Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware

Mohrenstraße 14, D - 01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0
E-Mail: info.dd@lohmeyer.de
URL: www.lohmeyer.de

SMART LIVING AM RING IN ERFURT

GUTACHTEN FÜR WINDKOMFORT UND BESONNUNG

Auftraggeber: BAU-KULT.GmbH
Gotthardtstraße 26
99084 Erfurt

Dipl.-Met. A. Moldenhauer
Dipl.-Ing. H. Lorentz
Dr. rer. nat. I. Düring

Januar 2018
Projekt 71488-18-02
Berichtsumfang 29 Seiten

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1 AUFGABENSTELLUNG 1

2 VORGEHENSWEISE 2

3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN 3

3.1 Windkomfort 3

3.2 Besonnung 5

4 EINGANGSDATEN 7

4.1 Örtliche Gegebenheiten und Planung 7

4.2 Gebäudedaten 10

4.3 Meteorologische Daten 10

5 DATENAUFBEREITUNG FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET 11

5.1 Gebäudedaten 11

5.2 Winddaten im langjährigen Mittel 11

6 WINDKOMFORT 13

6.1 Vorgehensweise 13

6.2 Ergebnis 14

7 BESONNUNG 16

7.1 Vorgehensweise 16

7.2 Ergebnis 17

7.2.1 Horizontogramme für ausgewählte Punkte 17

7.2.2 Flächendeckende Aussage, ab welcher Etage die DIN-Kriterien erfüllt werden 25

8 FAZIT 27

9 LITERATUR 29

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

1 AUFGABENSTELLUNG

Die BAU-KULT.GmbH plant die Errichtung zweier Hochhäuser plus einer Stadtvilla (SMART LIVING) im Bereich des jetzigen WiR-Gartens nördlich des Juri-Gagarin-Rings in Erfurt. Für dieses Bauvorhaben sind entsprechend Forderungen der Genehmigungsbehörde Aussagen zum Windkomfort und Besonnung zu treffen.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens sollen folgende Aspekte untersucht werden:

- Wie wirkt sich die geplante hohe Bebauung auf den Windkomfort im Umfeld der Bebauung aus?
- Wie ist die Besonnungssituation an den geplanten und bestehenden Gebäuden?

Gegebenenfalls sollen Planungshinweise gegeben werden.

2 VORGEHENSWEISE

Folgende Arbeiten wurden durchgeführt:

- Ortstermin
- Aufnahme der bestehenden und geplanten Gebäude im Plan-Gebiet und dessen Umgebung
- Recherche nach geeigneten Winddaten, Übernahme der Daten und entsprechende Aufbereitung der Daten zu einer Windstatistik
- Berechnung des Windkomforts im Nahbereich der geplanten hohen Gebäude
- Berechnung der Besonnungsverhältnisse im Planfall
- Bewertung der Berechnungsergebnisse anhand einschlägiger Beurteilungskriterien.

Die Betrachtung erfolgt für den Planfall.

3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

3.1 Windkomfort

Die Lage des Stadtgebietes der Stadt Erfurt, im Tal der Gera, bringt nicht unmittelbare und flächendeckende Windprobleme mit sich. Windkomfortprobleme können jedoch dann entstehen, wenn im innerstädtischen Bereich Hochhäuser geplant werden, die die vorliegende Bebauung deutlich an Höhe überragen. Dies ist in der vorliegenden Planung insbesondere in Bezug auf den geplanten 16-stöckigen Wohnturm B gegeben.

Zur Veranschaulichung der Wirkung von verschiedenen Windgeschwindigkeiten ist in der **Tab. 3.1** der Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit und der Windwirkung anhand einiger Beispiele aufgezeigt. Wie man aus der **Tab. 3.1** entnimmt, sind zum Teil schon beeinträchtigende Windwirkungen ab einer Geschwindigkeit von ca. 6 m/s vorhanden.

Die in der Literatur angegebenen Windkomfortkriterien beschreiben Einschränkungen für bestimmte Nutzungen bei Überschreitung bestimmter Windgeschwindigkeiten.

Wind-geschwindigkeit [m/s]	Wind-stärke	Effekt
bis ca. 1.5	1	Ruhe, keine merkliche Luftströmung
ca. 1.6 - ca. 3.3	2	im Gesicht fühlbare Luftströmung
ca. 3.4 - ca. 5.4	3	Wind bewegt leichte Fahnen und lange Haare
ca. 5.5 - ca. 7.9	4	Papier fliegt auf, Frisur wird zerstört
ca. 8.0 - ca. 10.7	5	Windkraft am Körper fühlbar
ca. 10.8 - ca. 13.8	6	Regenschirme nur mit Mühe zu benutzen
ca. 13.9 - ca. 17.1	7	Schwierigkeiten beim Gehen
ca. 17.1 - ca. 20.7	8	große Schwierigkeiten, das Gleichgewicht zu halten
ca. 20.8 - ca. 24.4	9	Menschen werden vom Wind weggeblasen

Tab. 3.1: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Wirkung des Windes nach Stiemer (1977)

Tab. 3.2 zeigt Windkomfort-Kriterien im zusammenfassenden Überblick (in Anlehnung an das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2008). Als Bezugsgeschwindigkeit wird die definierte Böengeschwindigkeit herangezogen. Teilweise existieren mehrere Kriterien zur Beurteilung des Windkomforts. In diesen Fällen genügt bereits das Nichterfüllen einer Bedin-

gung, um die Beurteilungsfläche der nächst höheren, also kritischeren Nutzungskategorie zuzuordnen.

Böenwindge-schwindigkeit	Überschrei-tungshäufigkeit	Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeit	Nutzungs-kategorie
>6 m/s	max. 1 %	keine Einschränkung, Windkomfort gut	1
>6 m/s >8 m/s	max. 5 % max. 1 %	zulässig in Warte- und Sitzbereichen (z. B. Spielplätze, Straßencafés...)	2
>6 m/s >10 m/s >15 m/s	max. 20 % max. 1 % max. 0.05 %	zulässig auf Flächen für kurzzeitigen Aufenthalt	3
>13 m/s	max. 1 %	zulässig für problemloses Laufen (z. B. an Gebäudeecken)	4
>18 m/s >20 m/s	max. 1 % max. 0.05 %	problematisches Laufen, Windschutz empfehlenswert	5
>18 m/s	>1 %	Gefahr für Fußgänger, Windschutz erforderlich	6

Tab. 3.2: Kriterien zur Beurteilung der Windverhältnisse

Bei der Beurteilung der Windsituation sind die jährlichen Überschreitungshäufigkeiten vorgegebener Grenzgeschwindigkeiten zu ermitteln.

Die Bewertungskriterien wurden in Anlehnung an die Städtebauliche Klimafibel aufgestellt. Die dortige Bewertung stammt aus dem Jahr 1992 und ist demnach bereits mehr als 20 Jahre alt. In zahlreichen Projekten hat sich in der Zwischenzeit herauskristallisiert, dass einige Klassen sinnvollerweise zusammenzufassen sind, was hier auch erfolgt ist. Außerdem wurde eine separate Klasse „keine Einschränkung, Windkomfort gut“ definiert und von der günstigsten Klasse aus der Städtebaulichen Klimafibel abgespalten. In der zweiten Klasse treten schon einige Böen mit hohen Windgeschwindigkeiten auf. Diese sind aber nicht so häufig, so dass trotzdem noch Warte- und Sitzbereiche installiert werden können.

Die Definition der vorletzten Windkomfortklasse wurde im Vergleich zum alten Bewertungskriterium der Städtebaulichen Klimafibel um ein weiteres Kriterium (>20 m/s in maximal 0.05 % der Zeit) ergänzt.

Das angepasste Bewertungsschema hat sich seit vielen Jahren in zahlreichen Projekten bewährt.

3.2 Besonnung

Es gibt in der Bundesrepublik Deutschland keine gesetzlichen Grundlagen über die Anforderungen an die Minimalbesonnung von Wohnungen. Es existieren jedoch verschiedene Beurteilungsmöglichkeiten.

Eine Auswahl davon ist in **Tab. 3.3** sinngemäß wiedergegeben.

Quelle	Minimal erforderliche mögliche Sonnenscheindauer
Taschenbuch der Hygiene (1979)	2 h am 21. Februar mit Höhenwinkel von mindestens 6° mit einem Lichteinfall von mindestens 15° zur Fensterfläche
Städtebauliche Klimafibel (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2008)	2 h am 8. Februar mit einem Lichteinfall von mindestens 15° zur Fensterfläche
DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ (gültig ab Juli 2011)	4 h am 21.03. und 23.09. bei Höhenwinkel von mindestens 6° in Fenstermitte und 1 h am 17. Januar bei Höhenwinkel von mindestens 6° in Fenstermitte

Tab. 3.3: Kriterien für die für Fensterflächen von Wohnungen mindestens zu fordernde mögliche Sonnenscheindauer

Alle diese in **Tab. 3.3** genannten Kriterien beziehen sich auf die minimal erforderliche astronomisch mögliche Sonnenscheindauer, das heißt auf die Sonnenscheindauer, die ohne jegliche Bewölkung vorherrschen würde.

Die genannten Kriterien sind unterschiedlich streng. Eine feste Reihenfolge lässt sich jedoch nicht festlegen, da diese von den jeweiligen Gegebenheiten vor Ort abhängig ist.

Das aktuellste Kriterium (Stand: Juli 2011) stellt die überarbeitete DIN-Vorschrift 5034-1 „Tageslicht in Innenräumen“ dar. Demnach ist vor allem für Wohnräume ein Mindestmaß an Besonnung ein Qualitätsmerkmal. In der DIN 5034 Blatt 1 ist bezüglich der Besonnung Folgendes vermerkt:

...„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 Beson-

nungsdauer in mindestens einem Aufenthaltsraum einer Wohnung zur Tag- und Nachtgleiche 4 h betragen. Soll auch eine ausreichende Besonnung in den Wintermonaten sichergestellt sein, sollte die mögliche Besonnungsdauer am 17. Januar mindestens 1 h betragen. Als Nachweisort gilt die Fenstermitte in Fassadenebene.“...

Besonnungszeiten parallel zur Fassade werden nicht mit zu Besonnungszeiten des Raumes gezählt, da die Sonnenstrahlen wirklich in den Raum hinein reichen müssen.

Als Besonnungszeit zählt die Zeit, in der die Sonne mindestens 6° über dem Horizont steht.

Im Folgenden wird die DIN zur Beurteilung der Situation herangezogen. Gegebenenfalls werden an Einzelpunkten weitere Kriterien der **Tab. 3.3** zur Einschätzung der Verschattungssituation an dem zu betrachtenden Wohngebäude genutzt.

Als Aufenthaltsraum einer Wohnung zählt im Sinne der DIN ein Wohnzimmer, ein Schlafzimmer, ein Arbeitszimmer, ein Kinderzimmer oder ein Aufenthaltsraum in einer Einrichtung, der Zwecken dient, die dem Wohnen vergleichbar sind.

In der DIN ist dazu Folgendes vermerkt:

...“ANMERKUNG 1 Zu den Wohnräumen zählen damit auch Räume mit Wohnfunktionen in Heimen, Internaten und ähnlichen Gemeinschaftseinrichtungen sowie Aufenthaltsräume zur Kinderbetreuung wie Krippen, Tages- und Wochenstätten, nicht aber Räume, die in Beherbergungsbetrieben vorwiegend nur der Übernachtung dienen.

...“ANMERKUNG 2 Küchen, Flure und andere Räume, die primär nicht zum mehr als vorübergehenden Aufenthalt bestimmt sind, gelten auch dann nicht als Wohnräume, wenn sie durch Einrichten von Ess-, Ruhe- oder Arbeitsplätzen zum zeitweiligen Aufenthalt genutzt werden.“...

4 EINGANGSDATEN

4.1 Örtliche Gegebenheiten und Planung

Die zu betrachtende Baufläche befindet sich ca. 700 m nördlich vom Erfurter Stadtzentrum. Derzeit befindet sich auf dem Baugelände der WIR-Garten, der östlich vom Johannesufer, südlich vom Juri-Gagarin-Ring und westlich von der Wallstraße begrenzt wird. Es ist vorgesehen, die Planung mit einer Verlängerung des Johannesufers parallel zum Flutgraben zu erschließen.

In direkter Nachbarschaft befinden sich westlich und östlich Bürogebäude. Wohnbebauung befindet sich direkt am Johannesufer, auf dem nördlich gegenüberliegenden Ufer des Flutgrabens in der Staufenbergallee.

In **Abb. 4.1** ist zur Übersicht ein Ausschnitt aus der topografischen Karte dargestellt, die geplanten Gebäude sind blau eingefärbt.

Am 13.08.2017 wurde ein Ortstermin durchgeführt. Bei diesem wurde das Untersuchungsgebiet besichtigt und es wurden alle bei diesem Termin vorgefundenen Besonderheiten bei der Erstellung des hier vorliegenden Gutachtens entsprechend gewürdigt.

Abb. 4.1: Topografische Karte für die Planung (blau eingefärbt) und seine Umgebung
Grundlage: OSM-Daten

Der Blick von der Juri-Gagarin-Straße ist in **Abb. 4.2** dargestellt. Die Ansicht der neuen Gebäude aus gleichem Blickwinkel ist in **Abb. 4.3** zu sehen.

Es handelt sich um den im Südosten befindlichen 44,05 m hohen Wohnturm A, der im Norden befindliche Stadtvilla C und in der Mitte der Wohnturm B mit der größten Höhe von 53.5 m (siehe auch **Abb. 4.1**).

Hinweis: Die Darstellung in **Abb. 4.3** zeigt das Modell des Wohnturmes B noch in der ursprünglichen Planung mit 18 Etagen. In der aktuellen Planung (Maximalhöhe 53.5 m) sind nur noch 16 Etagen vorgesehen.

Abb. 4.2: Blick vom Juri-Gagarin-Ring auf das Plangebiet (Foto Lohmeyer 2017).

Abb. 4.3: Ansicht 3D-Plan mit Blick vom Juri-Gagarin-Ring (Quelle: vom Auftraggeber BAU-KULT GmbH). Hinweis: Alter Planungsstand, die aktuelle Planung sieht am Wohnturm B zwei Zwischenetagen weniger vor.

4.2 Gebäudedaten

Die Gebäude des Untersuchungsgebietes wurden als zweidimensionale Polygoninformation von der Stadt Erfurt zur Verfügung gestellt (Stadt Erfurt, 2017a). Des Weiteren wurden Laser-Scan-Befliegungen für das hier zu betrachtende Rechengebiet aus dem Jahr 2011 zur Verfügung gestellt.

Für die Planung selbst wurden die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Planunterlagen (Stand Januar 2018) verwendet.

4.3 Meteorologische Daten

Zur Berechnung des Windkomforts benötigt man Angaben zu den meteorologischen Verhältnissen am Standort. Diese sind in einer für den Standort repräsentativen Windstatistik enthalten. Dabei handelt es sich um Angaben über die Häufigkeit bestimmter Windverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung und Windgeschwindigkeit definiert sind.

Von der Stadt Erfurt (2017b) wurden Windmessdaten von der Klimastation Nr. 6 am Steinplatz über einen Zeitraum von zweieinhalb Jahren zur Verfügung gestellt (2015 bis 2017). Bei den zur Verfügung gestellten Daten handelt es sich um 10 Minuten-Mittelwerte von Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Die Messstation (Klimamessstation 6 der Stadt) befindet sich ca. 400 m nordöstlich des hier zu betrachtenden Untersuchungsgebietes auf dem Dach der Stadtverwaltung am Steinplatz. Die Messhöhe ist 10 m über Dach. Zur Beschreibung der Überdach-Windverhältnisse wurden diese Daten unverändert übernommen. Zur weiteren Auswertung der Daten siehe Abschnitt 5.2.

5 DATENAUFBEREITUNG FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

5.1 Gebäudedaten

Durch geographische Verschneidungen im ESRI-GIS-System wurden den Gebäudepolygonen mit Hilfe der Ergebnisse der Laser-Scan-Befliegungen im Untersuchungsgebiet absolute Höhen über Grund zugeordnet. Die aus diesen Daten erzeugten Gebäudehöhen und -lagen wurde mit der Stadt Erfurt abgestimmt.

Die Gebäudedigitalisierung ist für das zu betrachtende Rechengebiet für den Planfall in **Abb. 5.1** dargestellt.

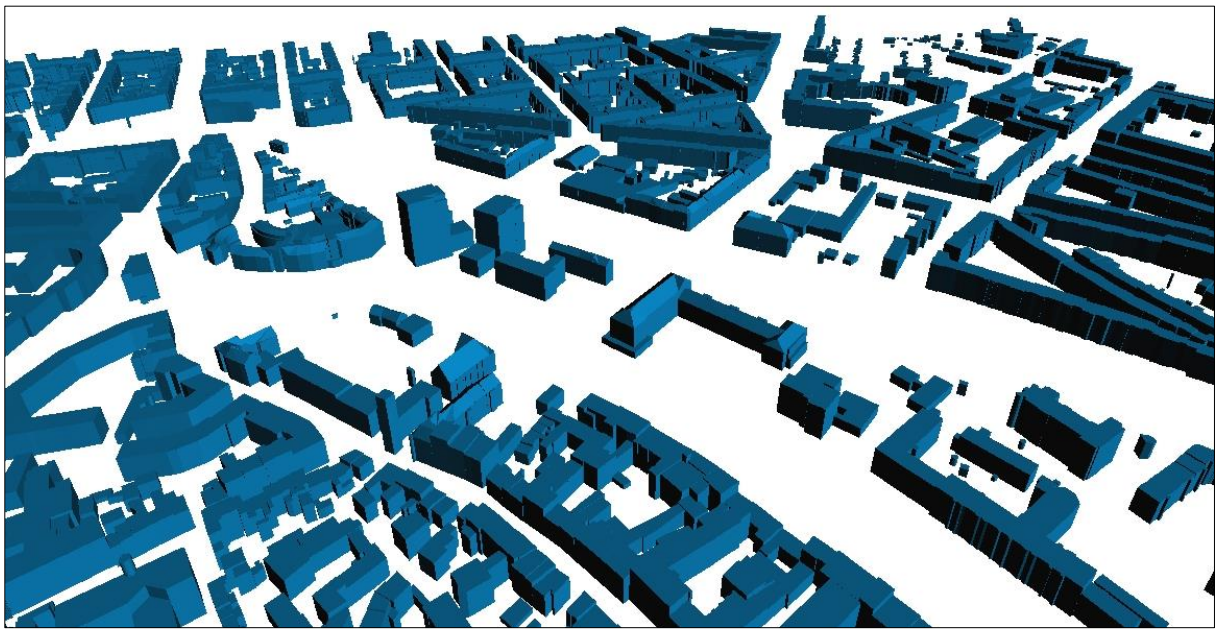

Abb. 5.1: Dreidimensionale Darstellung des bei der Strömungs- und Besonnungsberechnung berücksichtigten Gebäudemodells im Planfall. Gebäudehöhen absolut über Grund. Ansicht von Südwesten aus.

5.2 Winddaten im langjährigen Mittel

Die Windmessdaten lagen als zweieinhalbjährige Zeitreihe mit einer Auflösung von 10 min vor. Diese Daten wurden in Stundenmittelwerte für die Jahre 2015 und 2016 umgewandelt und als Windstatistik analog zur TA Luft (9 Windgeschwindigkeitsklassen, 36 Windrichtungsklassen) aufbereitet.

Die in dieser Form aufbereitete Windverteilung ist in **Abb. 5.2** dargestellt.

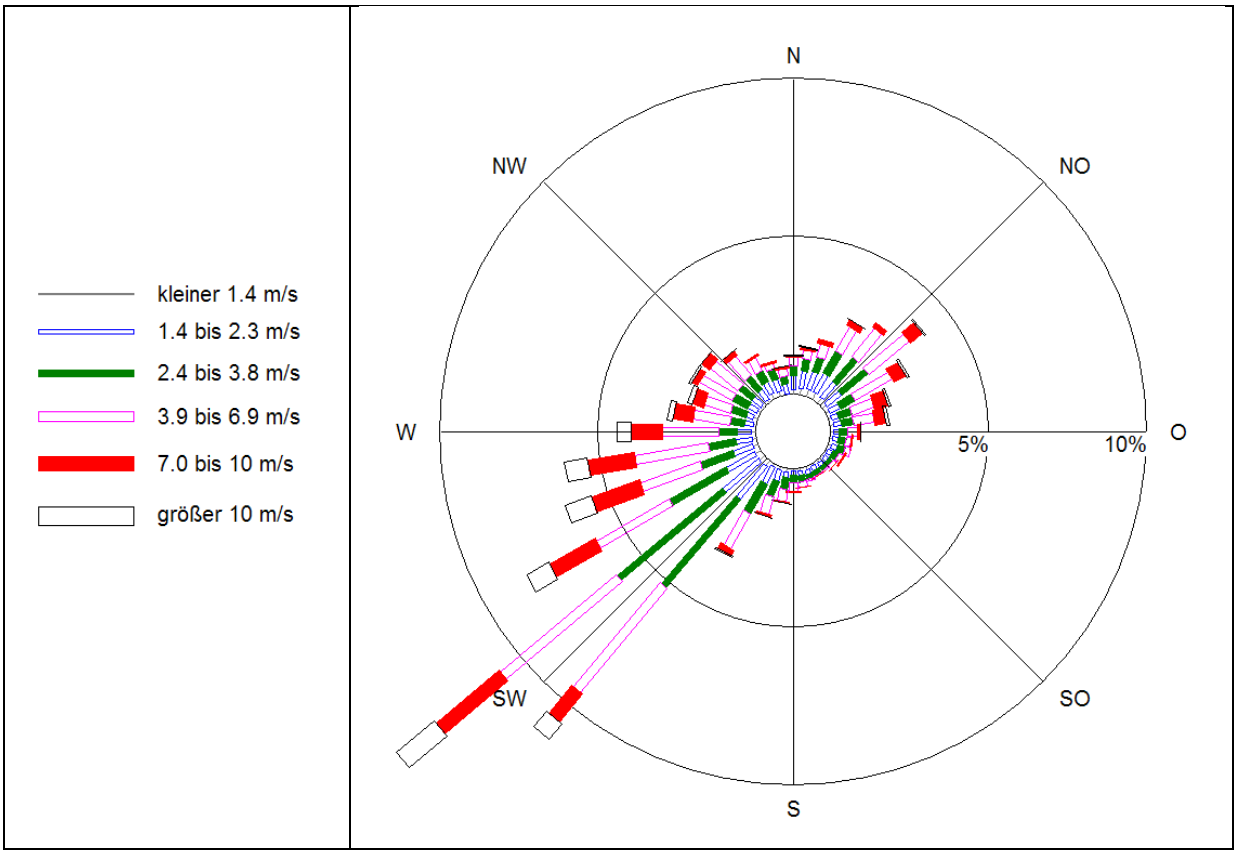

Abb. 5.2: Gemessene Windstatistik an der Klimastation 6 (Steinplatz) der Stadt Erfurt zwischen 2015 und 2016. Quelle der Originaldaten: Stadt Erfurt (2017b)

Die Hauptwindrichtung ist Südwest, ein Nebenmaximum tritt bei nordöstlichen Winden auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4.7 m/s.

6 WINDKOMFORT

6.1 Vorgehensweise

Die Ermittlung des Windkomforts sollte nach Möglichkeit im Windkanal erfolgen. Rechenmodelle ersetzen den Windkanal entsprechend jetzigem Stand der Technik nicht. Andererseits ist im Rahmen der Planung die genaue Gebäudekonfiguration in der Regel noch nicht bekannt. Der Einsatz des Windkanals erscheint in diesem Planungsstadium aus diesem Grund zu aufwendig. Vielmehr werden in der Praxis in diesem Planungsstadium in der Regel Modellrechnungen durchgeführt (im hier vorliegenden Fall mit MISKAM; Eichhorn, 2014), die jedoch nur einen abschätzenden Charakter haben.

In Anlehnung an die Vorgehensweise bei Messergebnissen von Windkanalexperimenten wird auch bei Betrachtungen mit einem Rechenmodell (MISKAM) die so genannte Böenwindgeschwindigkeit ermittelt, die sich zusammensetzt aus

$$\hat{u} = \bar{u} + 3 * \sigma_u$$

mit

$\hat{u}$ = Böenwindgeschwindigkeit

$\bar{u}$ = mittlere Windgeschwindigkeit

σ_u = Standardabweichung der Windgeschwindigkeit.

Die mittlere Windgeschwindigkeit ist aus den mit MISKAM berechneten Windfeldern ableitbar; die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit kann aus den berechneten Turbulenzfeldern unter Berücksichtigung von Vergleichen für Situationen, in denen sowohl Messungen aus dem Windkanal als auch Rechnungen vorliegen, parametrisiert werden. Unter Berücksichtigung der örtlichen Windstatistik werden so die jährlichen Überschreitungshäufigkeiten bestimmter Schwellenwerte der Windgeschwindigkeit bestimmt.

Hinweis: Für Aussagen im Rahmen der Bebauungsplanung sind die genannten orientierenden Berechnungen ausreichend. Für detaillierte Betrachtungen wären Messungen in einem Grenzschichtwindkanal erforderlich.

6.2 Ergebnis

Das Ergebnis der Berechnungen ist in **Abb. 6.1** dargestellt.

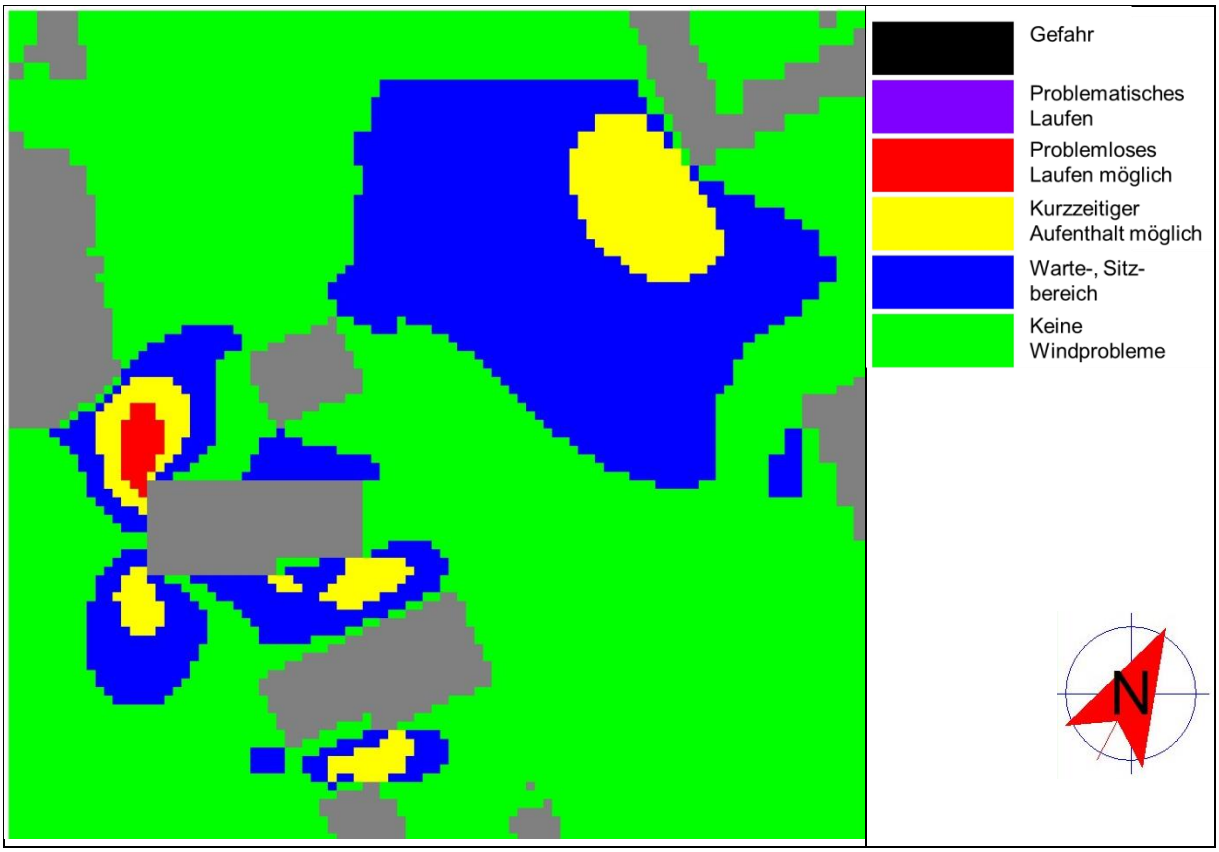

Abb. 6.1: Mit Hilfe von MISKAM-Simulationen abgeschätzte Bereiche mit Nutzungseinschränkungen in Bezug auf den Windkomfort im Planfall

In den überwiegenden Bereichen des Berechnungsgebietes treten keine Windkomfortprobleme auf (grüne Bereiche in **Abb. 6.1**). Dies erscheint plausibel, da das Berechnungsgebiet in der Talmulde der Stadt Erfurt liegt und aus diesem Grund die Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur freien Anströmung verhältnismäßig gering sind.

Insbesondere in der direkten Umgebung der geplanten Wohntürme A und B zeichnen sich an der Südost- und Nordwestfassade jedoch Bereiche mit erhöhten Böigkeiten ab. In einem Großteil der beschriebenen Gebiete wäre entsprechend der Windkomfort-Kriterien dennoch die Schaffung von „Warte- und Sitzbereichen“ möglich (dunkelblaue Bereiche in **Abb. 6.1**). In unmittelbarer Umgebung der Wohntürme ergeben die Berechnungen mit MISKAM auch Bereiche, in denen ein längerer Aufenthalt, wie zum Beispiel in Straßencafés nicht mehr empfohlen werden kann (gelbe Bereiche). Diese eignen sich nur für einen kurzfristigen Aufent-

halt. An der nordöstlichen Ecke des Wohnturms B zur Wallstraße hin ist entsprechend der Berechnungsergebnisse mit Windböen zu rechnen, die problemloses Laufen zulassen.

Von verhältnismäßig ungünstigen Bedingungen in Bezug auf den Windkomfort ist demnach sowohl zwischen den geplanten Hochhäusern als auch zwischen den Hochhäusern und den bestehenden Gebäuden auszugehen. Dies erscheint in Bezug auf die Ausrichtung und Höhe der Gebäude auch plausibel.

Außerhalb des Einflussbereiches der geplanten Hochhäuser ist mit wenigen Problemen in Bezug auf den Windkomfort zu rechnen (**Abb. 6.1**).

Bei der Interpretation der Berechnungsergebnisse ist darauf zu achten, dass die Berechnungen konservativ ohne vorhandenen und geplanten Bewuchs durchgeführt wurden. Tatsächlich gibt es jedoch auf der anderen Straßenseite der Juri-Gagarin-Straße vereinzelte Bäume, die die Windgeschwindigkeit lokal reduzieren. Gleiches trifft auf den vorhandenen Bewuchs beidseitig des nordöstlich gelegenen Flutgrabens zu. Auch auf der sich daran nördlich anschließenden Stauffenbergallee sind in Straßenmitte einzelne Bäume zu finden.

Vegetation trägt zur Verringerung der Windgeschwindigkeiten bei. Dementsprechend überschätzen die Berechnungen die Windgeschwindigkeiten an den Stellen, wo sich Vegetation befindet bzw. geplant ist. Dies trifft beispielsweise auf den Bereich des Flutgrabens an der Staufenbergallee zu. Hier weisen die Berechnungsergebnisse in Teilbereichen Gebiete aus, an denen nur kurzzeitiger Aufenthalt möglich ist. Dies würde sich bei Berücksichtigung der Vegetation relativieren. Zudem sind in den ausgewiesenen Bereichen an der Stauffenbergallee keine Gebiete, in denen sich die Menschen längerfristig aufhalten. Dieser Bereich scheint demnach auch in diesem Sinne unproblematisch zu sein.

7 BESONNUNG

7.1 Vorgehensweise

Die Untersuchung der Besonnung erfolgte unter Anwendung geometrischer Analysen mit Hilfe des geografischen Informationssystems ArcGIS von ESRI. Der Verlauf der Schattengrenzen wird aus einer geometrischen Analyse aller berücksichtigten Objekte im Untersuchungsgebiet bestimmt. Das Programm ermöglicht es, die geforderten Aussagen zur maximalen Besonnungszeit am 17.01., am 21.03., am 23.09. sowie an beliebigen anderen Tagen auch höhenabhängig zu liefern.

Für die Berechnung der Besonnung müssen folgende Eingangsparameter bekannt sein:

1.) Orographie (= Relief)

2.) Lage der Bebauung

3.) Lage von Bewuchs.

Der Untersuchungsbereich ist auf gleichem Niveau und ist nur gering topographisch gegliedert. Daher wurde der Einfluss des Reliefs auf vernachlässigt.

Zum Bewuchs im Untersuchungsgebiet lässt sich Folgendes sagen:

Die im Untersuchungsgebiet befindlichen Laubbäume sowie Sträucher sind zum Stichtag 17.01. unbelaubt und führen deshalb zu diesem Termin nur zu einer geringen Schattenwirkung. Dies trifft auch auf geplante Laubbäume zu. In der Vegetationsperiode können diese Bäume jedoch zu einer relevanten Verschattung führen.

Dichte Nadelbäume führen auch im Winter zu einer relevanten Verschattung.

Der Einfluss von Bewuchs auf die Besonnungssituation wird im Rahmen der hier zu betrachtenden Planung nicht explizit mit betrachtet.

Für die Modellrechnungen wurden die Gebäude als 3D-Modell aufbereitet. Die Ermittlung der Verbauungswinkel am jeweiligen Untersuchungspunkt erfolgte für 360° in Eingradschritten. Die Berechnung erfolgte für die Fassadenpunkte DIN-konform jeweils in Fenstermitte.

Die Berechnung der Horizontogramme erfolgt für eine Vielzahl von Untersuchungspunkten, die sich innerhalb und außerhalb des Plangebietes verteilen für alle vorhandenen Etagen, in

denen Einflüsse umliegender Bebauung bestehen können. Diesen Horizontogrammen wird die mögliche Besonnungszeit an den Stichtagen der DIN 5034 (2011) ohne Einfluss der Vegetation entnommen. Der Einfluss der Vegetation auf die Besonnungssituation wird im Abschnitt 7.2 qualitativ diskutiert.

Die Darstellungen als Horizontogramme sind für ausgewählte Untersuchungspunkte für den Planfall den **Abb. 7.1** bis **Abb. 7.5** zu entnehmen (Lage der Punkte siehe **Abb. 7.6**).

Die berechneten Sonnenstunden wurden bezüglich ihres Einfallwinkels zur jeweiligen Fassade sowie ihres Sonnenstandes hin geprüft und korrigiert.

Im Ergebnis wurde an den betrachteten Punkten flächendeckend dargestellt, ab welcher Etagenhöhe beide DIN-Kriterien erfüllt werden (siehe **Abb. 7.6**).

7.2 Ergebnis

7.2.1 Horizontogramme für ausgewählte Punkte

Die Lage der für die zur Darstellung eines Horizontogrammes ausgewählten Punkte als Auswahl aus der Vielzahl der berechneten Punkte ist in **Abb. 7.6** dargestellt.

Die **Abb. 7.1** bis **Abb. 7.5** zeigen die berechneten Horizontogramme für eine Auswahl an Untersuchungspunkten. In den jeweiligen Horizontogrammen sind zusätzlich die Sonnenbahnen zu den Terminen der DIN-Kriterien aufgetragen (rote Linien). Die auf den Sonnenbahnen mit blauen und grünen Kreisen gekennzeichneten Punkte stellen jeweils die vollen Stunden dar (8.00 Uhr, 9.00 Uhr usw.).

In den Diagrammen ist oben Norden (360°), rechts Osten (90°), unten Süden (180°) und links Westen (270°). Die konzentrischen Kreise sind der Maßstab für den Höhenwinkel über dem Horizont. Sie haben einen Abstand von 10°. Der jeweilige Untersuchungspunkt befindet sich im Mittelpunkt des Horizontogrammes.

Die grauen und blauen Flächen im Horizontogramm kennzeichnen die Verschattung infolge der bereits vorhandenen und der geplanten Bebauung.

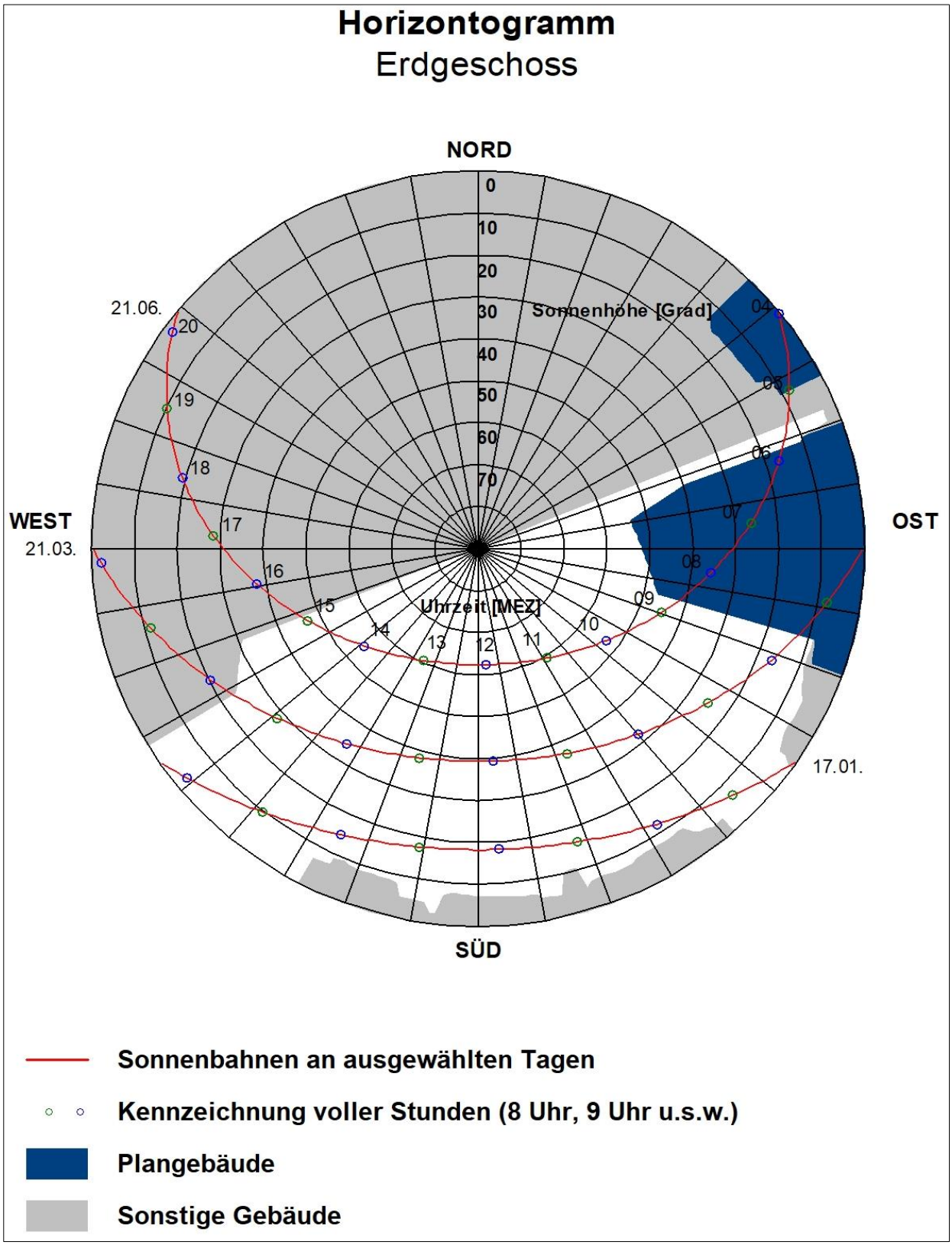

Abb. 7.1: Horizontogramm am Punkt 1 im Erdgeschoss

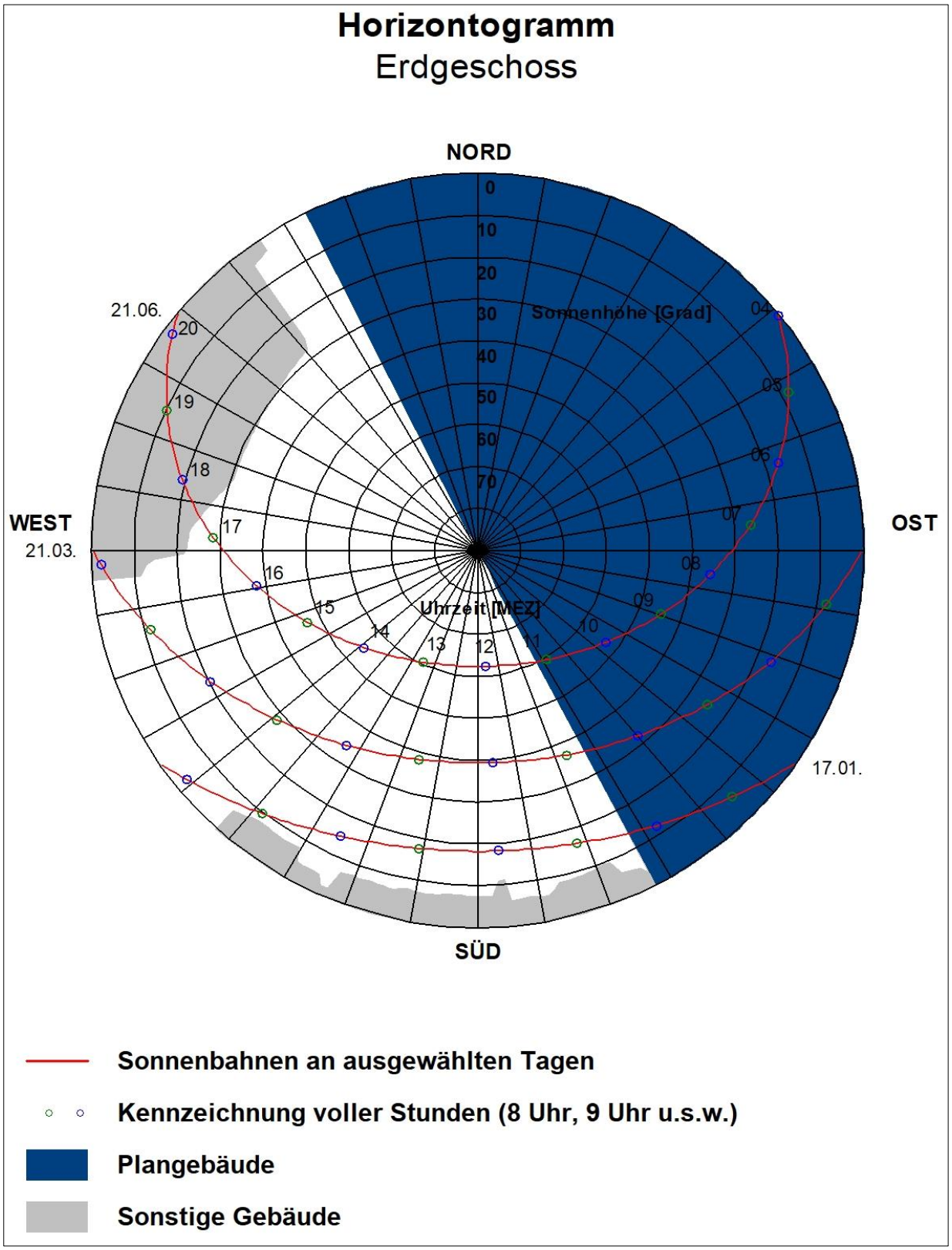

Abb. 7.2: Horizontogramm am Punkt 2 im Erdgeschoss

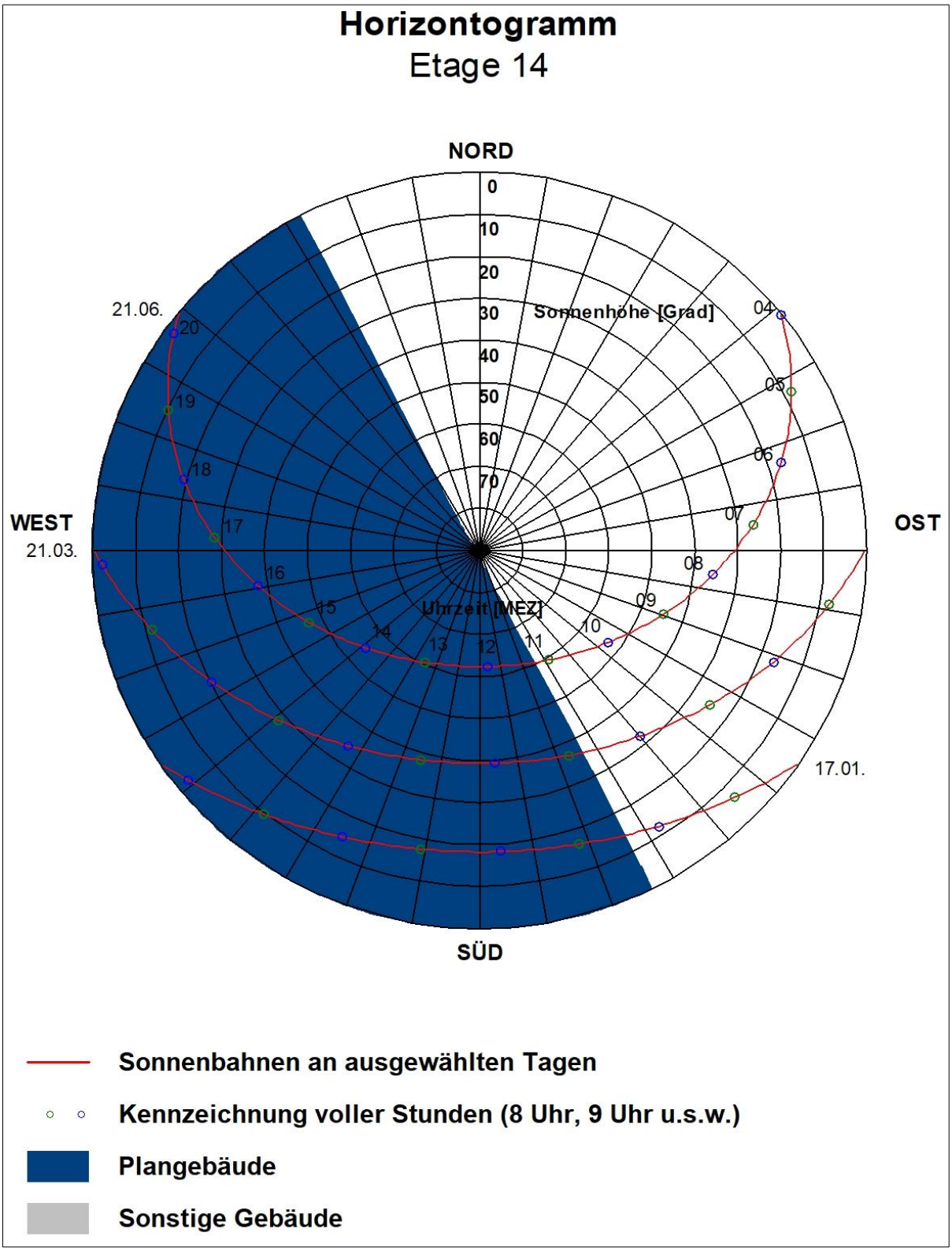

Abb. 7.3: Horizontogramm am Punkt 3 in der 14. Etage

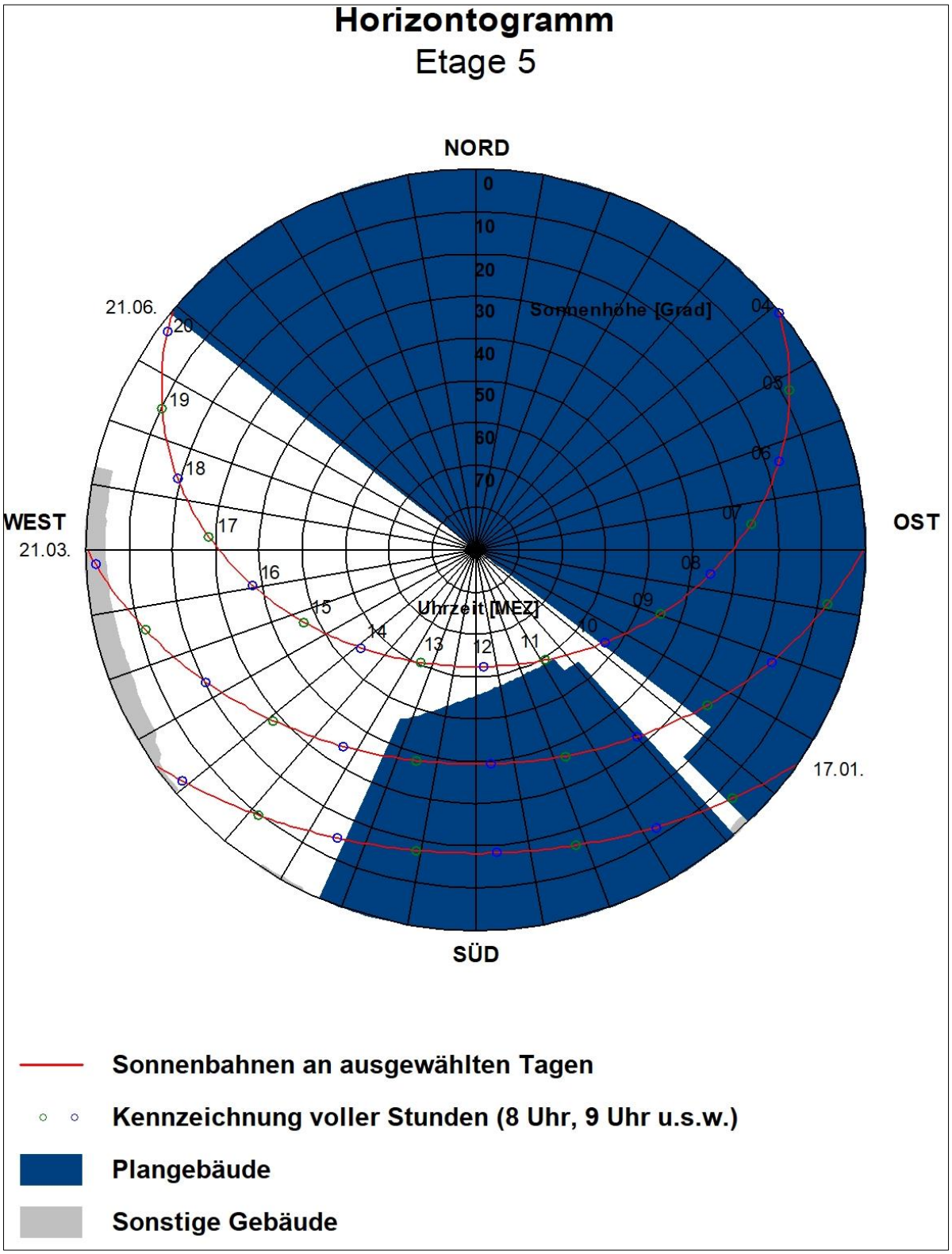

Abb. 7.4: Horizontogramm am Punkt 4 in der fünften Etage

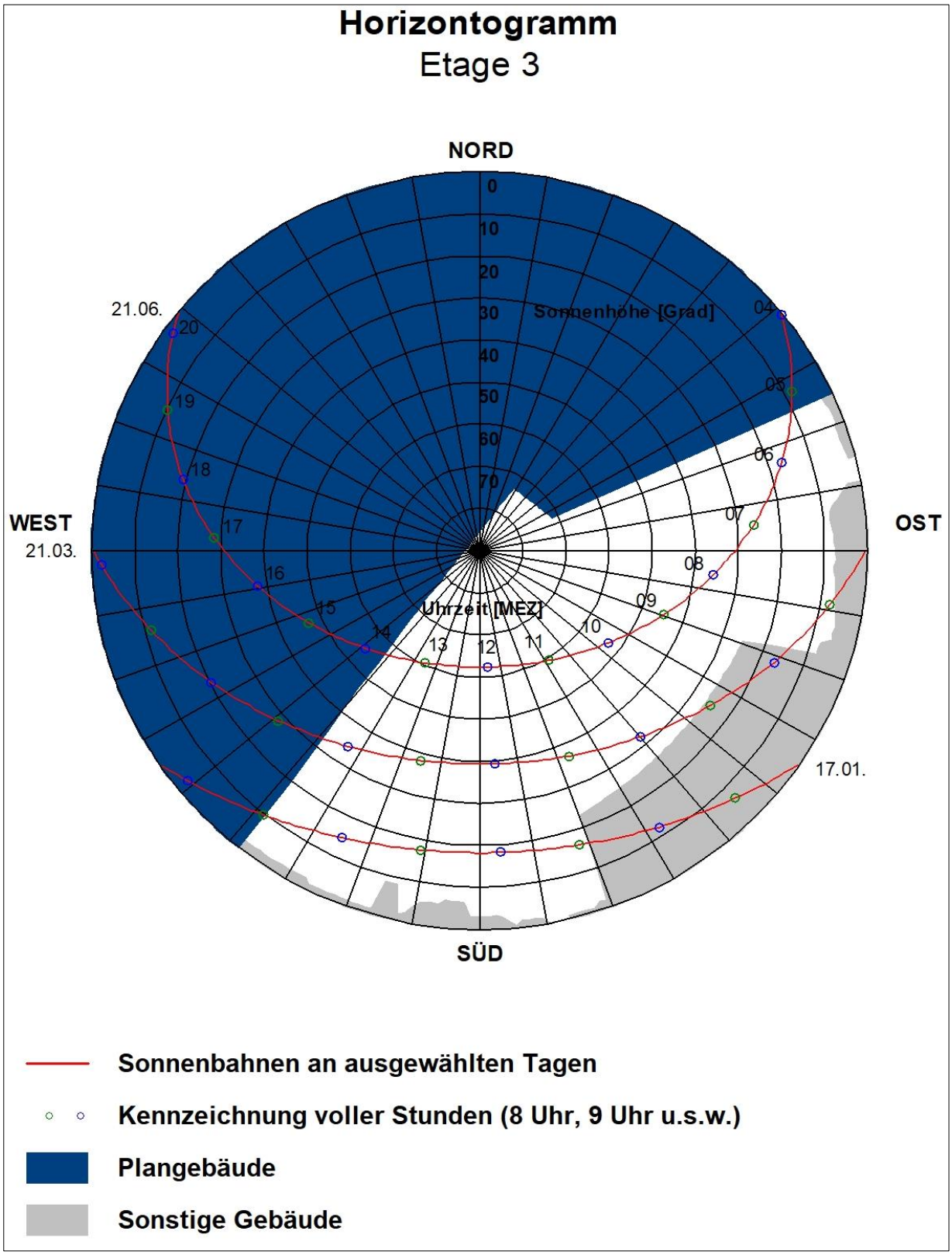

Abb. 7.5: Horizontogramm am Punkt 5 in der dritten Etage

Die Erläuterung der Horizontogramme erfolgt im Folgenden anhand des Horizontogrammes für den Untersuchungspunkt 1 im Erdgeschoss (**Abb. 7.1**):

Punkt 1

Am 21.03. (Tag- und Nachtgleiche, Stichtag der DIN) geht die Sonne gegen 6:00 Uhr MEZ im Osten auf. Zu diesem Zeitpunkt wird sie am Untersuchungspunkt 1 durch den geplanten Wohnturm B verdeckt. Um ca. 7:30 Uhr tritt die Sonne mit einem Einfallswinkel von ca. 13° hervor, sodass auf den Untersuchungspunkt direkte Sonneneinstrahlung wirken kann.

Gegen 15:45 Uhr MEZ wird am Untersuchungspunkt 1 die Sonne vom eigenen Gebäudekomplex verdeckt. Es ergibt sich eine Besonnungsdauer am 21.03. an diesem Punkt von ca. 7 Stunden und 45 Minuten. Damit ist an diesem Punkt das DIN-Kriterium „4 h am 21.03. bzw. 23.09." bereits im Erdgeschoss erfüllt.

Am Stichtag 17.01. sind an diesem Punkt ca. 6.40 Sonnenstunden möglich, vom Sonnenaufgang bis -untergang (unter Abzug der Zeiten, in denen die Sonne einen Einfallswinkel von weniger als 6° hat). Damit ist auch das zweite Kriterium der DIN „1 h am 17.01." im Planfall deutlich erfüllt.

Somit werden am Punkt 1 beide DIN-Kriterien bereits im Erdgeschoss erfüllt. In den darüber liegenden Etagen sind die Besonnungsbedingungen noch günstiger, da in größerer Höhe über Grund die Abschirmwinkel der umliegenden Bebauung kleiner werden. Somit ist auch in den darüber liegenden Etagen am Punkt 1 von einer Erfüllung beider DIN-Kriterien auszugehen.

Punkt 2

Am Punkt 2 erscheint die Sonne am 21.03. im Erdgeschoss erst um ca. 10:45 Uhr. Allerdings gilt dieser Zeitpunkt im Sinne der Definition in der DIN-Vorschrift noch nicht als Besonnungszeit im Raum, da bei einer Paralleleinstrahlung der Sonne das Mauerwerk eine Einstrahlung in den Raum selbst verhindert. Entsprechend allgemeinen Erkenntnissen geht man davon aus, dass bei einem Einfallswinkel von mindestens 15° zur Fassade eine Besonnung im Raum möglich ist.

Am Punkt 2 wird das DIN-Kriterium „4 h am 21.03. bzw. 23.09." und „1 h am 17.01." bereits im Erdgeschoss deutlich erfüllt (**Abb. 7.2**).

Punkt 3

Am Punkt 3 (Ostfassade des Wohnturms B, die unteren Etagen werden hier nicht betrachtet, da sich hier das Nebengebäude befindet) wird das DIN-Kriterien „4 h am 21.03. bzw. 23.09." auch in der 14. Etage (also OHNE umliegende Hindernisse) unter Berücksichtigung der 15°-Fassadenregelung nicht erfüllt. Dies trifft auch auf das DIN-Kriterium „1 h am 17.01." zu, ebenfalls unter Berücksichtigung der 15°-Regel und unter Abzug der Besonnungszeiten mit einem Horizontwinkel von weniger als 6° (**Abb. 7.3**). Es verbleibt an diesem Punkt jedoch am 21.03. eine Besonnungszeit von ca. 3 Stunden und am 17.01. von ca. 20 Minuten.

Die Sonneneinstrahlung in den unteren Etagen wird durch den südöstlich gelegenen Wohnturm A beeinträchtigt. So verbleibt am selben Untersuchungspunkt in der 5. Etage am 21.03. eine Besonnungszeit von nur ca. 40 Minuten und am 17.01. von ca. 20 Minuten. Auch hier sind dementsprechend beide DIN-Kriterien nicht erfüllt.

Punkt 4

Der Punkt 4 befindet sich an der Südwestfassade der Stadtvilla C. Die direkte Sonneneinstrahlung wird vor allem durch den Wohnturm B eingeschränkt. Am Punkt 4 werden in der obersten, fünften Etage beide DIN-Kriterien erfüllt. In der 4. Etage ist das DIN-Kriterium „4 h am 21.03. bzw. 23.09." nicht erfüllt. Es ist aber an diesem Stichtag ca. 3 Stunden und 40 Minuten Besonnung in der 4. Etage möglich. Die Besonnungszeit nimmt in den unteren Etagen weiter ab. So verbleibt im Erdgeschoss nur noch eine Besonnungszeit von ca. 2 Stunden Besonnung. Das DIN-Kriterium „1 h am 17.01." wird mit einer Stunde und 40 Minuten Besonnungszeit in der obersten und allen darunter liegenden Etagen eingehalten (**Abb. 7.4**).

Punkt 5

An der Südostfassade des Wohnturms A liegt Punkt 5. Hier sind erst ab der dritten Etage beide DIN-Kriterien (Besonnungszeiten: 3 Stunden am 17.01. und ca. 5 Stunden am 21.03.) erfüllt (**Abb. 7.5**).

In den unteren Etagen verbleibt am 21.03. eine Besonnungszeit von 3 Stunden und 45 Minuten in der 2. Etage und 2 Stunden und 30 Minuten im Erdgeschoss.

Das DIN-Kriterium „1 h am 17.01." wird in allen Etagen eingehalten. So liegt die berechnete Besonnungszeit im Erdgeschoss noch bei ca. 3 Stunden.

7.2.2 Flächendeckende Aussage, ab welcher Etage die DIN-Kriterien erfüllt werden

Die Darstellung in der **Abb. 7.6** zeigt für alle betrachteten Punkte diejenige Etage, ab der die Beurteilungskriterien entsprechend DIN 5034 bezüglich der notwendigen Mindestbesonnung von Aufenthaltsräumen in Wohnungen beide erfüllt sind. Diese Punkte wurden dazu durch Farben gekennzeichnet. Die Zuordnung zwischen Farbe und Etage ist der Legende zu entnehmen.

Abb. 7.6: Flächendeckendes Ergebnis an den betrachteten Einzelpunkten mit Angabe derjenigen Etage, ab der die beiden DIN-Kriterien zur ausreichenden Besonnung erfüllt sind.

Aufgrund der Ausrichtung der geplanten Gebäude lässt sich feststellen, dass die nach Norden, Nordwesten und Nordosten weisenden Fassaden die DIN-Kriterien nicht erfüllen können (rote Punkte). Dagegen ist an den nach Süden und Südwesten bzw. Südosten gerich-

teten Fassaden häufig eine Erfüllung des DIN-Kriteriums schon in den unteren bzw. mittleren Etagen gegeben.

So sind beide DIN-Kriterien der Südwestfassaden von Wohnturm A und B bereits im Erdgeschoss erfüllt und an der Südostfassade von Wohnturm A erst ab der Etage 2 bzw. 3.

Die Besonnung der Stadtvilla C wird insbesondere durch den Wohnturm B beschränkt. Dementsprechend sind beide DIN-Kriterien an der Südwest-Fassade erst ab der 5. Etage und an der Südostfassade ab der 4. Etage erfüllt. Die unteren Etagen werden jedoch noch soweit besonnt, dass das DIN-Kriterium „1 h am 17.01." an den Südfassaden erfüllt wird. Dies stellt eine oft im innerstädtischen Bereich vorkommende Besonnungssituation dar.

Außerhalb des Plangebietes wird die Besonnungssituation kaum durch die neuen Wohnhäuser beeinträchtigt. Lediglich am Büro- und Geschäftshaus (kein Wohnhaus) in der Wallstraße wird die Ostfassade so beeinträchtigt, dass beide DIN-Kriterien schon im Erdgeschoss nicht eingehalten werden. Die nächsten Gebäude im Norden des Plangebietes sind so weit entfernt, das durch die geplanten Wohnhäuser keine Beeinträchtigung der Besonnungssituation möglich ist.

Die Adam-Ries-Fachhochschule grenzt mit seiner Nordwestfassade an das Plangebiet. Die Ausrichtung dieser Fassade nach Nordwesten verhindert bereits ohne die geplanten Wohnhäuser eine ausreichende Besonnung im Sinne der DIN.

Die konkrete Verteilung der berechneten Etagen ist der **Abb. 7.6** zu entnehmen.

Bei der Anlage von Wohnraum ist darauf zu achten, dass die Raumaufteilung der Wohnungen so gewählt wird, dass an mindestens in einem Aufenthaltsraum die DIN-Vorschrift erfüllt wird.

Anpflanzungen sollten möglichst so erfolgen, dass keine zusätzlichen Verschattungen auf Wohnräume fallen können. Dazu sollten Laubbäume verwendet werden, da diese im Winter relativ wenig zur Verschattung von Fassaden beitragen können.

8 FAZIT

Windkomfort

Die Abschätzung des Windkomforts im Nahbereich der geplanten Hochhäuser zeigte an der Südost- und Nordwestfassade der geplanten Gebäude Bereiche mit erhöhten Böigkeiten auf (S. 14, **Abb. 6.1**). Davon sind der Freibereich an der Wallstraße, des Juri-Gagarin-Rings sowie zwischen den Wohntürmen A und B betroffen. In einem Großteil der beschriebenen Gebiete wäre entsprechend der Windkomfort-Kriterien dennoch die Schaffung von „Warte- und Sitzbereichen“ möglich. In unmittelbarer Umgebung der Wohntürme ergeben die Berechnungen mit MISKAM auch Bereiche, in denen ein längerer Aufenthalt, wie zum Beispiel in Straßencafés, nicht mehr empfohlen werden kann (gelbe Bereiche). Diese eignen sich nur für einen kurzfristigen Aufenthalt. An der nordöstlichen Ecke des Wohnturms B zur Wallstraße hin ist entsprechend der Berechnungsergebnisse mit Windböen zu rechnen, die problemloses Laufen zulassen.

Hinweis: Die Ermittlung des Windkomforts sollte nach Möglichkeit im Windkanal erfolgen. Rechenmodelle ersetzen den Windkanal entsprechend jetzigem Stand der Technik nicht. Die durchgeführten Modellrechnungen (im hier vorliegenden Fall mit MISKAM) haben einen abschätzenden Charakter. Im Rahmen einer weiterführenden Planung sollte, sofern die genaue Konfiguration des Hochhauskomplexes und dessen Umgebung bekannt ist, zur Ermittlung der tatsächlichen relevanten Bereiche mit Windkomfortproblemen ein Windkanalversuch durchgeführt werden.

Besonnung

Bei der Anlage von Wohnraum ist darauf zu achten, dass die Raumaufteilung der Wohnungen so gewählt wird, dass an mindestens einem Aufenthaltsraum einer Wohnung die DIN-Vorschrift 5034 zur ausreichenden Besonnung erfüllt wird. Die **Abb. 7.6** (S. 25) zeigt für alle betrachteten Punkte diejenige Etage, ab der die Beurteilungskriterien entsprechend DIN 5034 bezüglich der notwendigen Mindestbesonnung von Aufenthaltsräumen in Wohnungen erfüllt sind.

Aufgrund der Ausrichtung der geplanten Gebäude lässt sich feststellen, dass die nach Norden, Nordwesten und Nordosten weisenden Fassaden die DIN-Kriterien nicht erfüllen können. Dagegen ist an den nach Süden und Südwesten bzw. Südosten gerichteten Fassaden häufig eine Erfüllung des DIN-Kriteriums schon in den unteren bzw. mittleren Etagen gegeben.

So sind beide DIN-Kriterien der Südwestfassaden von Wohnturm A und B bereits im Erdgeschoss erfüllt und an der Südostfassade von Wohnturm A erst ab der Etage 2 bzw. 3.

Die Besonnung der Stadtvilla C wird insbesondere durch den Wohnturm B beschränkt. Dementsprechend sind beide DIN-Kriterien an der Südwest-Fassade erst ab der 5. Etage und an der Südost-Fassade ab der 4. Etage erfüllt. Die unteren Etagen werden jedoch noch soweit besonnt, dass das DIN-Kriterium „1 h am 17.01." an den Südfassaden erfüllt wird. Dies stellt eine oft im innerstädtischen Bereich vorkommende Besonnungssituation dar.

Anpflanzungen sollten möglichst so erfolgen, dass keine zusätzlichen Verschattungen auf Wohnräume fallen können. Dazu sollten Laubbäume verwendet werden, da diese im Winter relativ wenig zur Verschattung von Fassaden beitragen können.

Hinweis: Bei der Genehmigungsplanung sollte des Weiteren darauf geachtet werden, dass eine ausreichende Belichtung der Räume mit Tageslicht gewährleistet ist. In der Ausführungsplanung ist dabei die genaue Konfiguration der Aufenthaltsräume mit entsprechender Dimensionierung der Fenster zu berücksichtigen, so dass das Belichtungsmaß eingehalten werden kann.

9 LITERATUR

DIN 5034-1 (2011): Tageslicht in Innenräumen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag GmbH, Berlin. Juli 2011.

Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.

Stadt Erfurt (2017a): Gebäudedaten und Untersuchungen Laser-Scan-Befliegungen. E-Mail Hr. Riediger vom 11.09.2017.

Stadt Erfurt (2017b): Winddaten der Klimastation 6. E-Mail Hr. Riediger vom 21.08.2017.

Stiemer, S.F. (1977): Windumströmung von Gebäuden und Gebäudeklima. In: E.Franke (Editor) Stadtklima. Stuttgart: Karl Krämer Verlag, S. 97-111.

TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605.

Taschenbuch der Hygiene (1979): 3. überarbeitete Auflage. Hrsg.: Grahneis, H. und Horn, K. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2008): Städtebauliche Klimafibel Online. Im Internet unter www.staedtebauliche-klimafibel.de. Hinweise für die Bauleitplanung. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit dem Amt für Umweltschutz Stuttgart. Stand: 21.02.2008.