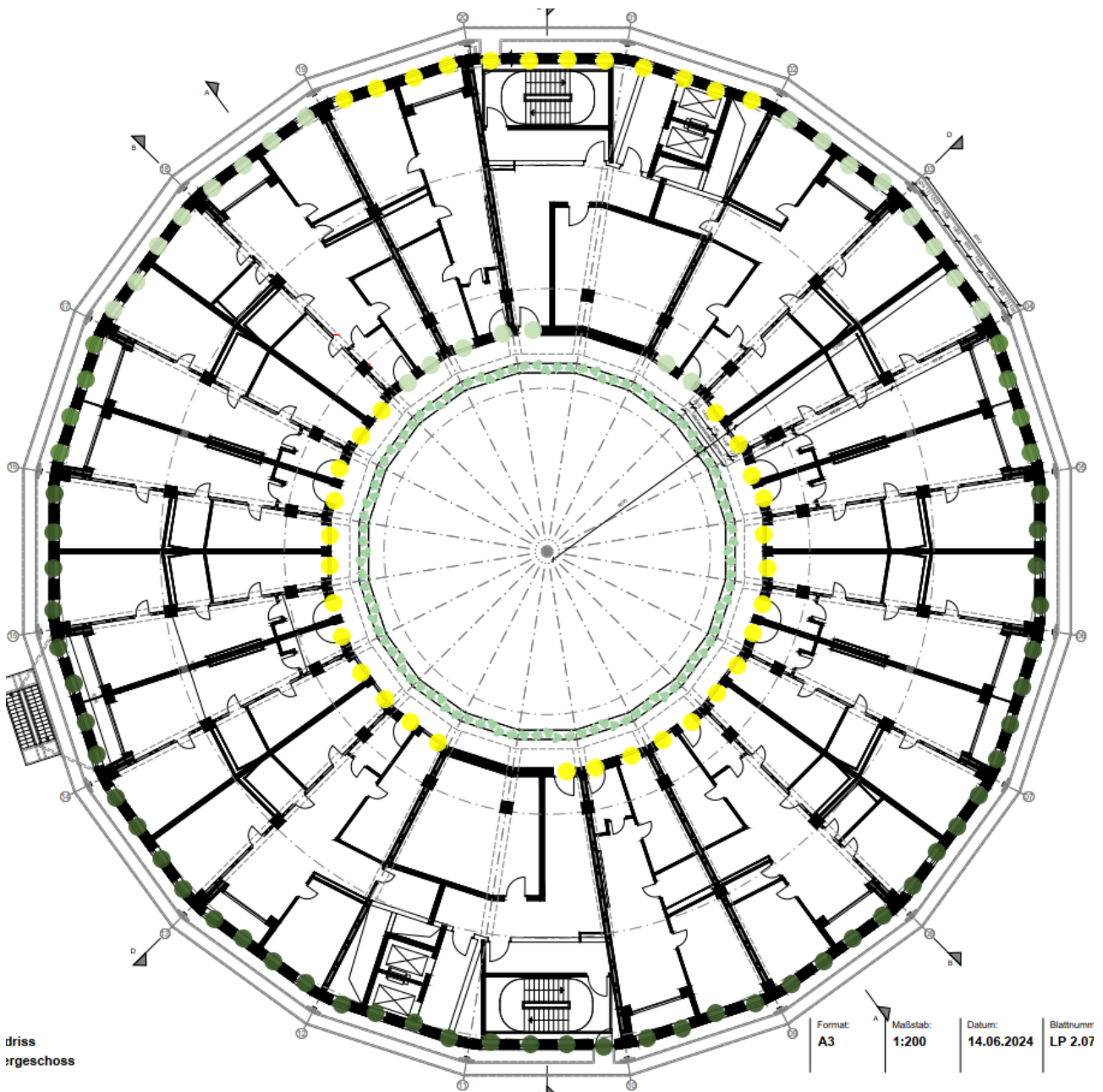


Abbildung 5.5: Darstellung der Ergebnisse auf den Grundrissen, 7. Obergeschoss

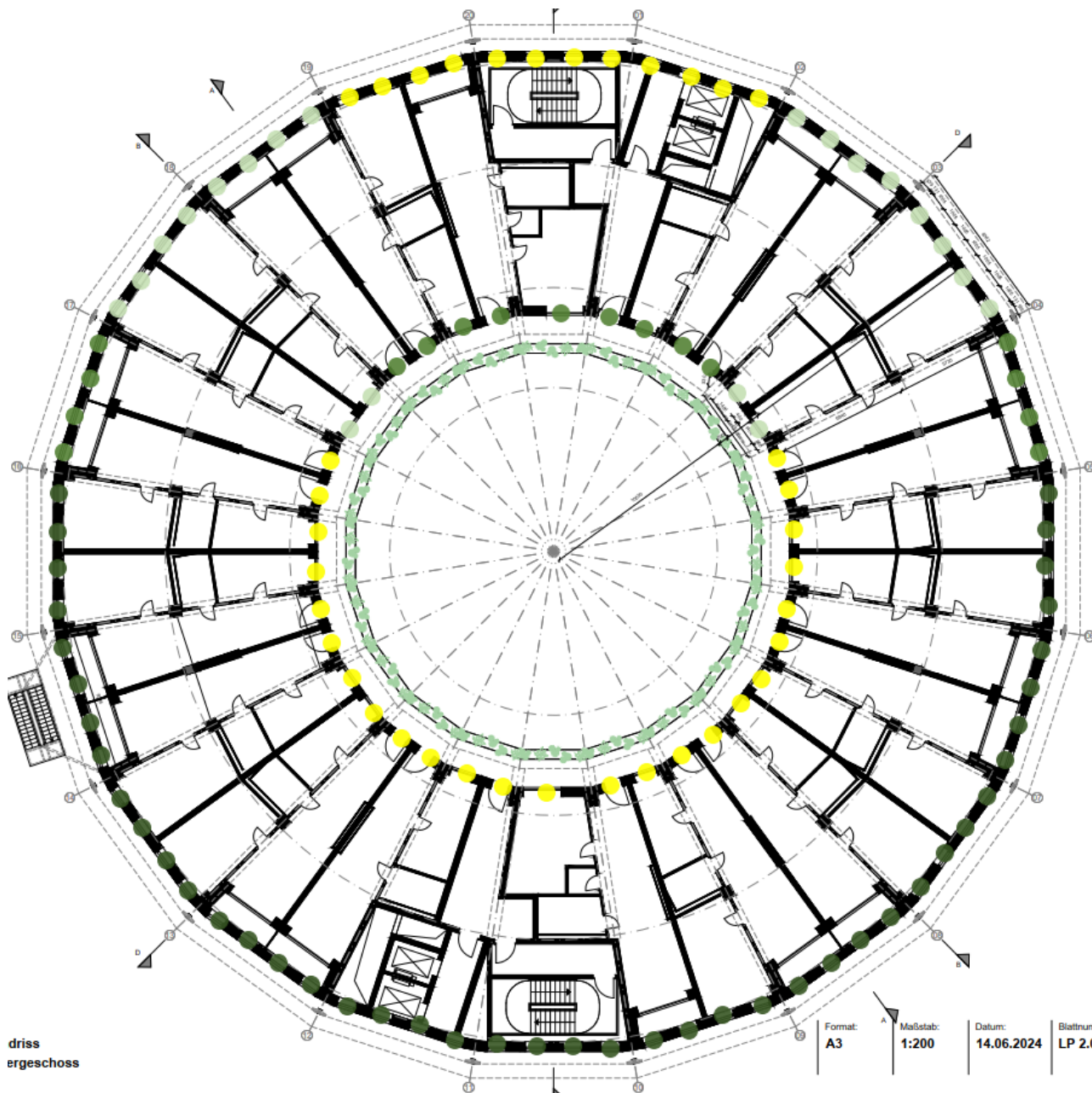


Abbildung 5.6: Darstellung der Ergebnisse auf den Grundrissen, 8. Obergeschoss

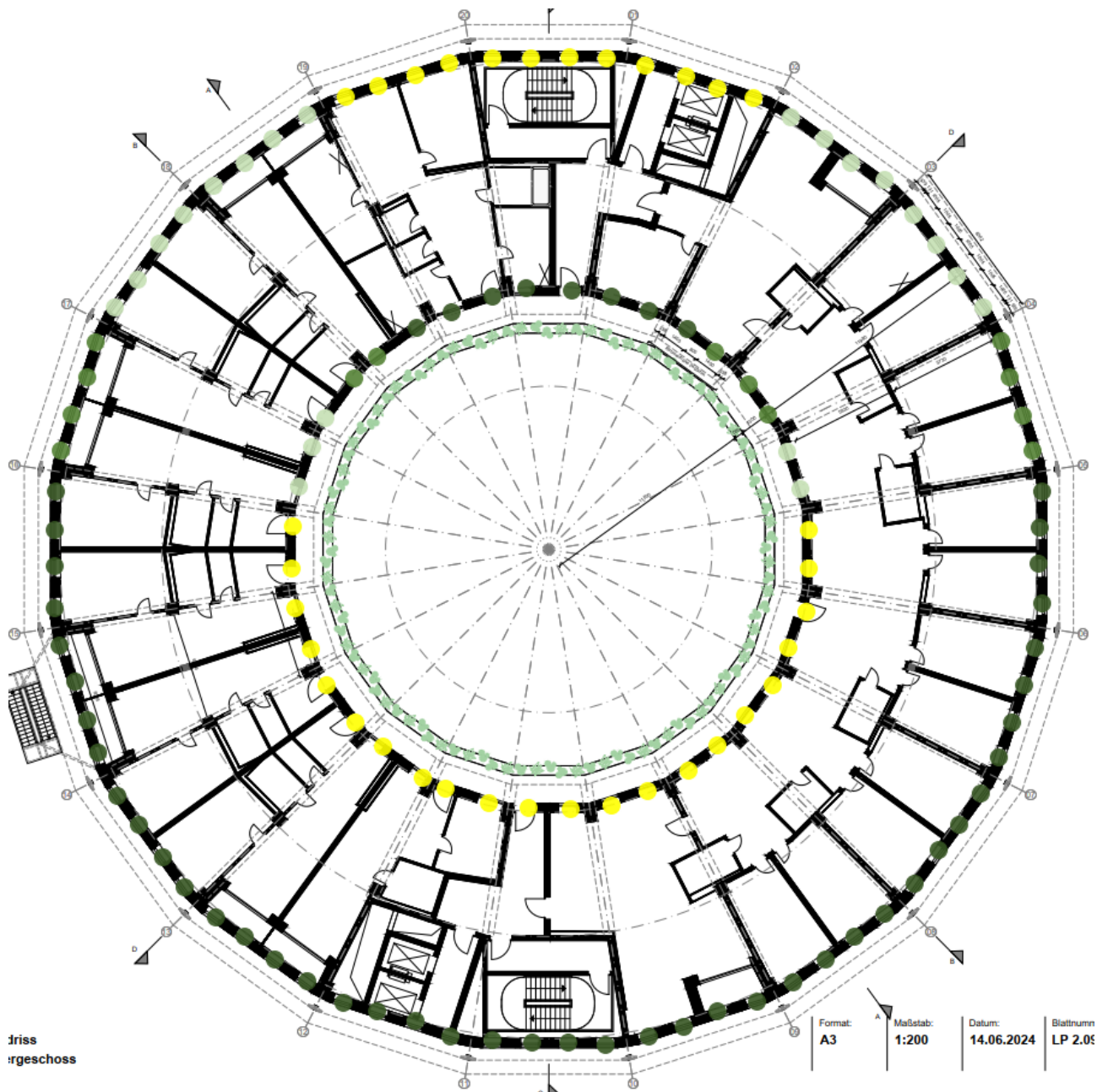


Abbildung 5.7: Darstellung der Ergebnisse auf den Grundrissen, 9. Obergeschoss

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Einfluss des visuellen Komforts auf die Behaglichkeit.....	7
Abbildung 3.2: Bezugspunkt P der Auswertung für vertikale Flächen, Bild D.2 aus DIN EN 17037	8
Abbildung 3.3: Bezugspunkt P der Auswertung für horizontale Flächen, Bild D.3 aus DIN EN 17037.....	8
Abbildung 4.1: 3D Modell des Gebäudes mit Kompass, Ansicht Süd.....	9
Abbildung 4.2: 3D Modell des Gebäudes, Ansicht Nord.....	10
Abbildung 4.3: 3D Modell des Gebäudes, Detailansicht Innenbereich, Ansicht Ost.....	10
Abbildung 4.4: 3D Modell des Gebäudes, Detailansicht Innenbereich, Ansicht West.....	11
Abbildung 5.1: Besonnungs-/Verschattungssituation am 21. März um 13:00 Uhr.....	12
Abbildung 5.2: Bezeichnung der Fenster, 7. Obergeschoss.....	13
Abbildung 5.3: Besonnungs-/Verschattungssituation am 21. März um 15:00 Uhr, Außenfassade 7. – 9. Obergeschoss, Ansicht Südost	14
Abbildung 5.4: Besonnungs-/Verschattungssituation am 21. März um 12:30 Uhr, Innenfassade 7. – 9. Obergeschoss, Ansicht Süd.....	16
Abbildung 5.5: Darstellung der Ergebnisse auf den Grundrissen, 7. Obergeschoss	18
Abbildung 5.6: Darstellung der Ergebnisse auf den Grundrissen, 8. Obergeschoss	19
Abbildung 5.7: Darstellung der Ergebnisse auf den Grundrissen, 9. Obergeschoss	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Tabelle A.6 aus DIN EN 17037 – Empfehlung für die tägliche Besonnungsdauer	7
Tabelle 5.1: Auswertung der Besonnungsdauer der Außenfassade am 21. März [hh:mm]	15
Tabelle 5.2: Auswertung der Besonnungsdauer der Innenfassade am 21. März [hh:mm].....	17