

Besonnungsgutachten

**Waiblingen
Bebauungskonzept
Lindenquartier**

**Auswirkung auf die Besonnung der
Gebäude Fronackerstraße 17, 19, 21 und 23**

Textteil

Auftraggeber:

Stadt Waiblingen
Kurze Straße 33
71332 Waiblingen

Durchführung der Untersuchung:

SOLARBÜRO
für energieeffiziente Stadtplanung, Energiesimulation und Besonnungsgutachten
Dr.-Ing. Peter Goretzki, Dipl.-Ing. Architektur und Stadtplanung
70619 Stuttgart, Zinsholzstraße 11
Tel. 0711 / 473994
post@gosol.de
www.gosol.de

Stuttgart, den 26.02.2022

1	Einführung	1
1.1	Untersuchungsgegenstand	1
1.2	Untersuchungsmethodik	1
2	Bewertungskriterien und Methoden	1
2.1	Anforderungen an die Besonnungsdauer	1
2.1.1	Mindestbesonnungsdauer der ehemaligen DIN 5034	2
2.1.2	Besonnungsdauer nach EN 17037	3
2.1.3	Differenzierte Anforderungen an die Besonnungsdauer hinsichtlich der Wohnqualität	4
2.2	Natürliche Belichtung	6
2.2.1	Belichtungsquotient	6
3	Modellbildung / Eingabeparameter	7
3.1	Geographische Lage - Klimadaten	7
3.2	Städtebauliche Modellierung	7
3.3	Modellierung der Gebäude	7
3.3.1	Fronackerstraße	7
3.3.2	Bebauungskonzept „Lindenquartier“	8
3.3.3	Umgebende bestehende Gebäude	9
3.4	Modellierung der Bäume und Gehölze	9
4	Analyse der Besonnungsdauer	10
4.1	Fronackerstraße 17	12
4.1.1	Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	12
4.1.2	Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	12
4.1.3	Wintermonate	12
4.1.4	Übergangszeit	12
4.1.5	Sommermonate	13
4.1.6	Belichtungsquotient	13
4.1.7	Zusammenfassung	13
4.2	Fronackerstraße 19/21	13
4.2.1	Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	13
4.2.2	Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	13
4.2.3	Wintermonate	14
4.2.4	Übergangszeit	14
4.2.5	Sommermonate	14
4.2.6	Belichtungsquotient	14
4.2.7	Zusammenfassung	14
4.3	Fronackerstraße 23	15
4.3.1	Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	15
4.3.2	Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	15
4.3.3	Wintermonate	15
4.3.4	Übergangszeit	15
4.3.5	Sommermonate	16
4.3.6	Belichtungsquotient	16
4.3.7	Zusammenfassung	16

5	Zusammenfassung und Bewertung	16
5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	16
5.1.1	Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	16
5.1.2	Mittlere Besonnungsdauer in den Wintermonaten	16
5.1.3	Mittlere Besonnungsdauer in der Übergangszeit	16
5.1.4	Mittlere Besonnungsdauer in den Sommermonaten	17
5.1.5	Belichtungsquotient	17
5.2	Gutachterliche Bewertung	17
6	Tabellenteil	18
6.1	Besonnungsdauer nach DIN EN 17037	19
6.2	Zeitäquivalente Besonnungsdauer und Belichtungsquotient	21

1 Einführung

1.1 Untersuchungsgegenstand

Durch die Untersuchung soll geklärt werden ob, bzw. in welchem Ausmaß, das Bauvorhaben Lindenquartier zu einer Beeinträchtigung der Besonnung der Wohngebäude Fronackerstraße 17, 19, 21 und 23 führt und ob weiterhin gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse sichergestellt sind.

1.2 Untersuchungsmethodik

Die Berechnung der Besonnungsdauer erfolgt mit Hilfe des städtebaulichen solar+energetischen Simulationsprogramms GOSOL⁽¹⁾. Die Grundlage der Simulation bildet ein **vollständiges, dreidimensionales, digitales Computermodell** der Gebäude, Vegetation und Topographie des Untersuchungsgebiets.

Die Ermittlung der Besonnungsdauer erfolgt bei der Berechnung für EN 17037 in Minuten-Schritten. Die maximale Berechnungsunschärfe liegt damit unter 0,5%.

2 Bewertungskriterien und Methoden

Durch Ermittlung der Besonnungsverhältnisse in Form der täglich möglichen Besonnungsdauer kann ein wesentlicher Aspekt der **Wohnqualität** bewertet werden. Vor allem für Wohnräume ist ein Mindestmaß an Besonnung ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

2.1 Anforderungen an die Besonnungsdauer

Nach § 1, (6), Nr.1 BauGB bzw. § 34, (1) BauGB bilden die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse einen bei der Bauleitplanung zu berücksichtigenden Belang. Die Besonnung unterliegt der Abwägung nach § 1, (7) BauGB.

§ 136, (3), Nr.1, a) BauGB definiert "gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse" u.a. als "die Belichtung, (und) Besonnung ... der Wohnungen und Arbeitsstätten".

Eine planungs- oder bauordnungsrechtlich verbindliche, gesetzliche Definition einer ausreichenden Belichtung und Besonnung besteht nicht. Die Zumutbarkeit einer Verschattung beurteilt sich nach den Umständen des Einzelfalls.

Die in **DIN 5034-1 (Juli 2011)** geforderte einstündige Besonnungsdauer am **17. Januar** ist als **wohnhygienische Mindestanforderung zur Vermeidung einer gesundheitlichen Beeinträchtigung** zu sehen. Dieser Auffassung ist auch das Bundesverwaltungsgericht (4 A 4.04) gefolgt. Jedoch wird hier vom BVerwG u.a. die DIN 5034-1 als ungeeignete Grundlage für die Grenze der Zumutbarkeit der Verschattung betrachtet: „...dass hygienische oder gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht drohen, genügt

(1) GOSOL [(c) 1987-2022 Dr. Peter Goretzki] wird seit 1986 bei der Bewertung und Optimierung städtebaulicher Planungen eingesetzt und steht seit 1998 den Kommunen in NRW als Referenzprogramm im Rahmen einer Landeslizenz zur Verfügung. Das Berechnungsverfahren und die Bewertungsmethodik ist detailliert dokumentiert in: Peter Goretzki: Passive Sonnenenergienutzung in der Bauleitplanung: Computerunterstützte Bewertungsmethoden, Stuttgart 1993, ISBN 3-926603-23-2.

jedoch nicht, um die Zumutbarkeit einer Verschattung zu bejahen“. Weiter wird vom BVerwG hervorgehoben, dass „In den sonnenarmen Wintermonaten, ... das Sonnenlicht als besonders kostbar empfunden wird“.

Für die **zumutbare Verminderung der Besonnungsdauer** in den Wintermonaten kann die Urteilsbegründung des BVerwG 4 A 4.04 Hinweise liefern. Hier wurden in den Wintermonaten 33% an der Süd- und Westseite (bezugnehmend auf BVerwG 4 A 2.04) als nicht mehr zumutbar (Entschädigungsanspruch), 13% an der Süd- und 17% an der Westseite jedoch als zumutbar bezeichnet. (Fall: Verschattung durch Autobahnbrücke im ländlichen Raum).

Aus **medizinischer Sicht** wird eine Mindestbesonnungsdauer von täglich 15 Minuten um die Mittagszeit im Freien als notwendig erachtet um Vitamin D - Mangelerscheinungen und den hierdurch direkt ausgelösten Krankheiten wie Rachitis, Osteoporose und Augenerkrankungen vorzubeugen. Sonnenlichtmangel wird auch für die Entstehung von (Lungen-) Krebs sowie Herz- / Kreislauferkrankungen und Depressionen mit verantwortlich gemacht (Serotonin-Mangel, hierdurch verminderter Melatonin-Abbau).

Unter Berücksichtigung der UVB-Absorption durch Verglasungen von 80% bis 95% ist hieraus, insbesondere **im Winter** infolge der geringeren Aufenthaltsdauer im Freien, eine zumindest **ein- bis zweieinhalbstündige Besonnungsdauer von Aufenthaltsräumen** zu fordern.

2.1.1 Mindestbesonnungsdauer der ehemaligen DIN 5034

Die DIN 5034-1 (Juli 2011) regelte als „anerkannte Regeln der Technik“ die Mindestanforderungen an die Besonnungsdauer und die Helligkeit, d.h. das Tageslicht von Wohnräumen, Krankenzimmern und vergleichbaren Nutzungen im Rechtsverhältnis zwischen planverfassendem Architekt, Verkäufer/Käufer und Vermieter/Mieter (i.d.R. als vertraglich zugesicherte Eigenschaft). Aus rechtlicher Sicht ist die Anwendung von Normen wie der DIN 5034 grundsätzlich freiwillig, solange sie nicht durch eine verbindliche Regel für eine Anforderung in Bezug genommen werden. Sie ist rechtlich verbindlich, wenn sie Gegenstand von Verträgen zwischen Parteien ist (i.d.R. Architektenvertrag und Bauvertrag) bzw. vorausgesetzt werden kann (Mietvertrag).

Ein **Wohnraum** galt nach DIN 5034-1 als besonnt, wenn Sonnenstrahlen bei einer Sonnenhöhe von mindestens 6° über dem Horizont das Fenster erreichen können. Als Nachweisort gilt die Fenstermitte in Fassadenebene⁽²⁾. Als Verschattungsquellen, welche das Einfallen verhindern, gelten das Gelände, Gebäude und Bäume. Diese bilden nach DIN 5034-1, Nr.3.6 den „natürlichen Horizont“⁽³⁾.

Grundlage der Berechnung ist die astronomische Besonnungsdauer, d.h. die Besonnungsdauer an einem klaren Tag.

In der Neufassung der DIN 5034-1 vom August 2021 wurden die Anforderungen an die „Besonnungsdauer von Wohn- und Aufenthaltsräumen“ aus dem Anwendungsbereich entfernt.

(2) Damit wird auch Streiflicht, welches nicht in den Raum eindringt, als Besonnung gewertet

(3) Bäume werden somit auch im Winter als vollständig lichtundurchlässig angenommen.

2.1.2 Besonnungsdauer nach EN 17037

Wie die DIN 5034-1 (7-2011) bewertet die EN 17037 die Besonnungsdauer für einen Stichtag, welcher zwischen dem 1. Februar und dem 21. März gewählt werden kann.

Insofern ist die DIN EN 17037 hinsichtlich des Stichtags unbestimmt.

Hierbei entspricht eine mögliche Besonnungsdauer von

- 1,5 h dem Empfehlungsniveau „gering“
- 3,0 h dem Empfehlungsniveau „mittel“
- 4,0 h dem Empfehlungsniveau „hoch“.

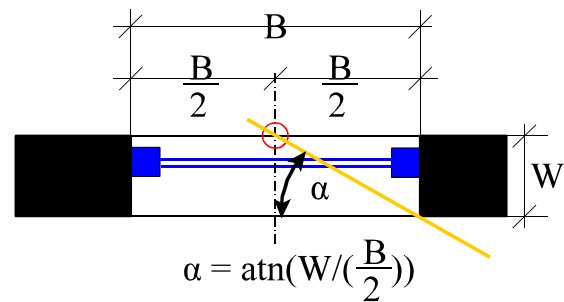


Abb. 1: Lage des Nachweisortes (Kreis) für Besonnung nach EN 17037 im Grundriss

Die DIN EN 17037 liefert jedoch keine konkreten Hinweise, bei welcher Art der Nutzung welche Stufe der Besonnung bzw. Tageslichtversorgung anzuwenden ist.

Die DIN EN 17037 ist rechtlich nur dann verbindlich, wenn sie Gegenstand von Verträgen zwischen Parteien ist. Die DIN EN 17037 ist damit planungs- oder bauordnungsrechtlich nicht verbindlich anwendbar. Bei der DIN EN 17037 befinden sich alle Empfehlungen im informativen Anhang.

Während der Nachweisort nach DIN 5034-1 (7-2011) auf Fassadenebene in Fenstermitte festgelegt ist, liegt er nach EN 17037 auf der Innenseite der Außenwand⁽⁴⁾, womit die Verschattung durch die Fensterlaibung berücksichtigt wird, in einer definierten Höhe von mindestens 0,30m über der Brüstung und 1,20m über dem Fußboden.

Durch die Lage des Nachweisortes auf der Innenseite der Wand schränkt die Fensterlaibung d.h. die Wandstärke den horizontalen Akzeptanzwinkel ein.

Damit zielt die EN 17037 darauf ab, dass zumindest über die Hälfte der horizontalen Öffnungsbreite des Fensters Sonne in den Raum einfallen kann. Nur diese Zeiten werden auf die Besonnungsdauer angerechnet.

Angerechnet werden weiter nur Zeiten, in denen der Höhenwinkel der Sonne über einem Mindestwert liegt. Dieser beträgt nun 11° gegenüber 6° nach DIN 5034-1.

Grundlage der Berechnung ist die astronomische, d.h. die Besonnungsdauer an einem klaren Tag.

Damit stellt die EN 17037 gegenüber der DIN 5034-1 (7-2011), da kein Streiflicht auf der Fassade sondern nur noch der Sonneneinfall in den Raum berücksichtigt wird, höhere Anforderungen an die Besonnungsdauer.

In der Regel ergibt der Berechnungsansatz nach EN 17037 „Innenseite der Außenwand“ gegenüber der Besonnung auf Fassadenebene nach DIN 5034-1 (7-2011) bei Süd-Fassaden eine bis zu 4 Stunden, bei Ost- oder Westfassaden eine bis zu 2 Stunden kürzere Besonnungsdauer.

(4) Der minimale horizontale Einfallswinkel bezogen auf die Fensterebene wird innerhalb von GOSOL jeweils aus der Fensterbreite und Wandstärke bestimmt.

2.1.3 Differenzierte Anforderungen an die Besonnungsdauer hinsichtlich der Wohnqualität

Zeitäquivalente Besonnungsdauer

Gegenüber dem **Berechnungsverfahren** nach DIN 5034-1 bzw. EN 17037, in dem die Besonnungsdauer nur für einen Bezugspunkt berechnet wird, wird für den differenzierten Nachweis der Besonnungsdauer die **mit der unverschatteten Fensterfläche gewichtete Besonnungsdauer** in der vertikalen Fenstermittellachse als Summe der Produkte aus Zeitintervall multipliziert mit dem Anteil der im jeweiligen Zeitintervall unverschatteten Fensterfläche der einzelnen Fenster, entsprechend dem Stand der Technik berechnet.

Die mit der unverschatteten Fensterfläche gewichtete Besonnungsdauer ist damit das Zeitäquivalent eines unverschatteten Fensters.

Anders als nach DIN 17037 erfasst und bewertet die gewichtete Besonnungsdauer damit auch eine Teilverschattung des Fensters durch Geländeformen, Geäst oder Gebäude und lässt damit eine differenzierte und realitätsnähere Beurteilung der Besonnungssituation zu.

Dabei muss der Einfallswinkel der Sonne, aufgrund des einfallswinkelbezogenen Transmissionsgrad der Verglasung, zumindest 15° bezogen auf die Glasebene betragen. Nachweisort ist die Innenseite der Fensterwand.

Laub-Bäume werden hierbei als teiltransparente Verschattungsobjekte behandelt. Die im jeweiligen Zeitintervall von einem Baum verschattete Fensterfläche wird mit dem Verschattungsgrad des Baums multipliziert. Dieser beträgt in der Vegetationsperiode 95%, im belaubungsfreien Zustand, je nach Baumart, zumindest 40%.

Die **gewichtete Besonnungsdauer einer Wohnung** berechnet sich aus der gewichteten Besonnungsdauer der Aufenthaltsräume aller Fassaden.

Damit wird die wahrnehmbare Besonnungsdauer der Räume der Wohnung bewertet.

Vergleich Besonnungsdauer

nach DIN 5034 / DIN EN 17037 vrs. Zeitäquivalente Besonnungsd.

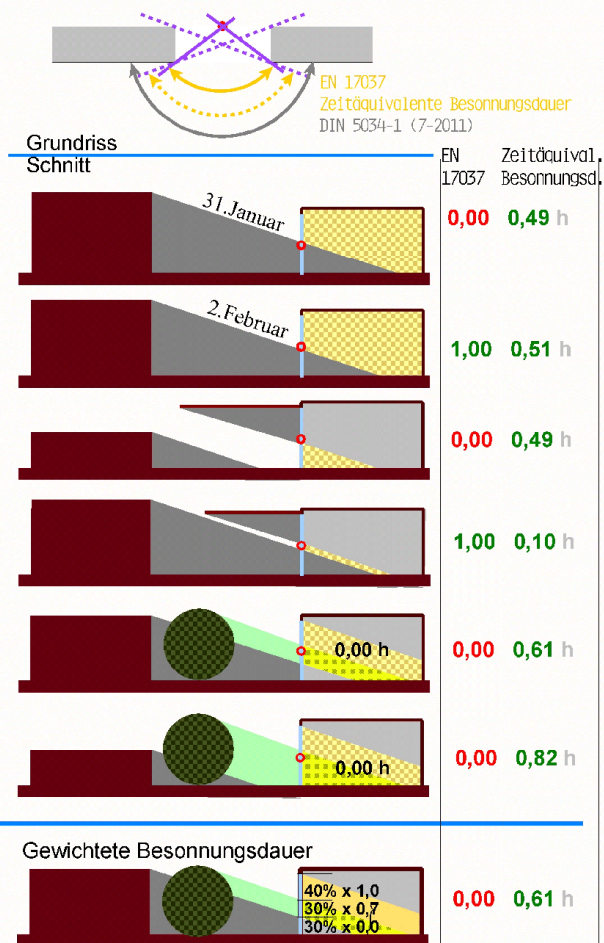


Abb. 2: Vergleich des Berechnungsansatzes der Besonnungsdauer nach EN 17037 (Berechnungspunkt: roter Kreis) mit der gewichteten Besonnungsdauer (Berechnung: unverschatteter Fensteranteil) und deren Auswirkung auf die berechnete Besonnungsdauer.

Gewichtete monatliche Besonnungsdauer

Die gewichtete monatliche Besonnungsdauer verknüpft (multipliziert) im jeweiligen Stundenintervall die gewichtete Besonnungsdauer mit der realen monatlichen Besonnungsdauer (siehe Tab. 1). Damit wird bei der gewichteten monatlichen Besonnungsdauer die Bewölkungshäufigkeit im Zeitintervall mit berücksichtigt. Somit ist eine Aussage über die reale Besonnungsdauer eines Fensters bzw., als Mittelwert der Fenster, der Wohnung möglich.

Meteorologische Besonnungsdauer auf eine horizontale Fläche im langjährigen Mittel für Waiblingen in Stunden je Monat												
Zeit	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,12	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5-6	0,00	0,00	0,00	1,30	5,78	8,62	7,86	3,19	0,19	0,00	0,00	0,00
6-7	0,00	0,00	1,07	7,53	12,98	14,80	14,78	12,32	3,43	0,00	0,00	0,00
7-8	0,00	1,53	7,10	12,85	15,31	16,83	17,05	17,38	10,20	3,29	0,21	0,00
8-9	3,08	6,36	11,76	14,75	17,04	17,33	17,62	19,14	13,91	8,75	4,14	1,72
9-10	8,17	9,97	13,41	15,26	17,75	18,04	18,00	19,58	15,58	11,49	8,39	5,46
10-11	11,84	12,49	14,48	15,36	17,54	17,84	17,90	20,13	17,16	12,77	9,53	8,91
11-12	13,27	13,81	15,07	15,56	17,24	16,52	17,43	20,13	17,25	13,73	9,84	10,22
12-13	12,79	13,48	14,87	15,66	17,34	16,32	17,52	20,13	17,16	13,57	10,77	10,42
13-14	12,55	13,15	14,87	15,46	16,43	16,32	17,62	19,91	17,07	13,49	9,95	9,82
14-15	10,42	12,17	14,39	14,65	16,83	15,51	17,24	19,91	16,14	13,25	9,01	8,40
15-16	6,40	9,97	12,83	14,15	15,92	15,41	16,86	18,81	15,40	12,05	6,22	3,95
16-17	0,47	3,95	9,82	12,24	14,81	13,48	16,29	17,93	13,17	7,87	0,93	0,10
17-18	0,00	0,11	2,33	9,03	13,18	12,98	14,97	15,40	6,96	0,72	0,00	0,00
18-19	0,00	0,00	0,00	2,21	9,33	10,34	11,75	6,82	0,37	0,00	0,00	0,00
19-20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	3,55	2,65	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
20-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22-23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WM												207,0
WHj												547,0
SM												1.211,0
Summe	79,0	97,0	132,0	166,0	209,0	215,0	226,0	231,0	164,0	111,0	69,0	59,0

Tab.1: Besonnungsdauer im Zeitintervall für Waiblingen, adaptiert mit lokalen Klimadaten auf Basis der DIN 4710 für Stuttgart.

2.2 Natürliche Belichtung

2.2.1 Belichtungsquotient

Der im Rahmen der Berechnung ermittelte **Belichtungsquotient** D_F ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke E_p in Fenstermitte und Fassadenebene direkt hinter der Verglasung zur Horizontalbeleuchtungsstärke E_a bei unverbaute Himmelskugel.

$$D_F = E_p / E_a \times 100\%$$

Der Belichtungsquotient D_F entspricht damit dem Tageslichtquotienten D in Fassadenebene. Der Belichtungsquotient berücksichtigt jedoch, anders als der Tageslichtquotient, keinerlei Raumabmessungen, Fensteranordnungen und andere Raumeigenschaften, dagegen jedoch die im Jahresgang wechselnde Verschattung durch Vegetation.

Bei einem Belichtungsquotienten / Himmelslichtquotienten

- von 5 - 8 kann ein Raum geringer Tiefe,
- bei 8 - 11 ein Raum mittlerer Tiefe,
- bei 11-14 ein Raum größerer Tiefe

noch natürlich belichtet werden.

Eine planungs- oder bauordnungsrechtliche gesetzliche Definition hinsichtlich der „ausreichenden“ Beleuchtung mit Tageslicht ist nicht erkennbar. Eine Beleuchtung mit Tageslicht muss jedoch der Bauordnung folgend in ausreichendem Maße gewährleistet sein.

Allgemein wird in der Rechtsprechung oft davon ausgegangen, dass unter Einhaltung der Abstandsflächen und Mindestfenstergrößen der jeweiligen Bauordnung eine „ausreichende Belichtung“ im Sinn „Gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse“ erreicht werden kann.

Hierbei ist jedoch nicht zwangsläufig eine nach DIN 5034-1 „ausreichende Belichtung“ gesichert.

Die **Ableitung der ausreichenden Beleuchtung** mit Tageslicht im Sinn der BO ergibt sich aus den Mindestabstandsflächen der LBO BW. Bei Einhaltung der Mindestabstandsflächen geht der Gesetzgeber davon aus, dass eine „ausreichende Beleuchtung mit Tageslicht“ gesichert ist.

Nach § 6 (3) Nr.2 LBO-BW können gegenüber § 5 LBO-BW geringere Tiefen der Abstandsflächen zugelassen werden, wenn die „Beleuchtung mit Tageslicht sowie Belüftung in ausreichendem Maße gewährleistet bleiben, Gründe des Brandschutzes nicht entgegenstehen und nachbarliche Belange nicht erheblich beeinträchtigt werden“.

Nach § 5 der LBO BW beträgt aktuell die Tiefe der Abstandsfläche allgemein das 0,4-fache der Höhe, d.h. ein Gebäudeabstand mit der 0,8-fachen Höhe der Gebäude und damit ein Abschattungswinkel von $51,3^\circ$.

Die Vergleichsrechnung ergibt für einen Abschattungswinkel von $51,3^\circ$ bei einer unendlich langen Zeile einen Tageslichtquotient in Fassadenebene von 4,4 am Fußpunkt der Fassade bzw. von 4,93 in der Mitte eines geschosshohen EG-Fensters, für eine viergeschossige Bebauung ($GH/TH=11,6m$).

3 Modellbildung / Eingabeparameter

3.1 Geographische Lage - Klimadaten

Der Sonnenstände wurde für die geographische Lage der Wohngebäude Fronackerstraße bestimmt (Klimadaten siehe Tab. 1). Die Sonnenstunden beruhen auf dem langjährigen Mittel der Sonnenstunden nach DIN 4710 für Stuttgart.

3.2 Städtebauliche Modellierung

Die Lage, Ausrichtung und Höhe sowie Höhenlage der bestehenden Gebäude beruht auf dem Katasterplan „Abgrenzungsplan_BP vom 20.12.2021“ sowie dem 3D-Gebäudemodell LOD2 welches beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung in Baden-Württemberg erhoben wurde.

3.3 Modellierung der Gebäude

3.3.1 Fronackerstraße

Die Gebäude Fronackerstraße 17, 19, 21 und 23 wurden anhand der von der Stadt Waiblingen zur Verfügung gestellten Bauvorlagen modelliert.

In den nachfolgenden Tabellen wurde die Bezeichnung der Wohnungen entsprechend der Abb. 3 übernommen.

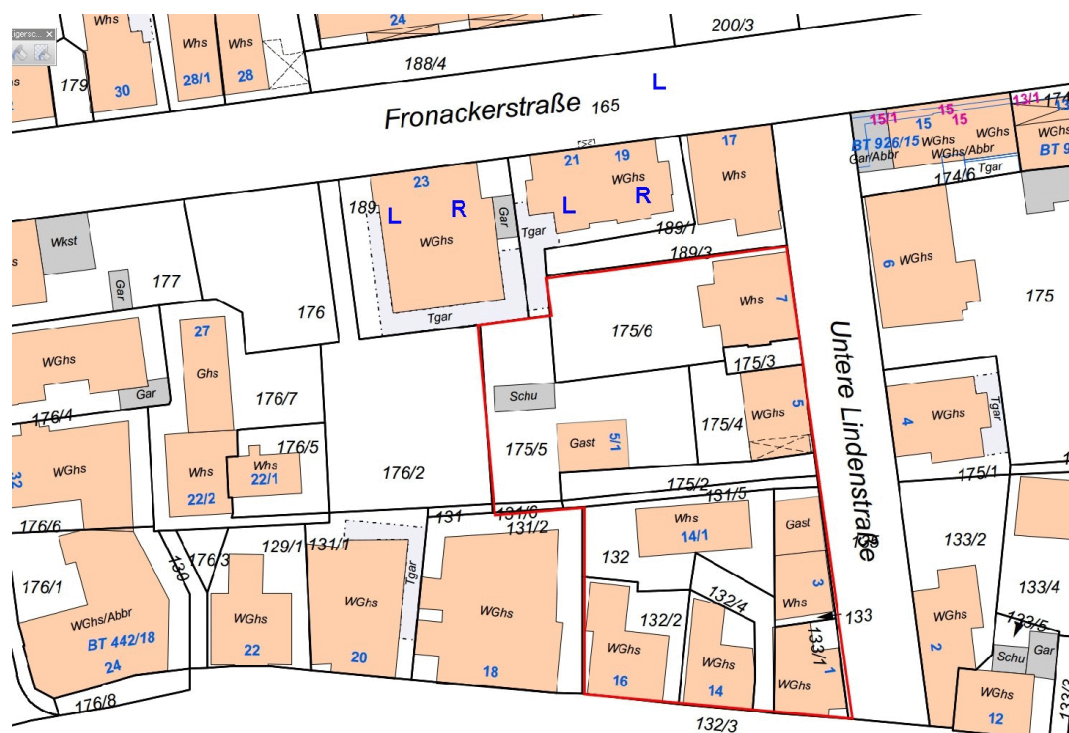


Abb. 3: Lageplan mit Hausnummern der Gebäude / Zuordnung der Wohneinheiten WE in den Tabellen

3.3.3 Umgebende bestehende Gebäude

Die im Umfeld der Gebäude Fronackerstraße 17 bis 23 bestehenden Gebäude wurden aus dem 3D-Gebäudemodell des Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg übernommen.

3.4 Modellierung der Bäume und Gehölze

Die bestehenden Bäume im Umfeld der Gebäude Fronackerstraße 17-23 wurden anhand eines Luftbildes digitalisiert. Die geplanten Bäume wurden dem Bebauungskonzept entnommen (s. Abb. 4). Die Baumhöhe wurde anhand des Schattenwurfs abgeschätzt. Die Baumhöhe beträgt etwa das 1,5-fache des Kronendurchmessers.

Die Lichtdurchlässigkeit LD der Laub-Bäume wurde wie folgt angenommen:

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LD	60%	60%	60%	60%	20%	5%	5%	5%	5%	20%	50%	60%



Abb. 6: Berücksichtigte Bäume im Bestand, Quelle Luftbild: Google

4 Analyse der Besonnungsdauer

Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Die EN 17037 bewertet die Besonnungsdauer für einen Stichtag, welcher zwischen dem 1. Februar und dem 21. März gewählt werden kann.

Nach DIN EN 17037 entspricht eine mögliche Besonnungsdauer von

- 1,5 h dem Empfehlungsniveau „gering“
- 3,0 h dem Empfehlungsniveau „mittel“
- 4,0 h dem Empfehlungsniveau „hoch“.

Der Nachweisort liegt in Fenstermitte auf der Innenseite der Außenwand, womit die Verschattung durch die Fensterlaibung berücksichtigt wird.

Durch die Lage des Nachweisortes auf der Innenseite der Wand schränkt die Fensterlaibung, d.h. die Wandstärke den horizontalen Akzeptanzwinkel und damit die Besonnungsdauer ein.

Damit zielt die EN 17037 darauf ab, dass zumindest über die Hälfte der horizontalen Öffnungsbreite des Fensters Sonne in den Raum einfallen kann. Nur diese Zeiten werden auf die Besonnungsdauer angerechnet. Damit bedeutet eine Besonnungsdauer von 0 Stunden nicht zwangsläufig, dass das Fenster nicht besonnt ist, sondern nur, dass weniger als die Hälfte des Fensters besonnt ist. Es wird hier bei der für den jeweiligen Zeitraum ermittelten Besonnungsdauer, im Gegensatz zur DIN 5034-1 (7-2011), kein Streiflicht auf der Fassade sondern nur die in den Raum einfallende Besonnung berücksichtigt.

Angerechnet werden weiter nur Zeiten, in denen die Sonne 11° über dem Horizont steht. Damit ergibt sich ohne jede Abschattung eine maximal mögliche Besonnungsdauer von 6,45 Stunden am 1. Februar und 7,12 Stunden am 21. März, bei großen Wandstärken bzw. geringer Fensterbreite weniger - bei geringen Wandstärken bzw. großer Fensterbreite mehr.

maximale Sonnenstunden [h] ohne Abschattung							
für Fensterbreite 1,5m und Wandstärke 38 cm							
Zeitraum	Südabweichung						
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
Wintermonate	202	186	125	58	2	0	0
Übergangszeit	401	372	274	180	78	4	0
Sommermonate	234	403	471	392	288	144	12
EN 01. Februar	6,45	5,32	2,25	1,33	0	0	0
EN 21. März	7,12	6,13	4,50	3,03	1,35	0	0

Tab.3: Maximal mögliche Sonnenstunden für Waiblingen im Raum, in Abhängigkeit von der Fensterausrichtung

Zeitäquivalente monatliche Besonnungsdauer

Die mit der unverschatteten Fensterfläche gewichtete Besonnungsdauer ist das Zeitäquivalent eines unverschatteten Fensters.

Anders als nach DIN EN 17037 oder DIN 5034-1 erfasst und bewertet die gewichtete Besonnungsdauer auch eine Teilverschattung des Fensters durch Geländeformen, Geäst oder Gebäude und lässt damit eine differenzierte und realitätsnähere Beurteilung der Besonnungssituation zu.

Entsprechend zur DIN EN 17037 erfolgt die Berechnung der Besonnungsdauer auf der Innenseite der Außenwand, womit die Verschattung durch die Fensterlaibung berücksichtigt wird.

Die mittlere meteorologisch vorhandene „Referenz“- Besonnungsdauer auf die Horizontale ohne Abschattung kann der Tabelle 1, die maximalen Sonnenstunden im Raum ohne Abschattung können der Tabelle 3 entnommen werden.

Die Veränderung der Besonnungsdauer im Winter wird bei

- **über -30%** als **erheblich** (siehe Seite 1: BVerwG 4 A 2.04),
- zwischen **-20% und -30%** als **deutlich**,
- zwischen **-10% und -20%** als **mäßig**,
- zwischen **-5% und -10%** als **gering** und
- bei **weniger als 5%** als **geringfügig** bewertet.

Als weiteres Kriterium wird die absolute Veränderung der Besonnungsdauer herangezogen.

Darstellung

Die mittlere Besonnungsdauer und die Besonnungsdauer der einzelnen Fenster kann den Karten K-1 bis K-10 im **Kartenteil** entnommen werden. Die Farbflächenfüllung stellt die mittlere Besonnungsdauer der Wohnung dar. Die Rechtecke im Fassadenbereich zeigen die Besonnungsdauer des jeweiligen Fensters. Bei Überschreitung des Skalenbereichs wird der Wert gelb dargestellt.

Die **Tabellen** zeigen für jede Wohnung die mittlere Besonnungsdauer im Berechnungszeitraum sowie die maximale Besonnungsdauer, d.h. die Besonnungsdauer des am besten besonnenen Fensters.

Berechnungszeiträume:

Wintermonate	November-Januar
Übergangszeit	Februar-März und September-Oktober
Sommermonate	April-August

4.1 Fronackerstraße 17

Im südlichen EG des Gebäudes Fronackerstraße 17 befinden sich nach den Bauvorlagen Lagerräume, im 1. bis 3. OG Wohnungen.

4.1.1 Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Das Gebäude Fronackerstraße 17 verfehlt am **1. Februar** im Mittel aller Fenster sowohl heute als auch nach Umsetzung des BV im EG, 1.OG und 2.OG das Empfehlungsniveau „gering“. Im 3. OG wird nach Umsetzung des BV das Empfehlungsniveau gering zusätzlich verfehlt. Hierbei vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer zwischen 43% und 94%.

Zum **21. März** verfehlt das Gebäude im Mittel aller Fenster sowohl heute als auch nach Umsetzung des BV im EG und 1.OG das Empfehlungsniveau „gering“. Hierbei vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer im EG um 34%. Im 1. OG verlängert sich die mittlere Besonnungsdauer durch die Fenster des südlichen Vorbaus um 9%.

4.1.2 Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Das Gebäude Fronackerstraße 17 übertrifft heute bei den am besten besonnten Fenstern bereits am 1. Februar im EG und im 1.OG das Empfehlungsniveau „gering“ und im 2.OG und 3.OG das Empfehlungsniveau „mittel“ bzw. „hoch“.

Am 21. März wird im 1.OG, 2.OG und 3.OG das Empfehlungsniveau „mittel“ bzw. „hoch“ und im EG „gering“ erreicht.

Nach Umsetzung des BV wird zum 1. Februar im EG das Empfehlungsniveau „gering“ verfehlt. Hierbei vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer im EG um 81%. Im 3.OG vermindert sich die Besonnungsdauer um 38%, das Empfehlungsniveau vermindert sich von „hoch“ auf „mittel“.

Am 21. März vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer des am besten besonnten Fensters im EG und 2.OG um 13% bzw. 14%.

Im 1.OG ist dagegen beim am besten besonnten Fenster eine Verlängerung der Besonnungsdauer um 10% am 1. Februar und 16% am 21. März zu erwarten. Hier verlängert sich die Besonnungsdauer im südlichen Vorbau während sich die Besonnungsdauer der übrigen südlichen Fenster am 1. Februar erheblich vermindert.

4.1.3 Wintermonate

In den Wintermonaten vermindert sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer, von niedrigem Niveau ausgehend, zwischen 61% im 2.OG bis zu 95% im EG erheblich.

Die maximale zeitäquivalente Besonnungsdauer vermindert sich zwischen 21% und 91% mäßig bis erheblich.

4.1.4 Übergangszeit

In der Übergangszeit vermindert sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer, von niedrigem Niveau ausgehend, zwischen 12% im 2.OG bis zu 59% im EG mäßig bis erheblich. Die maximale zeitäquivalente Besonnungsdauer vermindert sich zwischen

7% im 2.OG, 19% im 3.OG und 44% im EG gering bis erheblich, im 1. OG ist eine geringfügige Verlängerung um 1% zu erwarten.

4.1.5 Sommermonate

Die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer verkürzt sich im EG um 7% gering während sich diese im 1.OG um 21% verlängert und im 2. und 3. OG unverändert bleibt. Die maximale Besonnungsdauer verlängert sich im 1.OG um 23% und bleibt ansonsten unverändert.

4.1.6 Belichtungsquotient

Der maximale Belichtungsquotient BQ bleibt unverändert, der mittlere Belichtungsquotient vermindert sich zwischen 1% bis 10% gering. Im EG wird dann ein mittlerer BQ von 5,8, im 1.OG von 8,8 und im 2.OG von 12,3 erreicht. Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist damit weiterhin gesichert.

4.1.7 Zusammenfassung

Die Besonnungsdauer des Gebäudes Fronackerstraße 17 wird insbesondere in den Wintermonaten erheblich, in der Übergangszeit spürbar beeinträchtigt.

Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist weiterhin gesichert.

4.2 Fronackerstraße 19/21

Im EG des Gebäudes Fronackerstraße 19/21 befindet sich nach den Bauvorlagen eine Nutzung als Büro, in den oberen Geschossen Wohnungen.

4.2.1 Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Das Gebäude Fronackerstraße 19/21 übertrifft heute am 1. Februar das Empfehlungsniveau „gering“ bis „mittel“.

Nach Umsetzung des BV wird am 1. Februar im EG, 1.OG und 2.OG das Empfehlungsniveau „gering“ deutlich verfehlt. Hierbei vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer zwischen 58% und 100% erheblich.

Zum 21. März wird heute das Empfehlungsniveau „gering/mittel“ im EG bis „hoch“ im 3.OG erreicht.

Nach Umsetzung des BV verfehlt das EG das Empfehlungsniveau „gering“. Hierbei vermindert sich infolge des BV im EG die Besonnungsdauer um 51%, im 1.OG und 2.OG zwischen 7% und 30%.

4.2.2 Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Das Gebäude Fronackerstraße 19/21 übertrifft am 1. Februar und 21. März heute beim am besten besonnenen Fenster das Empfehlungsniveau „hoch“ deutlich.

Nach Umsetzung des BV verfehlen zum 1. Februar das EG und die östlichen Wohnungen im 1. und 2.OG das Empfehlungsniveau „gering“ und auch bei den westlichen

Wohnungen ist eine starke Verminderung der Besonnungsdauer festzustellen. Hierbei vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer zwischen 53% und 100% erheblich.

Zum 21.März wird in den oberen Geschossen nach wie vor das Empfehlungsniveau „hoch“ erreicht, im EG jedoch infolge des BV knapp verfehlt. Hierbei vermindert sich infolge des BV die Besonnungsdauer im EG um 50%, im 1.OG um bis zu 19% und im 2.OG um bis zu 14%.

4.2.3 Wintermonate

In den Wintermonaten vermindert sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer, von mittlerem Niveau ausgehend, zwischen 38% im 3.OG bis zu 98% im 1.OG/EG erheblich.

Die maximale zeitäquivalente Besonnungsdauer vermindert sich zwischen 37% und 96% ebenfalls erheblich.

4.2.4 Übergangszeit

In der Übergangszeit vermindert sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer, von niedrigem bis mittlerem Niveau ausgehend, um 3% im 3.OG bis zu 67% im EG geringfügig bis erheblich.

Die maximale zeitäquivalente Besonnungsdauer vermindert sich zwischen 2% im 3.OG, 26% bis 47% im 1./2.OG und 65% im EG geringfügig bis erheblich.

4.2.5 Sommermonate

Die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer verkürzt sich zwischen 5% im EG und 0% im 3.OG nur geringfügig.

Die maximale Besonnungsdauer verkürzt sich zwischen 6% im EG und 0% in den Obergeschossen nur unwesentlich.

4.2.6 Belichtungsquotient

Der maximale Belichtungsquotient vermindert sich zwischen geringfügigen 3% im 3.OG, 16-29% im 1./2.OG bis 37% im EG deutlich bis erheblich.

Der mittlere Belichtungsquotient vermindert sich zwischen 10% bis 32%.

Im EG wird dann ein mittlerer BQ von 6,1, im 1.OG von 7,7 bzw. 5,5 und im 2.OG von 11,9 bzw. 9,7 erreicht.

Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist damit weiterhin gesichert.

4.2.7 Zusammenfassung

Die Besonnungsdauer des Gebäudes Fronackerstraße 19/21 wird in den Wintermonaten und der Übergangszeit erheblich beeinträchtigt. Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist weiterhin gesichert.

4.3 Fronackerstraße 23

Im EG des Gebäudes Fronackerstraße 23 befindet sich nach den Bauvorlagen eine gewerbliche Nutzung mit Aufenthaltsräumen im südwestlichen Bereich, im 1. OG eine Nutzung als Büro und in den beiden oberen Geschossen Wohnungen.

4.3.1 Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Das Gebäude Fronackerstraße 23 übertrifft heute am 1. Februar das Empfehlungsniveau „gering/mittel“ bzw. „hoch“ im EG.

Nach Umsetzung des BV fallen die östlichen Wohnungen im 1. OG und 2. OG unter das Empfehlungsniveau „gering“. Hierbei verkürzt sich die Besonnungsdauer um 45% bzw. 48%. Im EG verkürzt sich die Besonnungsdauer um 43% und das Empfehlungsniveau vermindert sich auf „gering/mittel“. Bei den übrigen Wohnungen verkürzt sich die Besonnungsdauer zwischen 8% und 12%.

Zum 21. März wird heute das Empfehlungsniveau „mittel“ bzw. „hoch“ übertroffen. Nach Umsetzung des BV fällt die Besonnungsdauer vom EG bis zum 2. OG auf das Empfehlungsniveau „gering“ bzw. „mittel“ zurück. Die Besonnungsdauer vermindert sich im EG um 53%, im 1. OG zwischen 16% und 36% und im 2. OG zwischen 7% und 15%.

4.3.2 Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Das Gebäude Fronackerstraße 23 übertrifft beim jeweils am besten besonnenen Fenster am 1. Februar und 21. März nach wie vor das Empfehlungsniveau „hoch“.

Die Besonnungsdauer vermindert sich am 21. März zwischen 36% im EG, 41% bzw. 22% im 1. OG und 0% im 3. OG nicht bis erheblich und am 1. Februar zwischen 9% bei der westlichen Wohneinheit im 2. OG und 33% bei der östlichen Wohneinheit im 1. OG gering bis erheblich. Hierbei sind insbesondere die östlichen Wohneinheiten betroffen.

4.3.3 Wintermonate

In den Wintermonaten vermindert sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer, von mittlerem Niveau ausgehend, zwischen 5% bei den westlichen Wohnungen im OG bis zu 43% im EG und 34% bzw. 41% bei den östlichen OG-Wohnungen gering bis erheblich.

Die maximale Besonnungsdauer vermindert sich zwischen 7% bei der westlichen Wohnung im 2. OG und 32% im EG.

4.3.4 Übergangszeit

In der Übergangszeit vermindert sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer, von niedrigem bis mittlerem Niveau ausgehend, zwischen 2% im 3. OG und 43% im EG geringfügig bis erheblich.

Die maximale zeitäquivalente Besonnungsdauer vermindert sich zwischen 0% und 32% nicht bis erheblich. Hiervon sind insbesondere das EG und die östlichen Wohnungen betroffen.

4.3.5 Sommermonate

Die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer verkürzt sich im EG um 37% erheblich und in den oberen Geschossen mit 0% bis 2% nur unwesentlich.

Die maximale Besonnungsdauer vermindert sich im EG um 26%.

4.3.6 Belichtungsquotient

Der mittlere Belichtungsquotient vermindert sich zwischen 3% und 28% gering bis deutlich. Der maximale Belichtungsquotient vermindert sich zwischen 0% bis 26% nicht bis deutlich.

Im EG wird dann ein mittlerer BQ von 7,2, im 1.OG von 11,3 bzw. 9,0 und im 2.OG von 16,4 bzw. 13,5 erreicht.

Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist damit weiterhin gesichert.

4.3.7 Zusammenfassung

Die Besonnungsdauer der östlichen Bereiche des Gebäudes Fronackerstraße 23 wird im Winter vom EG bis zum 2. OG und in der Übergangszeit im EG und 1.OG erheblich beeinträchtigt. Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist weiterhin gesichert.

5 Zusammenfassung und Bewertung

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1.1 Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Die Besonnungsdauer nach DIN EN 17037 vermindert sich durch die vorgelegte Planung gegenüber der heutigen Bebauung insbesondere bei den Gebäuden Fronackerstraße 17 und 19/21 aber auch in den östlichen Bereichen des Gebäudes Fronackerstraße 23 zum Stichtag 1.Februar um bis zu 100%, zum Stichtag 21.März um bis zu 53% erheblich. Das Empfehlungsniveau „gering“ wird infolge des BV nun oftmals verfehlt.

5.1.2 Mittlere Besonnungsdauer in den Wintermonaten

In den Wintermonaten von November bis Januar verkürzt sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer durch die vorgelegte Planung gegenüber der heutigen Bebauung bei allen untersuchten Gebäuden und Wohnungen, um bis zu 98%, überwiegend erheblich um mehr als 34%. Lediglich die westlichen Wohnungen im 1.OG und 2.OG sowie das Dachgeschoss im Gebäude Fronackerstraße 23 weisen eine geringe Verminderung von 5% bis maximal 10% auf.

5.1.3 Mittlere Besonnungsdauer in der Übergangszeit

In der Übergangszeit, d.h. den Monaten Februar, März, September und Oktober verkürzt sich die mittlere zeitäquivalente Besonnungsdauer durch die vorgelegte Planung gegenüber der heutigen Bebauung um bis zu 67%. Hiervon ist insbesondere das

Gebäude Fronackerstraße 19/21, der östliche Bereich Fronackerstraße 23 sowie das EG Fronackerstraße 17 betroffen.

5.1.4 Mittlere Besonnungsdauer in den Sommermonaten

In den Sommermonaten April bis August verkürzt sich die zeitäquivalente Besonnungsdauer durch die vorgelegte Planung gegenüber der heutigen Bebauung im EG Fronackerstraße 23 um 37% erheblich, im 1.OG Fronackerstraße 17 ist dagegen eine Verlängerung um 21% zu erwarten.

5.1.5 Belichtungsquotient

Eine im Sinn der LBO-BW ausreichende Belichtung ist weiterhin gesichert.

5.2 Gutachterliche Bewertung

Durch die vorgelegte Planung „Lindenquartier“ wird die Besonnung der Gebäude Fronackerstraße 17, 19, 21 und 23 gegenüber der heutigen Situation spürbar beeinträchtigt.

Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Baugrundstück bisher im nordwestlichen Teilbereich unbebaut ist und somit heute eine privilegierte Besonnungssituation der Gebäude Fronackerstraße 19, 21 und 23 besteht.

Weiter weisen nach den Bauvorlagen die EG Bereiche der Gebäude Fronackerstraße 17, 19, 21 und 23 nur gewerblich bzw. als Büro genutzte Räume auf. Inwieweit hierfür Anforderungen an die Besonnung geltend gemacht werden können ist unklar.

Die Bäume an der nördlichen Grundstücksgrenze des Bauvorhabens sind in der angenommenen Höhe nicht verschattungswirksam. Falls die Bäume hier entfallen verändert sich das Ergebnis nicht.

Stuttgart, den 26. Februar 2022

Dr.-Ing. Peter Goretzki

Dipl.-Ing. Architektur+Stadtplanung

Sachverständiger für energieeffiziente Bauleitplanung, Besonnung, Belichtung und Bauphysik

6 Tabellenteil

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Besonnungsdauer heute und nach Umsetzung des Bauvorhabens sowie die Veränderung der mittleren Besonnungsdauer und der maximalen Besonnungsdauer, d.h. der Besonnungsdauer des am besten besonnten Fensters:

- Nach DIN EN 17037

Wird das Empfehlungsniveau „gering“ unterschritten sind die Besonnungsstunden rot markiert

- Für die Wintermonate November-Januar und die Übergangszeit Februar-März/September-Oktober
- Für die Sommermonate April-August und den Belichtungsquotient

für die Wohnungen der Gebäude:

- Fronackerstraße 17
- Fronackerstraße 19/21
- Fronackerstraße 23

6.1 Besonnungsdauer nach DIN EN 17037

Mittlere Besonnungsdauer nach DIN EN 17037									
Fronackerstr.		am 1. Februar				am 21. März			
Heute		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	0,48	0,60	0,89	1,77	0,68	1,25	1,92	2,96
19/21_EG	2	1,98				2,54			
21_OG_L	3		2,78	3,06			3,21	4,07	
19_OG_R	4		2,09	2,41			2,94	3,16	
19/21_DG	5				3,46				4,86
23_EG	6	4,69				6,54			
23_OG_L	7		3,02	3,02			4,35	4,35	
23_OG_R	8		2,61	2,61			3,87	4,04	
23_DG	9				2,73				4,52
Bauvorhaben		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	0,03	0,31	0,51	0,82	0,45	1,36	1,70	2,96
19/21_EG	2	0,09				1,25			
21_OG_L	3		0,71	1,27			2,76	3,76	
19_OG_R	4		0,00	0,28			2,05	2,93	
19/21_DG	5				3,07				4,86
23_EG	6	2,69				3,08			
23_OG_L	7		2,65	2,78			3,64	4,05	
23_OG_R	8		1,36	1,43			2,46	3,43	
23_DG	9				2,52				4,52
Veränderung %		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	-94%	-48%	-43%	-54%	-34%	9%	-11%	0%
19/21_EG	2	-95%	-	-	-	-51%	-	-	-
21_OG_L	3	-	-74%	-58%	-	-	-14%	-8%	-
19_OG_R	4	-	-100%	-88%	-	-	-30%	-7%	-
19/21_DG	5	-	-	-	-11%	-	-	-	0%
23_EG	6	-43%	-	-	-	-53%	-	-	-
23_OG_L	7	-	-12%	-8%	-	-	-16%	-7%	-
23_OG_R	8	-	-48%	-45%	-	-	-36%	-15%	-
23_DG	9	-	-	-	-8%	-	-	-	0%

Maximale Besonnungsdauer nach DIN EN 17037									
Fronackerstr.		am 1.Februar				am 21.März			
Heute		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	2,38	2,58	3,57	5,42	2,67	3,05	4,52	6,60
19/21_EG	2	6,12				7,87			
21_OG_L	3		6,42	6,42			8,33	8,85	
19_OG_R	4		5,95	6,33			7,78	8,35	
19/21_DG	5				6,42				8,90
23_EG	6	6,22				8,45			
23_OG_L	7		6,42	6,42			8,88	8,88	
23_OG_R	8		6,42	6,42			8,85	8,88	
23_DG	9				6,42				8,78
Bauvorhaben		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	0,45	2,83	3,02	3,37	2,33	3,53	3,90	6,60
19/21_EG	2	0,83				3,92			
21_OG_L	3		1,70	3,00			6,75	7,77	
19_OG_R	4		0,00	1,38			6,53	7,18	
19/21_DG	5				6,10				8,90
23_EG	6	4,87				5,38			
23_OG_L	7		5,45	5,82			6,90	8,07	
23_OG_R	8		4,28	4,60			5,25	7,20	
23_DG	9				5,67				8,78
Veränderung %		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	-81%	10%	-15%	-38%	-13%	16%	-14%	0%
19/21_EG	2	-86%	-	-	-	-50%	-	-	-
21_OG_L	3	-	-74%	-53%	-	-	-19%	-12%	-
19_OG_R	4	-	-100%	-78%	-	-	-16%	-14%	-
19/21_DG	5	-	-	-	-5%	-	-	-	0%
23_EG	6	-22%	-	-	-	-36%	-	-	-
23_OG_L	7	-	-15%	-9%	-	-	-22%	-9%	-
23_OG_R	8	-	-33%	-28%	-	-	-41%	-19%	-
23_DG	9	-	-	-	-12%	-	-	-	0%

6.2 Zeitäquivalente Besonnungsdauer und Belichtungsquotient

Mittlere Zeitäquivalente Besonnungsdauer [h]									
Fronackerstr.		Wintermonate				Übergangszeit			
Heute		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	5,91	10,70	17,82	32,39	33,39	58,14	71,11	130,92
19/21_EG	2	39,31				130,87			
21_OG_L	3		64,43	77,38			140,28	189,17	
19_OG_R	4		46,75	53,60			121,94	134,28	
19/21_DG	5				89,28				239,02
23_EG	6	29,49				215,32			
23_OG_L	7		60,23	81,48			135,12	211,69	
23_OG_R	8		45,51	63,20			99,75	170,37	
23_DG	9				70,92				198,27
Bauvorhaben		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	0,29	3,88	6,98	11,23	13,81	44,23	62,65	110,43
19/21_EG	2	1,00				43,39			
21_OG_L	3		17,74	26,36			81,93	155,86	
19_OG_R	4		1,13	1,60			59,32	90,53	
19/21_DG	5				55,21				232,24
23_EG	6	16,77				122,57			
23_OG_L	7		56,34	77,26			121,53	199,43	
23_OG_R	8		26,89	42,01			61,52	134,78	
23_DG	9				63,61				194,31
Veränderung %		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	-95%	-64%	-61%	-65%	-59%	-24%	-12%	-16%
19/21_EG	2	-97%	-	-	-	-67%	-	-	-
21_OG_L	3	-	-72%	-66%	-	-	-42%	-18%	-
19_OG_R	4	-	-98%	-97%	-	-	-51%	-33%	-
19/21_DG	5	-	-	-	-38%	-	-	-	-3%
23_EG	6	-43%	-	-	-	-43%	-	-	-
23_OG_L	7	-	-6%	-5%	-	-	-10%	-6%	-
23_OG_R	8	-	-41%	-34%	-	-	-38%	-21%	-
23_DG	9	-	-	-	-10%	-	-	-	-2%

Maximale Zeitäquivalente Besonnungsdauer [h]									
Fronackerstr.		Wintermonate				Übergangszeit			
Heute		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	42,47	59,37	82,58	129,38	130,39	161,24	199,60	312,99
19/21_EG	2	115,64				396,27			
21_OG_L	3		148,56	167,80			422,74	434,80	
19_OG_R	4		153,45	161,67			415,37	425,23	
19/21_DG	5				169,46				438,12
23_EG	6	40,63				283,54			
23_OG_L	7		113,46	164,51			221,94	400,85	0,00
23_OG_R	8		116,58	168,84			207,78	403,33	0,00
23_DG	9				174,25				403,96
Bauvorhaben		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	3,75	47,11	57,72	64,89	73,00	163,06	185,23	251,98
19/21_EG	2	5,38				138,91			
21_OG_L	3		37,33	53,21			222,84	323,32	
19_OG_R	4		5,43	6,89			251,04	301,31	
19/21_DG	5				107,46				427,61
23_EG	6	27,79				195,92			
23_OG_L	7		100,88	152,81			221,94	367,86	
23_OG_R	8		84,66	132,03			141,18	326,05	
23_DG	9				149,06				391,11
Veränderung %		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	-91%	-21%	-30%	-50%	-44%	1%	-7%	-19%
19/21_EG	2	-95%	-	-	-	-65%	-	-	-
21_OG_L	3	-	-75%	-68%	-	-	-47%	-26%	-
19_OG_R	4	-	-96%	-96%	-	-	-40%	-29%	-
19/21_DG	5	-	-	-	-37%	-	-	-	-2%
23_EG	6	-32%	-	-	-	-31%	-	-	-
23_OG_L	7	-	-11%	-7%	-	-	0%	-8%	-
23_OG_R	8	-	-27%	-22%	-	-	-32%	-19%	-
23_DG	9	-	-	-	-14%	-	-	-	-3%

Mittlere Zeitäquivalente Besonnungsdauer [h]									
Fronackerstr.		Sommermonate				Belichtungsquotient			
Heute		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	50,68	110,36	124,07	165,99	6,49	8,90	12,58	16,47
19/21_EG	2	201,45				8,89			
21_OG_L	3		180,08	277,53			10,23	14,14	
19_OG_R	4		154,79	201,58			8,09	12,13	
19/21_DG	5				346,02				18,36
23_EG	6	441,10				10,01			
23_OG_L	7		158,13	292,94			11,67	17,07	
23_OG_R	8		93,60	242,45			10,70	16,14	
23_DG	9				378,10				18,02
Bauvorhaben		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	47,11	134,00	124,42	165,99	5,83	8,77	12,29	15,65
19/21_EG	2	192,21				6,05			
21_OG_L	3		177,99	277,41			7,71	11,88	
19_OG_R	4		153,62	201,58			5,47	9,70	
19/21_DG	5				346,02				16,53
23_EG	6	279,43				7,19			
23_OG_L	7		156,93	292,94			11,31	16,44	
23_OG_R	8		92,15	242,37			8,96	13,46	
23_DG	9				378,10				17,07
Veränderung %		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	-7%	21%	0%	0%	-10%	-1%	-2%	-5%
19/21_EG	2	-5%	-	-	-	-32%	-	-	-
21_OG_L	3	-	-1%	0%	-	-	-25%	-16%	-
19_OG_R	4	-	-1%	0%	-	-	-32%	-20%	-
19/21_DG	5	-	-	-	0%	-	-	-	-10%
23_EG	6	-37%	-	-	-	-28%	-	-	-
23_OG_L	7	-	-1%	0%	-	-	-3%	-4%	-
23_OG_R	8	-	-2%	0%	-	-	-16%	-17%	-
23_DG	9	-	-	-	0%	-	-	-	-5%

Maximale Zeitäquivalente Besonnungsdauer [h]									
Fronackerstr.		Sommermonate				Belichtungsquotient			
Heute		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	241,03	286,71	324,19	334,89	9,59	12,77	16,98	19,00
19/21_EG	2	560,72				14,69			
21_OG_L	3		567,26	568,74			16,77	18,23	
19_OG_R	4		568,14	568,76			17,43	18,12	
19/21_DG	5				568,76				19,61
23_EG	6	509,74				11,87			
23_OG_L	7		433,61	445,34			16,85	18,63	
23_OG_R	8		278,79	397,67			13,88	16,99	
23_DG	9				543,10				19,75
Bauvorhaben		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	241,03	351,81	324,19	334,89	9,59	12,77	16,98	19,00
19/21_EG	2	529,25				9,25			
21_OG_L	3		560,25	568,36			12,06	15,27	
19_OG_R	4		568,56	568,76			12,41	14,83	
19/21_DG	5				568,76				18,97
23_EG	6	379,05				8,73			
23_OG_L	7		433,61	445,34			16,85	18,63	
23_OG_R	8		278,79	397,51			13,88	15,80	
23_DG	9				543,10				19,75
Veränderung %		EG	1.OG	2.OG	3.OG	EG	1.OG	2.OG	3.OG
17	1	0%	23%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
19/21_EG	2	-6%	-	-	-	-37%	-	-	-
21_OG_L	3	-	-1%	0%	-	-	-28%	-16%	-
19_OG_R	4	-	0%	0%	-	-	-29%	-18%	-
19/21_DG	5	-	-	-	0%	-	-	-	-3%
23_EG	6	-26%	-	-	-	-26%	-	-	-
23_OG_L	7	-	0%	0%	-	-	0%	0%	-
23_OG_R	8	-	0%	0%	-	-	0%	-7%	-
23_DG	9	-	-	-	0%	-	-	-	0%