

Solarbüro für energieeffiziente Stadtplanung

Solar+energetische Analyse und Optimierung

Gemeinde Aidlingen

Bebauungsplan-Entwurf Mönchhalde

Planungsstand 9. Dezember 2014

Textteil

Auftraggeber:

Gemeinde Aidlingen

Durchführung der Untersuchung:

SOLARBÜRO Dr.-Ing. Peter Goretzki
Büro für energieeffiziente Stadtplanung, Energiesimulation + Besonnungsgutachten
70619 Stuttgart, Zinsholzstraße 11

Tel. 0711 / 473994
post@gosol.de
www.gosol.de

Stuttgart, den 5. Januar 2015

1	Einführung	1
2	Bewertungskriterien	1
2.1	Verfügbarer passiver Solargewinn	1
2.2	Spezifischer Wärmeverlust	3
2.3	Spezifischer Jahres-Heizwärmebedarf	4
2.4	Spezifischer Jahres-Primärheizenergiebedarf	4
2.5	Besonnungsdauer	5
2.6	Anforderungen an die Besonnungsdauer	5
2.6.1	Mindestbesonnungsdauer nach DIN 5034	5
2.6.2	Differenzierte Anforderungen an die Besonnungsdauer hinsichtlich der Wohnqualität	6
3	Modellbildung / Eingabeparameter	7
3.1	Klimadaten	7
3.2	Gebäudemodellierung	7
3.2.1	Bestehende Gebäude - angrenzende Bebauungspläne	7
3.2.2	Geplante Baukörper - Dachformen	7
3.2.3	Wohnflächen WF	8
3.2.4	Baulicher Wärmeschutz	8
3.2.5	Fensterflächen	8
3.2.6	Glasart	8
3.2.7	Energetische Eigenschaften	9
3.3	Solarkollektoren	9
3.4	Modellierung der Bäume	9
3.5	Städtebauliche Modellierung	10
4	Solar+energetische Analyse des Planungsgriffs	11
4.1	Passiv-solare Heizwärmebilanz	11
4.1.1	Verfügbarer Solargewinn	11
4.1.2	Passiv-solare Heizenergiebilanz	13
4.2	Solarthermie	14
4.3	Wohnflächenspezifischer Jahres-Primärenergiebedarf Q_{p}	14
5	Besonnung	15
5.1	Besonnung im Gebäudebestand	15
5.1.1	Besonnungsdauer nach DIN 5034	15
5.1.2	Mittlere mögliche gewichtete Besonnungsdauer der Gebäude ...	16
5.2	Besonnung im Planungsbereich	18
5.2.1	Besonnungsdauer nach DIN 5034	18
5.2.2	Mittlere mögliche gewichtete Besonnungsdauer der Gebäude ...	19
5.3	Zusammenfassung	21
5.3.1	Passiv-solarer Heizenergiebedarf	21
5.3.2	Besonnungsdauer im Gebäudebestand	22
5.3.3	Besonnungsdauer im Planbereich	23
5.4	Empfehlungen	24

VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

a	Heizperiode
BWB	Bruttowärmebedarf [kWh/a]
Ein	Sonnenenergieeinstrahlung [kWh/a]; [MWh/a]
e_p	Anlagenaufwandszahl nach DIN 4701-10 [-]
Heiz	Heizwärmebedarf [kWh/a]; [MWh/a]
U_m	mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]
SDG	Solarer Deckungsgrad
SOL	genutzte Sonnenenergieeinstrahlung [kWh/a]; [MWh/a]
SOLm ²	mittlerer Solargewinn je Quadratmeter Fensterfläche [kWh/m ² _{Fe} a]
Q'_{BWB}	wohnflächenspezifischer Bruttowärmebedarf [kWh/m ² _{WF} a]
Q'_{Ein}	wohnflächenspezifisch eingestrahlte Sonnenenergie [kWh/m ² _{WF} a]
Q'_{heiz}	wohnflächenspezifischer Heizwärmebedarf nach DIN EN 832 / DIN 18599 [kWh/m ² _{WF} a]
Q'_{int}	wohnflächenspezifische interne Wärmequellen [kWh/m ² _{WF} a]
$Q'_{P, heiz}$	wohnflächenspezifischer Primär-Heizenergiebedarf für Raumwärme nach EnEV [kWh/m ² _{WF} a]
Q'_{Sol}	wohnflächenspezifisch genutzte Sonnenenergie [kWh/m ² _{WF} a]
%Ein	verfügbare Sonnenenergieeinstrahlung [%]
%SOL	verfügbarer Solargewinn [%]
A_N	Nutzfläche nach EnEV ($A_N = V \times 0,32$) [m ²]
BGF	Bruttogeschossfläche [m ²]
DN	Dachneigung [°]
EFH	Erdgeschossfußbodenhöhe [m ü.NN]
FH	Firsthöhe [m]
GrF	Grundfläche [m ²]
L	Gebäudelänge [m]
NF	Nutzfläche [m ²]
T	Gebäudetiefe [m]
TH	Traufhöhe [m]
WF	Wohnfläche [m ²] entsprechend der Wohnflächenverordnung
Z	Anzahl der Vollgeschosse

GESETZE UND VERORDNUNGEN

BauNVO	Baunutzungs-Verordnung
BauGB	Baugesetzbuch
EnEG	Energieeinspargesetz
BO	Landesbauordnung
EnEV	Energieeinsparverordnung
DIN 4108	Jahresheizwärmebedarf von Gebäuden
DIN 4701	Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen
DIN 4710	Meteorologische Daten zur Berechnung des Energieverbrauchs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen
DIN 5034	Tageslicht in Innenräumen, Juli 2011
DIN EN 832	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizwärmebedarfs; Wohngebäude
DIN 18599	Energetische Bewertung von Gebäuden
EEWärmeG	Erneuerbare Energien Wärmegesetz

1 Einführung

Untersuchungsmethodik

Die solar+energetische Analyse und Optimierung der Entwurfskonzeption erfolgt mit Hilfe des städtebaulichen Energiesimulationsprogramms GOSOL⁽¹⁾, welches unter Anwendung des Berechnungsansatzes der DIN 18599 die monatlichen Heizwärmehumsätze der einzelnen Gebäude, unter besonderer Berücksichtigung der individuellen passiven Solargewinne bilanziert.

Die Grundlage der energetischen Simulation bildet ein **vollständiges, dreidimensionales, digitales Computermodell** der Gebäude, Vegetation und Topographie des Planungsgebiets.

Bei der Berechnung der Solargewinne werden neben den lokalen Klimadaten⁽²⁾ sowohl die Gebäudeorientierung und die Verschattung durch Nachbargebäude als auch die jahreszeitlich wechselnde Verschattung durch Vegetation und die Verschattung durch die Topographie des Planungsgebietes berücksichtigt. Auf dieser Basis bestimmt GOSOL die stündliche Sonnenenergieeinstrahlung für jedes einzelne Fenster bzw. jede Kollektor-/Photovoltaikanlage im Tagesgang.

Die Ermittlung der Besonnungsdauer erfolgt, um eine Aussagegenauigkeit von einer zehntel Stunde zu erreichen, in 6 Minuten-Schritten.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgt entsprechend DIN 18599 nach dem Monatsbilanzverfahren.

Die Berechnung des spezifischen Heizwärmebedarfs erfolgt für die nach der Verordnung für wohnungswirtschaftliche Berechnungen WoFIV (entsprechend ehemaliger DIN 283) ermittelte, beheizte Wohnfläche.

2 Bewertungskriterien

2.1 Verfügbarer passiver Solargewinn

Grundlage für die **passiv solare Bewertung** ist der "**verfügbare Solargewinn**" in Prozent. Diese Größe beschreibt für jedes (individuell orientierte und verschattete) Gebäude im Untersuchungsgebiet den während der Heizperiode zur Substitution von Heizwärme "**genutzten**"⁽³⁾ **Solargewinn** und zwar **im Vergleich zu einem optimal orientierten, unverschatteten Gebäude gleichen Typs**.

(1) GOSOL [(c) 1987-2013 Dr. Peter Goretzki] wird seit 1986 bei der Bewertung und Optimierung städtebaulicher Planungen eingesetzt. 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.

(2) Monatliches Mittel der Außentemperatur, Globalstrahlung, Diffusstrahlung; Trübungsfaktor; Normalstrahlung/Sonnenstunden im Tagesgang.

(3) Durch die Beschränkung auf die "nutzbaren" Solargewinne werden Situationen erfasst, in denen zeitweise die Solareinstrahlung den Heizwärmebedarf übersteigt und damit zu einer Überwärmung des Gebäudes führen würde. Die Solare Energieeinstrahlung muss dann teilweise abgelüftet werden. Sie kann damit nicht vollständig in der Heizwärmebilanz positiv eingerechnet werden.

Der verfügbare Solargewinn als Quotient aus:

$$\frac{\text{nutzbarem Solargewinn eines individuell orientierten und verschatteten Gebäudes}}{\text{zum maximal erreichbaren solarenergetischen Optimum⁽⁴⁾ des gleichen Gebäudes}} \cdot 100 [\%]$$

quantifiziert somit das Potential des individuell verfügbaren passiven Solargewinns eines Gebäudes bzw. einer Planung nach Abzug der Summe der durch **alle** ungünstigen städtebaulichen Voraussetzungen entstehenden **solaren Verluste**. Damit lässt sich die **solar+energetische Gesamt-Effizienz einer städtebaulichen Planung** losgelöst von gebäudespezifischen Faktoren wie Gebäudetyp, Fenstergröße, thermischer Speicherkapazität und baulichem Wärmeschutz beurteilen.

Im Mittel eines Planungsbereichs kann bei mittlerer Bebauungsdichte, auch unter optimalen Voraussetzungen, ein Wert von ca. 92% für den verfügbaren Solargewinn kaum überschritten werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den vom Institut für Solare Stadtplanung Dr. Goretzki für die solar+energetische Zertifizierung von städtebaulichen Planungen in Abhängigkeit von der GFZ einheitlich festgelegten Bewertungsmaßstab.

Einstufung der verfügbaren Solargewinne zur Beurteilung der Planung

Verfügbarer Solargewinn								
GFZ ≤ 1,0 - Wärmeschutz nach Mindestanforderungen EnEV 2016								
< 58%	63%	68%	73%	78%	83%	88%	>95%	
völlig ungenügend	unge-nügend	unzu-reichend	mangel-haft	ausrei-chend	befriedi-gend	gut	sehr gut	herausragend
Optimierung zwingend erforderlich			Optimierung empfohlen		Feinabstimmung soweit konfliktfrei möglich		keine Maßnahmen erforderlich	

Die jeweiligen Anteile an der **Gesamtverminderung des nutzbaren Solargewinns** als Differenz aus dem relativ nutzbaren Solargewinn zu 100% werden weiter **aufgeschlüsselt** für die einzelnen Faktoren Orientierung, Verschattung durch Nachbargebäude, Verschattung durch Topographie sowie Verschattung durch Vegetation als **"solarer Verlust"** dargestellt.

● **Ungünstige Orientierung**

Die durch ungünstige Orientierung von Gebäuden maximal mögliche Verminderung der nutzbaren Solargewinne in Größe von ca. 20%-35% tritt bei Gebäuden mit nach westnordwest oder ostnordost ausgerichteten Hauptwohnräumen auf. Bei Gebäuden mit überwiegend zwischen südwest und

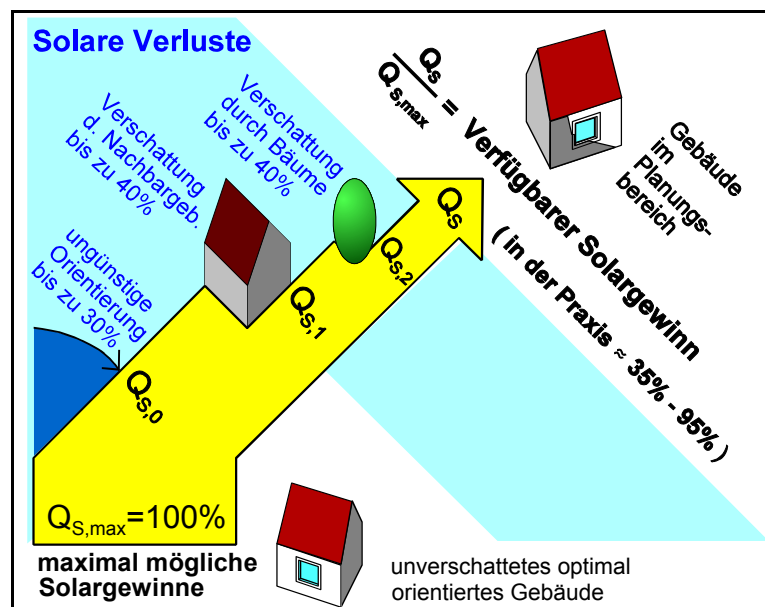


Abb. 1: Verlustwege/Definition der solaren Verluste.

(4) Optimal orientiert und unverschattet = 100%

südost ausgerichteten Hauptwohnräumen werden ca. 5-10% nicht überschritten. Solar+energetisch günstige Planungen sollten im Mittel eine orientierungsbedingte Verminderung der nutzbaren Solargewinne von ca. **7% nicht überschreiten**. Höhere Einbußen deuten auf eine aus solar+energetischer Sicht ungünstige städtebauliche Konzeption hin.

● Verschattung durch Nachbargebäude

Die durch gegenseitige Verschattung von Gebäuden verursachte Verminderung der nutzbaren Solargewinne kann, unter Zugrundelegung der erforderlichen Mindestabstände der jeweiligen BO bei einzelnen Gebäuden bis zu 50% erreichen. Bei günstiger Gebäudeanordnung werden jedoch in der Praxis, selbst bei einer effektiven Geschossflächenzahl GFZ=1,5 ca. 15% im Mittel des Planungsbereichs nicht überschritten. Die durch gegenseitige Verschattung hervorgerufene Verminderung der nutzbaren Solargewinne sollte den 10-fachen Wert der auf das Bruttobauland bezogenen GFZ im Mittel des Planungsbereichs nicht überschreiten. Höhere Einbußen deuten auf eine ungünstige Gebäudeanordnung hin.

● Verschattung durch Vegetation

Die durch Bäume verursachte Verminderung der nutzbaren Solargewinne kann bei einzelnen Gebäuden bis zu 50% erreichen. Bei solar+energetisch optimierten Planungen kann, selbst bei dichter Begrünung, die Verminderung der nutzbaren Solargewinne im Mittel des Planungsbereichs bei Dämmung nach EnEV 2016 oder Passivhausstandard auf **maximal 5%** begrenzt werden.

2.2 Spezifischer Wärmeverlust

Der wohnflächenbezogene **spezifische Brutto-Heizwärmebedarf** Q'_{BWB} ($\text{kWh/m}^2_{WF}\text{a}$) (=spezifischer Wärmeverlust) ist die Summe aus Lüftungs- und Transmissionswärmeverlust des Gebäudes während der Heizperiode. In diesem Kennwert kommen die sich aus der Bauweise (Haustyp freistehendes Einfamilienhaus, Reihenhäuser, Geschosswohnungsbau ...), den Abmessungen und der Dachform des Gebäudes ergebenden Einflüsse auf den Wärmebedarf zum Ausdruck. Bei einheitlichem Wärmeschutzstandard liefert der maximal zulässige spezifische Brutto-Heizwärmebedarf die Kenngröße zur Beurteilung der Bauform und **energetischen Effizienz der Gebäudeabmessungen**.

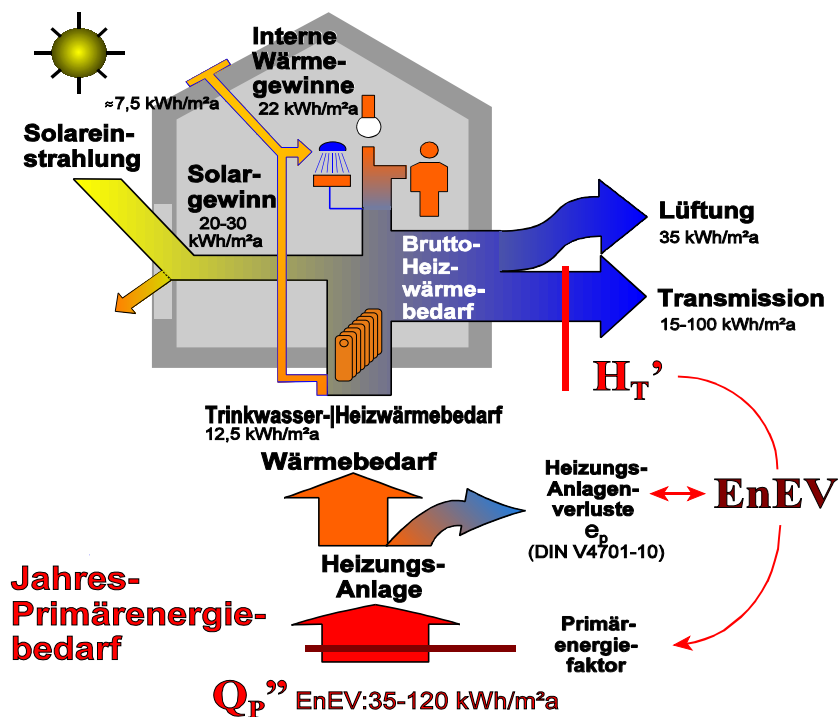


Abb. 2: Wärme- und Energiebilanz eines Gebäudes

2.3 Spezifischer Jahres-Heizwärmebedarf

Der **reale wohnflächenspezifische Jahres-Heizwärmebedarf** Q'_h nach DIN EN 832 / DIN 18599 eines Gebäudes für Raumwärme beschreibt die Wärmebilanz eines Gebäudes während der Heizperiode ($\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a}$). Er gibt die Wärmemenge an, die dem Gebäude zur Aufrechterhaltung der festgelegten Raumtemperatur über die Heizkörper zugeführt werden muss. Der Jahres-Heizwärmebedarf ist die entscheidende Kenngröße zur Beurteilung des Wärme-/**Brennstoffbedarfs** einer Planung und der durch Planungsoptimierung erreichbaren Brennstoff- und **Emissionseinsparung**.

Diese **wohnflächenbezogene Kenngröße** bilanziert die Wechselwirkung der gebäudegeometrieabhängigen Wärmeverluste und der nutzbaren internen und solaren Gewinne unter Berücksichtigung des lokalen Klimas und der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz. Am realen spezifischen Heizwärmebedarf lässt sich bei einheitlichem Dämmstandard die **städtebauliche solar+ energetische Qualität** der Planung zusammenfassend beurteilen.

2.4 Spezifischer Jahres-Primärheizenergiebedarf

Der **wohnflächenspezifische Jahres-Primärheizenergiebedarf** $Q'_{p,H,WF}$ eines Gebäudes für Raumwärme während der Heizperiode ($\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a}$) ist eine **virtuelle** Kenngröße zur Beurteilung der Energieeffizienz einer Planung unter Einbeziehung der Heizungsanlage bzw. Wärmeversorgung und der durch Planungsoptimierung erreichbaren Primär-Energieeinsparung.

Diese **wohnflächenbezogene Kenngröße** bilanziert die Wechselwirkung aller wirksamen Parameter auf den Heizenergiebedarf, d.h. der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz, der gebäudegeometrieabhängigen Wärmeverluste und der nutzbaren internen und solaren Gewinne unter Berücksichtigung des lokalen Klimas (d.h. des **Heizwärmebedarfs**), unter **Einbeziehung der Brennstoffart / Energiequelle, der Heizungsanlage und der Heizungsanlagenzahl** e_p .

Der Spezifische Jahres-Primärheizenergiebedarf ist jedoch **kein „realer Verbrauchswert“** - er betrachtet nur den **nicht regenerativen Teil der aufgewandten Energie** unter Einbeziehung der *„berechneten Energiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des notwendigen Brennstoffs und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik ..., die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen“* (DIN V 18599-1, 2011). Nach dieser Definition hat Holz bei einer Holzheizung, mit Ausnahme von Transport und Verarbeitung, keinen anrechenbaren Primär-Energiebedarf.

Der Warmwasseranteil $Q_{p,W}'$ ergibt sich aus der beim Raumwärmebedarf ermittelten Aufwandszahl e_p multipliziert mit dem (Rest-) Wärmebedarf für Trinkwasser Q_W' .

Der auf die Wohnfläche WF bezogene spezifische Jahres-Primärheizenergiebedarf $Q'_{p,H,WF}$ in $\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a}$ für Raumwärme ohne Warmwasseranteil ($Q_{p,W}' = e_p \times Q_W'$) darf nicht mit dem auf die Nutzfläche A_N , d.h. das Volumen V_e ($A_N = 0,32 \times V_e$) bezogenen „Jahres-Primärenergiebedarf“ q_p nach EnEV in $\text{kWh}/\text{m}^2_{A_N}\text{a}$ verwechselt werden.

2.5 Besonnungsdauer

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.

2.6 Anforderungen an die Besonnungsdauer

Nach § 1, (5), Nr.1 BauGB bzw. § 34, (1) BauGB bilden die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse einen bei der Bauleitplanung zu berücksichtigenden Belang. § 136, (3), Nr.1, a) BauGB definiert "gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse" u.a. als "die Belichtung, (und) Besonnung ... der Wohnungen und Arbeitsstätten". Die Besonnung unterliegt damit der Abwägung. Eine planungs- oder bauordnungsrechtlich verbindliche, gesetzliche Definition einer ausreichenden Belichtung und Besonnung besteht jedoch nicht.

Aus medizinischer Sicht wird eine Mindestbesonnungsdauer von täglich 15 Minuten um die Mittagszeit im Freien als notwendig erachtet um Vitamin D - Mangelerscheinungen und die 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, 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 für die Planung abzuleiten.

2.6.1 Mindestbesonnungsdauer nach DIN 5034

Die DIN 5034-1 (Juli 2011) regelt zunächst 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 (als zugesicherte Eigenschaft).

Die in **DIN 5034-1** geforderte einstündige Besonnungsdauer am 17. Januar ist als **wohnhygienische Mindestanforderung** zur Vermeidung einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu sehen. Dieser Auffassung ist auch das Bundesverwaltungsgericht gefolgt. Dennoch stellt die DIN 5034-1 nicht zwingend den „Stand der Technik“ sondern eine Minimal-Anforderung dar. So wird die DIN 5034-1 vom BVerwG u.a. als ungeeignete Grundlage für die Grenze der Zumutbarkeit der Verschattung betrachtet: „...dass hygienische oder gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht drohen, genügt jedoch nicht, um die Zumutbarkeit einer Verschattung zu bejahen“.

Ein **Wohnraum** gilt 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⁽⁵⁾. Als Verschattungsquellen,

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

welche das Einfallen verhindern, gelten das Gelände, Gebäude und Bäume. Diese bilden nach DIN 5034-1, Nr.3.6 den „natürlichen Horizont“⁽⁶⁾

„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 zur Tag- und Nachtgleiche (21.3 / 23.9) 4 Stunden** betragen. Soll auch eine **ausreichende Besonnung in den Wintermonaten** sichergestellt werden, sollte die mögliche Besonnungsdauer am **17. Januar mindestens eine Stunde** betragen.“ (DIN 5034-1, Nr. 4.4: 2011-07).

Die alte Anforderung für den Tag der Tag- und Nachtgleiche aus der bis 1999 geltenden DIN 5034-1 wurde bei der Novellierung 2011 wieder aufgenommen.

2.6.2 Differenzierte Anforderungen an die Besonnungsdauer hinsichtlich der Wohnqualität

Gegenüber dem **Berechnungsverfahren** nach DIN 5034, in dem die Besonnungsdauer nur für einen Bezugspunkt berechnet wird, wird für den differenzierten Nachweis der Besonnungsdauer die **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 berechnet⁽⁷⁾.

Die gewichtete Besonnungsdauer ist damit das Zeitäquivalent eines unverschatteten Fensters.

Anders als nach DIN 5034-1 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.

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 zumindest 40%.

Die **gewichtete Besonnungsdauer einer Wohnung/Arbeitsstätte** berechnet sich aus der gewichteten Besonnungsdauer der Aufenthaltsräume aller Fassaden. Damit wird die wahrnehmbare Besonnungsdauer der Räume der Wohnung bewertet.

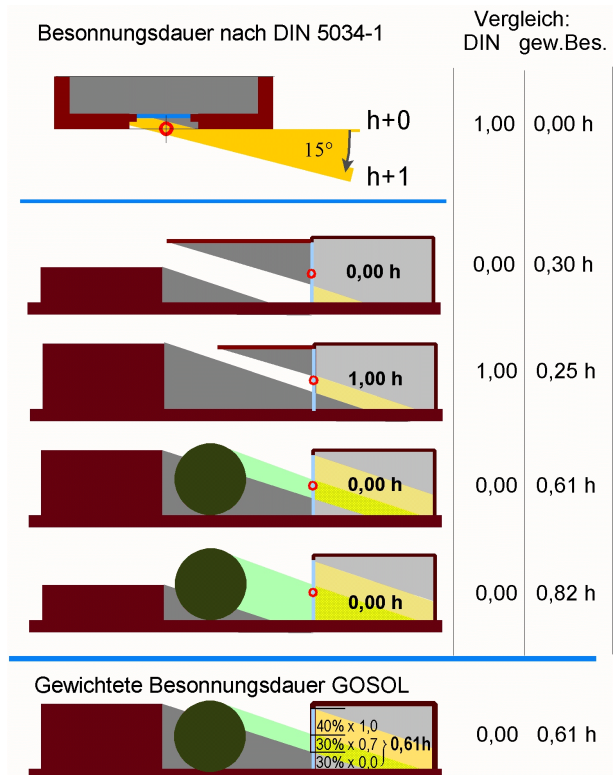


Abb. 3: Vergleich der ermittelten Besonnungsdauer nach DIN 5034 / gewichtete Besonnungsdauer

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

(7) Um den Sonneneinfall in den Raum zu ermöglichen muss der Einfallswinkel mehr als 15° betragen.

Barrier und Gilgen sowie Grandjean stellen auf Grundlage von Bewohnerbefragungen "Minimale Forderungen an die Besonnung von Wohnungen" auf. Als "wünschenswert" gilt diesen Autoren zufolge eine mindestens zwei- bis dreistündige Besonnungsdauer in Zimmermitte am 8. Februar für Wohn- und Kinderzimmer. Ab diesem Wert äußern weniger als 10% der Bewohner das Urteil "zu wenig Sonne"⁽⁸⁾. Verschiedenen anderen Befragungen zufolge gehört für Mieter und Wohnungskäufer eine gute Besonnungsqualität zu den drei wichtigsten Entscheidungs- und damit Qualitätsmerkmalen einer Wohnung.

Die **Wohnung kann als gut besont gelten**, wenn die gewichtete Besonnungsdauer

- am 21. Dezember 2,0 Stunden⁽⁹⁾ für Wohn- und Kinderzimmer (Sonnentiefststand),
- am 8. Februar 3,0 Stunden für Wohn- und Kinderzimmer (mittlerer Wintertag) beträgt.

3 Modellbildung / Eingabeparameter

3.1 Klimadaten

Die Temperaturdaten basieren auf den langjährigen Mittelwerten des Deutschen Wetterdienstes DWD⁽¹⁰⁾ für Stuttgart Flughafen.

Die Strahlungsdaten und die Monatssummen der Sonnenstunden wurden dem "Wind- und Solaratlas Baden-Württemberg" entnommen.

3.2 Gebäudemodellierung

3.2.1 Bestehende Gebäude - angrenzende Bebauungspläne

Die bestehende Bebauung wurde auf Basis des im Katasterplan eingetragenen Hausgrunds, der vorgelegten Genehmigungsplanung sowie anhand von Luftbildern modelliert.

3.2.2 Geplante Baukörper - Dachformen

Die im Bereich des Bebauungsplans Mönchhalde geplanten Gebäude mit Satteldach wurden mit einer Traufhöhe von 4,00 m und einer Firsthöhe von 8,00 über EFH auf Grundlage der im Bebauungsplan-Entwurf vom 9.12.2014 bezogen auf m.ü.NN festgesetzten First- und Traufhöhe, unter Ausschöpfung des zulässigen Maß der baulichen Nutzung und der überbaubaren Grundstücksfläche modelliert.

Die Geschosshöhe der geplanten Gebäude wurde mit 2,80m angenommen.

Die Garagen wurden, je nach Lage mit einer Breite von 3,00m bis 9,00 m, unter Beachtung der Höhenfestsetzungen modelliert.

Um die Spannweite der möglichen Gebäudeausformung abzudecken wurde eine Variante ohne Dachaufbauten mit Dachflächenfenstern und eine Variante mit Schlepp-

(8) A. Gilgen und A. Barrier, Umwelthygiene in der Raumplanung, 1973, Kap. IV Besonnung

(9) u.a. Planen mit der Sonne, Solarfibel-städtebauliche Maßnahmen, usw.

(10) Monatlicher Witterungsbericht des Deutschen Wetterdienstes, fortlaufend.

gauben, letztere unter Beachtung der „Satzung über die Zulassung von Dachaufbauten und Dacheinschnitten“ vom 13.08.1992 modelliert.

Die maximale Gebäudegröße ergibt sich bei der Variante „Dachflächenfenster“ bis auf wenige Ausnahmen, bei welchen die überbaubare Grundstücksfläche die festgesetzte GRZ geringfügig überschreitet, aus der überbaubaren Grundstücksfläche.

Bei der Variante „Schleppgauben“ ergibt sich die maximale Gebäudetiefe aus der im Bebauungsplan im Textteil unter 2.2. festgesetzten Konturlinie.

3.2.3 Wohnflächen WF

Die (effektive) beheizte Wohnfläche WF errechnet sich aus der Summe der beheizten Brutto-Grundriss-Fläche BGF aller Vollgeschosse, abzüglich pauschal 18% Konstruktionsfläche. Die Netto-Verkehrsfläche wurde mit 5 m² je Gebäude (Wohnung) und Geschoss angenommen.

Die zugrunde gelegte Wohnfläche entspricht damit der Wohnflächendefinition der Verordnung für wohnungswirtschaftliche Berechnungen.

3.2.4 Baulicher Wärmeschutz

Der bauliche Wärmeschutz wird durch die Mindestanforderungen nach EnEV 2016 für die Referenz-Heizungsanlage definiert.

3.2.5 Fensterflächen

Die zur Berechnung der Solareinstrahlung relevante **Netto-Fensterfläche** (Verglasungsfläche) der Gebäudetypen ergibt sich aus der Brutto-Fensterfläche abzüglich eines Rahmenanteils von pauschal 30% (Durchschnittswert üblicher Fenstergrößen).

Um bei unterschiedlichen Gebäudeformen und Gebäudegrößen eine Konsistenz der Solargewinne zu erreichen, beziehen sich die Fenstergrößen grundsätzlich auf die beheizte Wohnfläche der jeweiligen Geschosse. Die Bruttofensterfläche vertikaler Fenster wurde mit **18.0% der anrechenbaren Wohnfläche incl. Treppen** (= Nutzfläche NF) der jeweiligen Geschosse konservativ angesetzt.

Bei Dachgeschossen mit Dachflächenfenstern wird diese Brutto-Dachfensterfläche auf 13.5% der WF vermindert.

Die Fensterflächen wurden den einzelnen Fassaden entsprechend üblichen Grundriss-Aufteilungen⁽¹¹⁾ zugeordnet.

3.2.6 Glasart

Für die **Verglasung** wurde der Gesamtenergiedurchlassgrad g mit 0,60 entsprechend einer unverschmutzten Wärmeschutzverglasung festgelegt. Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass die passiven Solargewinne nicht durch Verschattungselemente wie Jalousien, Vorhänge, etc. reduziert werden, um das insgesamt mögliche Einsparpotential aufzuzeigen.

(11) Die anrechenbaren Nutzflächen und damit die Fensterflächen werden im Verhältnis 5 / 3 auf die Haupt-(Wohnzimmer) und Rückfassade aufgeteilt.

3.2.7 Energetische Eigenschaften

Bei der Modellierung der Gebäude wurden für den Dämmstandard EnEV 2016 folgende Parameter zugrunde gelegt:

- Die **mittlere Raumtemperatur** der Gebäude während der Heizperiode wurde nach EnEV / DIN 4108 mit 19.0°C angesetzt.
- Die **Internen Wärmequellen** (Abwärme von Elektrogeräten, Personen ...) wurden mit $2,1 \text{ W/m}^2$ Nutzfläche angenommen. (Die auf die Heizwärmebilanz anrechenbaren internen Wärmegewinne werden über den monatlich nach EN 832 berechneten Nutzungsfaktor dynamisch, entsprechend dem Wärmebedarf vermindert).
- Die effektive **thermische Speicherkapazität** der Gebäude wurde auf $50 \text{ Wh/m}^2_{\text{NF}}\text{K}$ angesetzt und entspricht damit einer Mischbauweise (Leichtziegel, Stahlbetondecken).
- Für die Ermittlung der **Lüftungswärmeverluste** wurde entsprechend EnEV ein 0.60-facher Luftwechsel je Stunde zugrundegelegt, wobei für das Luftvolumen die gesamte Nettogeschossfläche und eine lichte Raumhöhe von 2.55 m berücksichtigt sind. Die effektive energetische Luftwechselrate wurde für die jeweilige Heizungsanlage nach DIN 4701-10 bzw. EnEV ermittelt.
- Die mittlere effektive **Absorptionszahl** a_e , welche die Umwandlung von kurzwelliger Strahlung in Wärme beschreibt, wurde für das Gesamtgebäude mit 0.95 angenommen. Dieser Wert entspricht, unabhängig von der Innenwand-Helligkeit, weitgehend dem vorliegenden Fenster/Innenwand-Oberflächenverhältnis.

3.3 Solarkollektoren

Für die Berechnung der thermischen Solargewinne wurden **Flachkollektoren** mit Zweischeibenverglasung, einem Konversionsfaktor μ_o von 0,71 bei einem Wärmeverluststrom von $q_v = 3,5 \cdot \Delta T + 0,02 \cdot \Delta T^2$ angenommen.

Die Absorberfläche wurde mit 95% der Brutto-Kollektorfläche (Außenmaß) angesetzt.

Je 100 m^2 Nutzfläche A_N wurden entsprechend dem EEWärmeG $4,0 \text{ m}^2$ Kollektorfläche, bei einem Warmwasserverbrauch von $0,87 \text{ l/m}^2\text{d}$ (entsp. $12,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{AN}}$) angesetzt (Speicherverlust 1.45 W/K).

Bei **Satteldächern** wurden die Kollektoren in die südliche bzw. westliche Dachfläche integriert.

Auf den **Flachdächern** wurden die Kollektoren aufgeständert. Die Kollektorneigung der nach Süden ausgerichteten Kollektoren beträgt 45° . Der Abstand der Kollektoren zum rückwärtigen Hausgrund beträgt $5,00 \text{ m}$, zum seitlichen Hausgrund $1,00 \text{ m}$. Die Höhe der Kollektoren über der Dachfläche beträgt $1,50 \text{ m}$.

3.4 Modellierung der Bäume

Geplante Baumstandorte im Planumgriff wurden dem Bebauungsplan-Entwurf vom 9.12.2014 entnommen und entsprechend den Pflanzgeboten nach Nr. 12 des Textteils modelliert.

Den Obstbaumpflanzungen nach Pfg4 wurde eine Höhe von $8,0 \text{ m}$, den Strauchhecken nach Pfg2 eine Höhe von $3,0 \text{ m}$, der Weißdornhecke nach Pfg3 am westlichen Weg eine Höhe von 5 m zu Grunde gelegt.

Die Straßenbäume wurden mit einer Höhe von 10m angenommen.

Die **Bäume und Sträucher auf den Grundstücken Hanfberger Straße und Lilienstraße** wurden anhand von Luftbildern modelliert. Die Baumhöhe wurde abgeschätzt. Da nicht in allen Fällen erkennbar war ob es sich um Laub- oder Nadelbäume handelt wurden konservativ nur Laubbäume angenommen.

Die **Baumstandorte** mit dem zugrunde gelegten Kronendurchmesser und den Baumhöhen können der Karte K-2 im Kartenteil entnommen werden.

Die **Belaubungszeiträume** entsprechen Durchschnittswerten für den Klimabereich. Dabei wurde ein Belaubungszeitraum (Beginn Blattaustrieb - Abschluss Blattabwurf) von Ende April bis Mitte November angesetzt.

Im belaubten Zustand wurde die **Lichtdurchlässigkeit** der Baumkrone mit 5%, im unbelaubten Zustand mit 60% relativ hoch angesetzt (Linde nach aktueller Messung 53%). Ausgehend von der angesetzten Lichtdurchlässigkeit von 60% sind bereits vier hintereinander im Verband stehende Bäume auch außerhalb der Vegetationsperiode praktisch lichtundurchlässig ($0,6^4 = 13\%$).

Die **Bäume des südlich angrenzenden Walds** wurden anhand von Luftbildern mit einer Höhe von 18 - 27 m, unter Berücksichtigung des sich aus dem Luftbild ergebenden Kronendurchmessers modelliert. Die in den Plänen eingetragene Abschattungslinie wurde hierbei berücksichtigt. Der Wald wurde, um den ungünstigsten Fall mehrerer hintereinander stehender Kronenräume bzw. Nadelbäume zu berücksichtigen, als vollständig lichtundurchlässig angenommen. Tatsächlich kann hier im Kronenbereich eine Lichtdurchlässigkeit zwischen 5% und 20% angenommen werden (Streulicht geringer Intensität).

3.5 Städtebauliche Modellierung

Die überbaubare Grundstücksfläche, die Höhenlage und Anordnung der Gebäude ergibt sich aus dem Bebauungsplan-Entwurf vom 09.12.2014.

Die Höhen des Planbereichs wurden aus dem Bebauungsplan-Entwurf entnommen. Die Höhenlage der Umgebung wurden anhand der Topographischen Karte ergänzt.

Die Hauptfassade der Gebäude mit der Hauptfensterfläche wurde südlich ausgerichtet (siehe kleine Kreise in den Karten K-1 und K-2, diese kennzeichnen die linke Ecke der Hauptfassade/des Wohnzimmers).

4 Solar+energetische Analyse des Planumgriffs

Die **Farbkarten** im getrennten Kartenteil 1 zeigen die Ergebnisse der einzelnen Teil-Gebäude für die Varianten „ohne Dachaufbauten“ und „Schleppgauben“. Günstige Werte werden im gelb-grünen Farbbereich, ungünstige Werte im violett-braunen Farbbereich dargestellt.

Die Karte K-1 oben zeigt die Zuordnung der Haus-Nummern, Karte K-1 unten die Zuordnung der Gebäudegrundtypen, die Karte K-2 die Bezugshöhe der Gebäude.

4.1 Passiv-solare Heizwärmebilanz

4.1.1 Verfügbarer Solargewinn

Der auf optimale Einstrahlungsvoraussetzungen (=100%) bezogene **verfügbare passive Solargewinn** weist, bezogen auf die Bebauungsdichte, bei der Variante ohne Dachaufbauten mit im Mittel 78,2% noch befriedigende, bei der Schleppgauben-Variante mit im Mittel 73,8% noch ausreichende Voraussetzungen zur passiven Nutzung der Sonnenenergie auf.

Die Streubreite des verfügbaren Solargewinns liegt bei der Variante ohne Dachaufbauten zwischen 71,3% und 84,3%, d.h. zwischen mangelhaft bis ausreichend und knapp gut (siehe Karte K-4 unten).

Die beim Baukonzept noch vorhandenen deutlichen Defizite finden sich nicht mehr. Geringe Defizite weist infolge der dort erhöhten Topographieverschattung der westliche Randbereich auf. Insgesamt weist diese Variante hinsichtlich der passiven Sonnenenergienutzung jedoch weitgehend ausgeglichene Voraussetzungen auf.

Bei der Variante mit Schleppgauben reicht die Streubreite des verfügbaren Solargewinns von 64% bis 80,0%, d.h. zwischen unzureichend und befriedigend (siehe Karte K-18 unten).

Hier weist der südwestliche Planbereich spürbare, bei Gebäude Nr.23 starke Defizite bei der passiven Sonnenenergienutzung auf. Oft werden ausreichende Voraussetzungen zur passiven Sonnenenergienutzung nur knapp erreicht oder knapp verfehlt.

Die Planung bietet im Mittel befriedigende bzw. ausreichende Voraussetzungen für die passive Sonnenenergienutzung. Dabei finden sich im westlichen Randbereich nur mangelhafte Voraussetzungen zur passiven Sonnenenergienutzung. Insgesamt schneidet die Variante ohne Dachaufbauten gegenüber der Schleppgaubenvariante deutlich günstiger ab.

Ursachen für solare Verluste

4.1.1.1 - Topographie und Wald

Durch den südlich des nach Norden abfallenden Planumgriffs stark ansteigenden bewaldeten Hang wird während der Heizperiode der verfügbare Solargewinn bei der Variante ohne Dachaufbauten um 10,2%, bei der Schleppgauben-Variante um 12,6% vermindert.

Der Nordhangeinfluss ist hierbei im gesamten Planumgriff noch spürbar. So liegt der Solare Verlust im nördlichen Bereich bei 6% bis etwa 10%.

Im südwestlichen Randbereich des Planumgriffs erreicht der solare Verlust bei der Variante ohne Dachaufbauten mit 18% und bei der Schleppgauben-Variante mit 22% die höchsten Werte (siehe Karte K-6 und Karte K-20 oben).

Hierdurch erhöht sich der Heizwärmebedarf um bis zu 9%.

Gegenüber dem Bebauungskonzept sind dies insgesamt jedoch deutlich verbesserte Werte.

Direkt durch die Topographie, d.h. den Wald und den steil ansteigenden Hang im Süden wird im südwestlichen Teil des Planumgriffs das passiv-solare Potential spürbar beeinträchtigt. Dachflächenfenster sind hier gegenüber Gauben für die passive Sonnenenergienutzung besser geeignet.

Gegenüber dem Bebauungskonzept weist der Bebauungsplan-Entwurf jedoch keine extrem ungünstigen Bereiche mehr auf.

4.1.1.2. - Orientierung

Die **solaren Verluste durch ungünstige Orientierung** sind im Mittel bei der Variante ohne Dachaufbauten mit 2,2% geringfügig und bei der Schleppgauben-Variante mit 3,6% gering und klar innerhalb des anzustrebenden Bereichs von max. 7%.

Die Streubreite reicht bei der Variante ohne Dachaufbauten von 2% bei den südwestlichen Doppelhaushälften sowie freistehenden Einfamilienhäusern bis 6% bei den nordöstlichen Doppelhaushälften (siehe Karte K-5 oben).

Bei der Schleppgauben-Variante reicht die Streubreite zwischen 4% bei den südwestlichen Doppelhaushälften und 2%-4% bei den freistehenden Einfamilienhäusern bis 8% bei den nordöstlichen Doppelhaushälften (siehe Karte K-19 oben).

Die durch ungünstige Orientierung verursachte Verminderung der passiven Solargewinne ist gering. Maßnahmen zur Optimierung sind nicht notwendig.

4.1.1.3 - Gegenseitige Verschattung der Gebäude

Der durch die **gegenseitige Verschattung der Gebäude** verursachte solare Verlust erreicht im Mittel der Variante ohne Dachaufbauten 7,4% und 7,6% bei der Schleppgauben-Variante. Dies ist, auf die Bebauungsdichte von GFZ rund 0,9 bezogen, ein günstiger Wert. Hier sollten 9% unterschritten werden.

Die Streubreite der einzelnen Gebäude reicht bei beiden Varianten von 2% bis 11%, d.h. von geringfügig bis mäßig überhöht (siehe Karte K-5 und K-19 unten).

Mäßig überhöhte Werte finden sich im zentralen Bereich.

Die Planung weist im Mittel eine vertretbare Verminderung der passiven Solargewinne infolge gegenseitiger Verschattung der Gebäude auf.

4.1.1.4. - Verschattung durch Bäume im Planbereich

Durch Bäume im Nahbereich der Gebäude wird der verfügbare Solargewinn im Planumgriff mit im Mittel 2,0% bzw. 2,4% nur gering beeinträchtigt und liegt innerhalb des nach EnEV 2016 vertretbaren Maß von 5%.

Die Spannweite der durch Bäume insgesamt verursachten Verminderung der passiven Solargewinne liegt im Bereich zwischen 0% und 9% bzw. 10% (siehe Karte K-6 und K-20 unten).

Die durch bestehende und festgesetzte Bäume im Planbereich verursachte Verminderung der passiven Solargewinne liegt im vertretbaren Maß.

4.1.2 Passiv-solare Heizenergiebilanz

Wohnflächenspezifischer Wärmeverlust Q''_{BWB} / Gebäudegeometrie

Das Bebauungskonzept weist für die Referenzheizungsanlage nach EnEV 2016 einen maximal zulässigen **wohnflächenspezifischen Wärmeverlust Q''_{BWB}** von im Mittel 82,5 kWh/m²_{WF}a bei der Variante ohne Dachaufbauten und 86,9 kWh/m²_{WF}a bei der Schleppgauben-Variante auf (=Bruttowärmebedarf aus Transmission und Lüftung; Einzelwerte siehe Karte K-3 und K-17 oben). Dieser Wert entspricht günstigen bzw. üblichen Werten einer entsprechenden Bebauungsstruktur.

Erforderlicher baulicher Wärmeschutz (U-Wert)

Zur Erfüllung der Mindestanforderungen nach EnEV 2016 ist bei der **Heizungs-Referenzanlage** ein **mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient U** von im Mittel 0,221 W/m²K erforderlich. Dieser Wert entspricht in etwa den Dämmwerten eines Passivhauses. Das Referenzgebäude weist jedoch keine Lüftungswärme-Rückgewinnungsanlage sondern lediglich eine Abluftanlage auf.

Wohnflächenspezifischer Solargewinn Q''_{S}

Der **wohnflächenspezifische Solargewinn Q''_{S}** erreicht, bezogen auf eine wohnflächenspezifische Fensterfläche von 18%, im Wohnflächenmittel 19,4 kWh/m²_{WF}a bei der Variante ohne Dachaufbauten und 18,2 kWh/m²_{WF}a bei der Schleppgauben-Variante. Dieser Wert entspricht dem Verfügbaren Solargewinn. Die Spannweite der einzelnen Gebäude reicht von 16,5 bis 23,7 kWh/m²_{WF}a bei der Variante ohne Dachaufbauten und 16,4 bis 21,9 kWh/m²_{WF}a bei der Schleppgauben-Variante. Unter optimalen Voraussetzungen wären bei gleicher Fenstergröße im Mittel rund 27 kWh/m²_{WF}a möglich.

Der passiv-solare Heizungsbeitrag erreicht im Mittel 27,8% bei der Variante ohne Dachaufbauten bzw. 24,6% bei der Schleppgauben-Variante. Dies sind bezogen auf Wärmeschutzanforderungen nach EnEV 2016 etwas niedrige Werte.

Wohnflächenspezifischer Heizwärmebedarf Q''_{h}

Aus dem passiven Solargewinn und den internen Wärmegewinnen Q''_{I} von 12,7 bzw. 12,9 kWh/m²_{WF}a ergibt sich ein **wohnflächenspezifischer Heizwärmebedarf Q''_{h}** bei

der Variante ohne Dachaufbauten von $50,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFa}}$ bzw. $55,8 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFa}}$ bei der Schleppgauben-Variante.

Die Werte der einzelnen Gebäude können der Karte K-3 und K-17 unten entnommen werden.

Die Variante ohne Dachaufbauten weist gegenüber der Variante mit Schleppgauben aufgrund der größeren Wohnfläche und des damit kompakteren Gebäudes bei gleichzeitig höheren passiven Solargewinnen einen niedrigeren Heizwärmebedarf auf. Die Verschattung durch Topographie führt zu einem um 2,4 bzw. 2,9 $\text{kWh/m}^2_{\text{WFa}}$, d.h. rund 5% erhöhten Heizwärmebedarf.

4.2 Solarthermie

Bezogen auf einen rechnerischen Wärmebedarf für Warmwasser von $15,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFa}}$ ergibt sich bei einem Solargewinn⁽¹²⁾ von $7,0 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFa}}$ ein verbleibender Restheizbedarf von $8,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFa}}$.

Der gegenüber optimalen Voraussetzungen verfügbare aktive Solargewinn erreicht mit im Mittel 96,8% einen guten Wert.

Die Streubreite der einzelnen Gebäude im Planumgriff liegt zwischen 96,3% und 97,4%, also zwischen gut und sehr gut (siehe Karte K-7 für beide Varianten).

Durch nicht optimale Ausrichtung der in die Satteldächer integrierten Kollektoren wird im Mittel ein solarer Verlust von 3,2% verursacht.

Durch die Topographie oder Verschattung durch Bäume wird der aktive Solargewinn nicht beeinträchtigt.

Einzelwerte der Gebäude können für beide Varianten den Karten K-8 und K-9 entnommen werden.

Trotz der topographisch ungünstigen Lage bieten sich gute Voraussetzungen für Solarthermie.

4.3 Wohnflächenspezifischer Jahres-Primärenergiebedarf Q_p

Der wohnflächenbezogene **Jahres-Primärenergiebedarf Q_p** berücksichtigt über die Anlagenaufwandszahl e_p neben dem resultierenden nicht regenerativen Heizwärmebedarf für Raumwärme Q_h auch den nicht regenerativen Wärmebedarf für Warmwasser Q_w für die gesamte Energiekette.

Damit ergibt sich bei der Variante ohne Dachaufbauten nach den Mindestanforderungen der EnEV 2016, für die Referenz-Heizungsanlage, bei einem Heizbedarf Q_h für Raumwärme von $50,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFa}}$, einem Heizwärmebedarf Q_w für Trinkwasser von

(12) Gegenüber dem Bebauungskonzept ergibt sich aus der Anforderung Kollektorfläche = $0,04 \times A_N$ eine geringere auf die Wohnfläche bezogene Kollektorfläche.

8,4 kWh/m²_{WFa} und einer Aufwandszahl e_p von 1,0545 ein mittlerer, wohnflächenbezogener **Jahres-Primärenergiebedarf Q_p** von 62,0 kWh/m²_{WFa}.

Bei der Schleppgauben-Variante ergibt sich bei einem Heizbedarf Q_H für Raumwärme von 55,8 kWh/m²_{WFa}, einem Heizwärmebedarf Q_W für Trinkwasser von 8,4 kWh/m²_{WFa} und einer Aufwandszahl e_p von 1,0686 ein mittlerer, wohnflächenbezogener **Jahres-Primärenergiebedarf Q_p** von 68,6 kWh/m²_{WFa}.

5 Besonnung

5.1 Besonnung im Gebäudebestand

Einzelwerte der Besonnungsdauer können auch aus den **Farbkarten** im separaten Kartenteil entnommen werden. Gute Werte werden im gelb-grünen Farbbereich, ungenügende Werte im violett-rot-braunen Farbbereich dargestellt.

Die Verschattung durch bestehende Bäume, auch auf den bebauten Grundstücken und neu zu pflanzende Bäume wurde berücksichtigt.

Die **Farbflächenfüllung** der Besonnungsdauer-Karten zeigt die maximale Besonnungsdauer des Gebäudes auf der jeweiligen Ebene, d.h. die beim am besten besonnenen Fenster der Wohnung bzw. des Gebäudes im jeweiligen Geschoss wahrnehmbare Besonnungsdauer. Die Zahlen vor den Gebäuden geben diesen jeweiligen Wert an.

Zusätzlich wird die **Besonnungsdauer der einzelnen Fenster** über farbige Quadrate im Fassadenbereich dargestellt.

5.1.1 Besonnungsdauer nach DIN 5034

Besonnung im Winter am Stichtag 17. Januar

Im Mittel des Untersuchungsbereichs beträgt die mögliche **Besonnungsdauer nach DIN 5034-1 im EG** am 17. Januar (unter Berücksichtigung der auf den Bestandsgrundstücken bestehenden Vegetation) ohne die Bebauung Mönchhalde 2,65 Stunden/Tag, mit Neubebauung in der Variante ohne Dachaufbauten und bei der Schleppgauben-Variante 2,39 h/d.

Dabei wird die Forderung der DIN 5034-1 nach einer „ausreichenden“, d.h. mindestens einstündigen Besonnungsdauer am 17. Januar in Fenstermitte im EG nach wie vor infolge der Verschattung durch Topographie von dem Gebäude Hanfbergstraße 16 und infolge der auf den bebauten Grundstücken bestehenden Bäume von den Gebäuden Hanfbergstraße 18 und 20 verfehlt (siehe Karte K-10 und K-21 oben).



Abb. 4: Veränderung der EG-Besonnungsdauer am 17. Januar infolge der Bebauung Mönchhalde

Im **1.OG** erreicht die maximal mögliche Besonnungsdauer im Bestand vor der Neubeauung im Mittel 4,58, danach 4,55 Stunden/Tag.

Damit erreichen alle Gebäude in der Lilienstraße eine ausreichende Besonnungsdauer (siehe Karte K-13 und K-24 oben).

Eine im Sinn der DIN 5034-1 im Winter ausreichende Besonnungsdauer kann von den bestehenden Gebäuden mit und ohne die Bebauung Mönchhalde erreicht werden. Nur das Gebäude Hanfbergstr. 16 verfehlt unverändert eine ausreichende Besonnungsdauer infolge der Verschattung durch die Topographie. Die Gebäude Hanfbergstraße 18 und 20 verfehlen eine ausreichende Besonnungsdauer lediglich aufgrund der Verschattung durch bestehende Bäume, welche nach DIN als lichtundurchlässig angenommen werden.

Besonnung am Tag der Tag-Nachtgleiche - 21. März / 23. September

Am **23. September** werden im **EG** im Mittel der Gebäude zuvor 7,35 h/d, mit Neubeauung 7,26 h/d bzw. 7,27 h/d erreicht.

Hierbei übertreffen alle untersuchten Gebäude in der Hanfbergstraße und Lilienstraße bereits im EG eine im Sinn der DIN 5034-1 „ausreichende Besonnungsdauer“ von vier Stunden (siehe Karte K-10 und K-21 unten).

Im **1.OG** können im Mittel nach wie vor 8,98 h/d erreicht werden.

Eine im Sinn der DIN 5034-1 im Sommer ausreichende Besonnungsdauer kann auf den bebauten Grundstücken bereits im EG durchgängig erreicht werden.

5.1.2 Mittlere mögliche gewichtete Besonnungsdauer der Gebäude

Die „gewichtete Besonnungsdauer“ berücksichtigt, im Gegensatz zur DIN 5034-1, realitätsnah den anteiligen Lichtdurchgang durch die Baumkrone im unbelasteten Zeitraum und die partielle Besonnung der Fenster.

Sonnen-Tiefststand am 21. Dezember

Im **EG** erreicht die mittlere maximal mögliche gewichtete Besonnungsdauer der Gebäude am **21. Dezember** zuvor 3,13 h/d, nach Bebauung des Planumgriffs Mönchhalde mit der Variante ohne Dachaufbauten 2,82 h/d, mit der Schlepptgauben-Variante 2,85 h/d. Dabei unterschreiten nach wie vor die Gebäude Hanfbergstr. 16, 18, 20 und 22 die für eine gute Wohnqualität anzustrebende Besonnungsdauer von zwei Stunden/Tag infolge der Verschatt-



Abb. 5: Veränderung der EG-Besonnungsdauer am 21. Dezember infolge der Bebauung Mönchhalde

tung durch die Topographie bzw. bestehende Bäume (siehe Karte K-11 und K-22 oben).

Im **1.OG** wird im Mittel der Wohneinheiten eine mögliche Besonnungsdauer von zuvor 4,75 h/d, danach 4,62 h/d bzw. 4,64 h/d erreicht. Dabei übertreffen alle Gebäude eine zweistündige Besonnungsdauer (siehe Karte K-14 und K-25 oben).

Die EG-Besonnung bei Sonnentiefstand wird in Teilbereichen um bis zu einer Stunde vermindert.

„Mittlerer Wintertag“

Am **8. Februar** werden im **EG** im Mittel der Gebäude maximal zuvor 5,61 h/d, danach 5,27 h/d bzw. 5,30 h/d erreicht. Hierbei übertreffen alle Gebäude eine dreistündige Besonnungsdauer und erreichen damit eine gute bis sehr gute Besonnungsqualität⁽¹³⁾. Einzelwerte siehe K-11 und K-22 unten, für das 1.OG Karte K-14 und K-25 unten).

Ausgehend von den Studien von Gilgen u.a. können am mittleren Wintertag alle Gebäude eine lange Besonnungsdauer und damit gute bis sehr gute Besonnungsqualität erreichen.



Abb. 6: Veränderung der EG-Besonnungsdauer am 8. Februar infolge der Bebauung Mönchhalde

„Winterhalbjahr Oktober bis März“

Im **EG** wird im Winterhalbjahr im Bestand ohne das Baugebiet Mönchhalde im Mittel eine Gesamtbessonungsdauer von 338 Stunden erreicht. Nach Bebauung der Mönchhalde vermindert sich die Besonnungsdauer gering auf 327 bzw. 328 Stunden.

Den stärksten Rückgang mit -30,7 Stunden, d.h. rund 10% auf 284 bzw. 288 Stunden weist das Gebäude Lilienstraße 2 auf (siehe Abb. 7 oder Karte K-30).

Im **1.OG** der Lilienstraße verkürzt sich die mittlere Besonnungsdauer von 416 auf 413 bzw. 414 Stunden nur unmerklich (siehe Karte K-33).



Abb. 7: Veränderung der EG-Besonnungsdauer von Oktober bis März infolge der Bebauung Mönchhalde

(13) vergl. A. Gilgen und A. Barrier, Umwelthygiene in der Raumplanung, 1973, Kap. IV Besonnung

5.2 Besonnung im Planungsbereich

5.2.1 Besonnungsdauer nach DIN 5034

Besonnung im Winter am Stichtag 17. Januar

Am **17. Januar** wird im **EG** eine mittlere Besonnungsdauer nach DIN 5034-1 von 2,22 Stunden/Tag bei der Variante ohne Dachaufbauten und 2,28 Stunden/Tag bei der Schlepplgauben-Variante erreicht.

Im EG verfehlen die Gebäude Nr. 4, 9, 22, 23 und 24 sowie das nördliche Doppelhaus Nr. 16, d.h. jeweils 21% der Gebäude eine im Sinn der DIN 5034-1 im Winter „ausreichende Besonnungsdauer“ von einer Stunde (siehe Karten K-10 und K-21 oben).

Ursache ist die Verschattung durch die Baumwipfel des südlich aufsteigenden Walds.

Im **1.OG** wird eine mittlere Besonnungsdauer von 3,30 Stunden/Tag bei der Variante ohne Dachaufbauten und 3,16 Stunden/Tag bei der Schlepplgauben-Variante erreicht. Hier verfehlen noch 13% bzw. 16% der Gebäude im südwestlichen Planbereich eine im Sinn der DIN 5034-1 ausreichende Besonnungsdauer. Dies sind die Gebäude Nr. 4, 22 und 23 sowie bei der Schlepplgauben-Variante zusätzlich Gebäude Nr. 24, welche damit insgesamt eine am 17. Januar nach DIN 5034-1 ausreichende Besonnungsdauer verfehlen (Einzelwerte siehe Karte K-13 und K-24 oben).

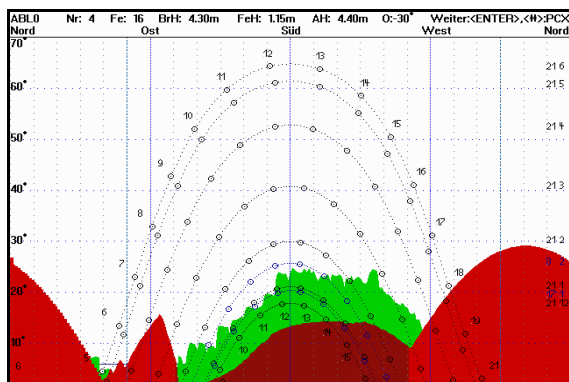


Abb. 8: Verschattungssilhouette Haus Nr. 4, 1.OG

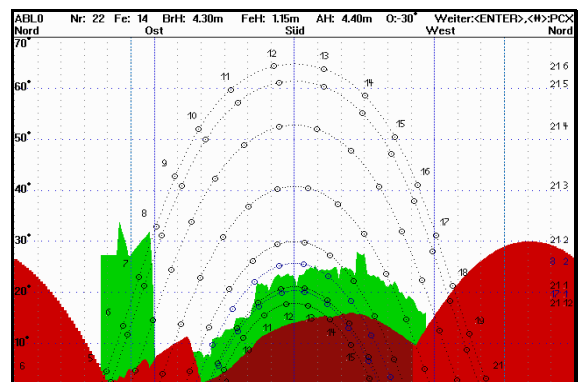


Abb. 9: Verschattungssilhouette Haus Nr. 22, 1.OG

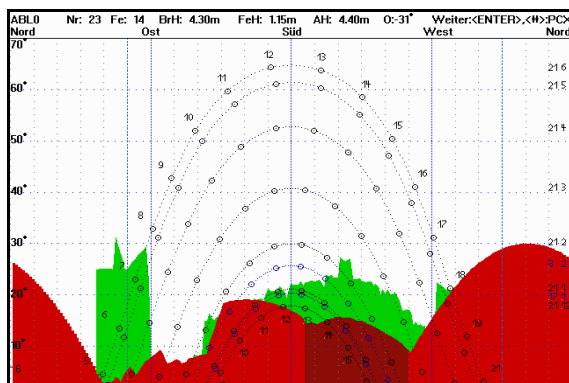


Abb. 10: Verschattungssilhouette Haus Nr. 23, 1.OG

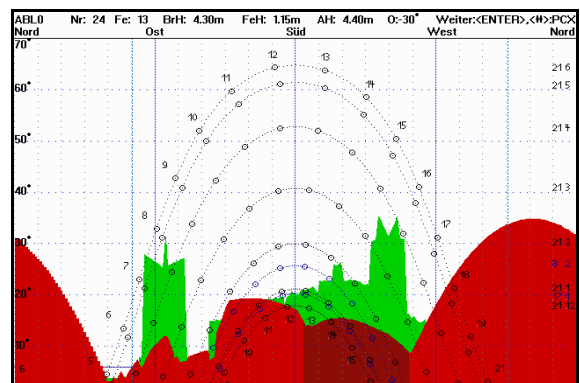


Abb. 11: Verschattungssilhouette Haus Nr. 24, 1.OG

Die Abbildungen 8 bis 11 zeigen die Verschattungssilhouetten im 1.OG der Gebäude Nr. 4, 22, 23 und 24. Rot ist die Verschattung durch Nachbargebäude, rotbraun die

durch den südlich ansteigenden Hangboden, grün durch die Bäume dargestellt. Hier wird deutlich, dass die Sonnenbahn für den 17. Januar die Baumwipfel knapp tangiert. Da die Waldbäume nicht einzeln aufgemessen wurden ist somit keine eindeutige Aussage möglich ob die DIN erfüllt oder nicht erfüllt ist. Zudem ist die Kronenhöhe kein unveränderlicher Wert.

Im nördlichen und östlichen Bereich ist allgemein eine gute bis sehr gute, im südwestlichen Randbereich dagegen auch im 1. OG knapp keine ausreichende Besonnung vorhanden.

Besonnung am Tag der Tag-Nachtgleiche - 21. März / 23. September

Am **23. September**, dem Tag der Tag-/Nachtgleiche übertreffen mit im Mittel der Gebäude 7,56 bzw. 7,63 Stunden/Tag bereits im EG alle Gebäude die nach DIN 5034 geforderte Besonnungsdauer von 4 Stunden deutlich (siehe Karte K-10 und K-21 unten).

Im Winter kann bei den Gebäuden Nr. 4, 22, 23 und bei der Schlepplgauben-Variante zusätzlich bei Nr. 24 im westlichen Randbereich auch im 1. OG keine im Sinn der DIN 5034-1 ausreichende Besonnungsdauer erzielt werden.

Im Sommer wird eine ausreichende Besonnungsdauer dagegen durchgängig übertroffen.

5.2.2 Mittlere mögliche gewichtete Besonnungsdauer der Gebäude

Die „gewichtete Besonnungsdauer“ berücksichtigt, im Gegensatz zur DIN 5034-1, realitätsnah den anteiligen Lichtdurchgang durch die Baumkrone im unbelaubten Zeitraum und die partielle Besonnung der Fenster.

Sonnen-Tiefststand am 21. Dezember

Im **EG** wird bei Sonnentiefststand am 21. Dezember im Mittel der Gebäude eine maximale Besonnungsdauer von 1,59 Stunden, bei der Variante ohne Dachaufbauten und 1,67 Stunden bei der Schlepplgauben-Variante erreicht.

Im EG verfehlen dabei 62% bzw. 58% der Gebäude den für eine gute Besonnungsqualität anzustrebenden Zielwert von 2 Stunden. Eine ausreichende Besonnungsqualität von zumindest einer Stunde verfehlen jeweils noch 37% der Gebäude (siehe Karte K-11 und K-22 oben). Ursächlich für die eingeschränkte Besonnungsdauer ist im westlichen Teilbereich die Verschattung durch die Topographie, im zentralen Bereich die gegenseitige Verschattung der Gebäude.

Im **1. OG** werden im Mittel der Gebäude 2,63 bzw. 2,49 Stunden erreicht. Dabei verfehlen 33% bzw. 40% der Gebäude den anzustrebenden Zielwert von 2 Stunden. Eine ausreichende Besonnungsqualität von zumindest einer Stunde verfehlen jeweils noch 19% der Gebäude (siehe Karte K-14 und K-25 oben).

Die Besonnungsdauer fällt dabei von Nordosten nach Südwesten deutlich ab.

Mittlerer Wintertag 8. Februar

Am „Mittleren Wintertag“, dem 8. Februar wird im **EG** im Mittel der Gebäude eine maximale Besonnungsdauer von 4,52 Stunden bei der Variante ohne Dachaufbauten und von 4,63 Stunden bei der Schleppgauben-Variante erreicht.

Hierbei verfehlen im EG 7% der Gebäude eine gute Besonnungsqualität. Eine befriedigende Besonnungsqualität wird jedoch mit zumindest 2,4 Stunden durchgängig erreicht (siehe Karte K-11 und K-22 unten).

Im **1.OG** wird im Mittel der Gebäude eine maximale Besonnungsdauer von 5,90 Stunden bei der Variante ohne Dachaufbauten und von 5,67 Stunden bei der Schleppgauben-Variante erreicht. Hier erreichen alle Gebäude mit mehr als 3 Stunden eine gute Besonnungsqualität (siehe Karte K-14 und K-25 unten).

„Wintermonate November bis Januar“

Während den Wintermonaten **1. November bis 31. Januar** werden im **EG** von einer meteorologischen Besonnungsdauer von im langjährigen Mittel 187 Stunden im Mittel des Planbereichs bei der Variante ohne Dachaufbauten 69,4 Stunden, bei der Schleppgauben-Variante 72,5 Stunden erreicht.

Hierbei unterschreiten jeweils 11 Gebäude (33%) die anzustrebende Besonnungsdauer von 30% der meteorologischen Besonnungsdauer (siehe Karte K-12 und K-23 oben).

Im **1.OG** werden im Gebäudemittel bei der Variante ohne Dachaufbauten 103,1 Stunden, bei der Schleppgauben-Variante 99,3 Stunden erreicht.

Hierbei unterschreiten noch jeweils 4 Gebäude (12%) eine ausreichende Besonnungsdauer von 30% der meteorologischen Besonnungsdauer (siehe Karte K-15 und K-26 oben).

Winterhalbjahr 1. Oktober bis 31. März

Im Winterhalbjahr vom 1. Oktober bis 31. März werden im **EG** von einer meteorologischen Besonnungsdauer im langjährigen Mittel von 554 Stunden im Mittel des Planbereichs bei der Variante ohne Dachaufbauten 286,9 Stunden, bei der Schleppgauben-Variante 293,8 Stunden erreicht.

Hierbei unterschreiten bei der Variante ohne Dachaufbauten 12 Gebäude und bei der Schleppgauben-Variante 10 Gebäude knapp eine befriedigende Besonnungsdauer von 50% der meteorologischen Besonnungsdauer. Jeweils zwei Gebäude weisen mit rund 35% der meteorologischen Besonnungsdauer eine unbefriedigende Besonnungsdauer auf (siehe Karte K-12 und K-23 unten).

Im **1.OG** werden im Mittel der Variante ohne Dachaufbauten 386,1 Stunden, bei der Schleppgauben-Variante 349,3 Stunden erreicht.

Hier übertreffen, bis auf zwei Gebäude bei der Variante mit Schleppgauben, welche die Zielmarke knapp verfehlen, alle Gebäude, z.T. deutlich eine befriedigende Besonnungsdauer von 50% der meteorologischen Besonnungsdauer (siehe Karte K-15 und K-26 unten).

5.3 Zusammenfassung

5.3.1 Passiv-solarer Heizenergiebedarf

Auch ohne Anrechnung des Hanggeschosses ergeben sich bei der Variante ohne Dachaufbauten mit einer Wohnfläche von 150 m² bis 350 m² relativ große kompakte Baukörper, die Gesamtwohnfläche beträgt hier 8300 m², die mögliche Gebäude-Tiefe liegt zwischen 12,0 und 15,0m.

Die festgesetzte Konturlinie begrenzt bei Gebäuden mit Schleppgaube auf der nördlichen Dachfläche die Gebäudetiefe auf 10,1m bis 13,1m, die Wohnfläche der einzelnen Gebäude reicht hier von ca. 130 m² bis 295 m². Die Gesamtwohnfläche erreicht rund 7200 m².

Der auf optimale Einstrahlungsvoraussetzungen (=100%) bezogene **verfügbare passive Solargewinn** weist, bezogen auf die Bebauungsdichte, bei der Variante ohne Dachaufbauten mit im Mittel 78,2% noch befriedigende, bei der Schleppgauben-Variante mit im Mittel 73,8% noch ausreichende Voraussetzungen zur passiven Nutzung der Sonnenenergie auf.

Durch den südlich des nach Norden abfallenden Planumgriffs stark ansteigenden **bewaldeten Hang** wird während der Heizperiode der verfügbare Solargewinn bei der Variante ohne Dachaufbauten um 10,2%, bei der Schleppgauben-Variante um 12,6% vermindert. Dies ist ein sehr hoher Wert. Dachflächenfenster sind hier gegenüber Gauben für die passive Sonnenenergienutzung besser geeignet.

Die **solaren Verluste durch ungünstige Orientierung** sind im Mittel bei der Variante ohne Dachaufbauten mit 2,2% geringfügig und bei der Schleppgauben-Variante mit 3,6% gering und klar innerhalb des anzustrebenden Bereichs von max. 7%.

Der durch die **gegenseitige Verschattung der Gebäude** verursachte solare Verlust erreicht im Mittel der Variante ohne Dachaufbauten 7,4% und 7,6% bei der Schleppgauben-Variante. Dies ist, auf die Bebauungsdichte von GFZ rund 0,9 bezogen, ein günstiger Wert.

Durch bestehende und festgesetzte **Bäume im Planumgriff** wird der verfügbare Solargewinn im Planumgriff mit im Mittel 2,0% bzw. 2,4% nur gering beeinträchtigt und liegt innerhalb dem nach EnEV 2016 vertretbaren Maß von 5%.

In dem maximal zulässigen **wohnflächenspezifischen Wärmeverlust Q_{BWB}** von im Mittel 82,5 kWh/m²_{WF}a der Variante ohne Dachaufbauten kommt gegenüber 86,9 kWh/m²_{WF}a bei der Schleppgauben-Variante die kompaktere Bauform der Variante ohne Dachaufbauten zum Ausdruck.

Aus dem passiven Solargewinn und den internen Wärmegewinnen Q_I von 12,7 bzw. 12,9 kWh/m²_{WF}a ergibt sich ein **wohnflächenspezifischer Heizwärmebedarf Q_h** bei der Variante ohne Dachaufbauten von 50,4 kWh/m²_{WF}a bzw. 55,8 kWh/m²_{WF}a bei der Schleppgauben-Variante.

Der gegenüber optimalen Voraussetzungen verfügbare **aktive Solargewinn** erreicht mit im Mittel 96,8% einen guten Wert.

Für die Variante ohne Dachaufbauten ergibt sich ein mittlerer, wohnflächenbezogener **Jahres-Primärenergiebedarf Q_p** von 62,0 kWh/m²_{WF}a, für die Schleppgaubenvariante von 68,6 kWh/m²_{WF}a.

Dies ist bezogen auf die Gebäudetypologie infolge der Verminderung der passiven Solargewinne durch die Verschattungswirkung des bewaldeten Hangs ein um ca. 2,4 bzw. 2,9 kWh/m²_{WF}a leicht überhöhter Wert.

5.3.2 Besonnungsdauer im Gebäudebestand

DIN 5034-1

Sowohl ohne als auch mit der Bebauung Mönchhalde kann im Winter und im Sommer von den Bestandsgebäuden eine im Sinn der **DIN 5034-1** ausreichende Besonnungsdauer zumeist erreicht werden.

Nur das Gebäude Hanfbergstr. 16, unter Berücksichtigung der auf den Grundstücken bestehenden Vegetation zusätzliche die Gebäude Hanfbergstraße 18 und 20, verfehlen am 17. Januar nach wie vor eine ausreichende Besonnungsdauer infolge der Verschattung durch Topographie/Wald bzw. Vegetation.

Am Tag der Tag-/Nachtgleiche wird eine im Sinn der DIN 5034-1 „ausreichende Besonnungsdauer“ durchgängig erreicht.

Gewichtete Besonnungsdauer

Im **EG** vermindert sich die mittlere maximal mögliche gewichtete Besonnungsdauer der Gebäude am **21. Dezember** von 3,13 h/d auf 2,82 h/d bzw. 2,85 h/d um rund 10%. Dabei unterschreiten bereits ohne Bebauung Mönchhalde die Gebäude Hanfbergstr. 16 bis 22 die für eine gute Wohnqualität anzustrebende Besonnungsdauer von zwei Stunden/Tag infolge der Verschattung durch die Topographie bzw. bestehende Bäume.

Am **8. Februar** werden im **EG** im Mittel der Gebäude maximal zuvor 5,61 h/d, danach 5,27 h/d bzw. 5,30 h/d erreicht. Die Besonnungsdauer vermindert sich im Mittel um 6% nur geringfügig. Bereits im EG übertreffen alle Gebäude eine dreistündige Besonnungsdauer und erreichen damit eine gute bis sehr gute Besonnungsqualität ⁽¹⁴⁾.

Im Zeitraum **November bis Januar** vermindert sich im **EG** im Gebäudemittel die Besonnungsdauer um rund 6% nur gering. Lediglich bei den Gebäuden Lilienstraße 2 ist im EG mit -23% und bei Lilienstraße 4 mit -11% eine spürbare, jedoch noch zumutbare Verminderung der Besonnungsdauer im EG zu erwarten. Im **1.OG** vermindert sich die Besonnungsdauer im Mittel um weniger als 2%. Hier ist im 1.OG bei den Gebäuden Lilienstraße 2 mit -5% und bei Lilienstraße 4 mit -2% keine spürbare Verminderung der Besonnungsdauer mehr zu erwarten.

Im **Winterhalbjahr** vermindert sich im Mittel der Gebäude die Besonnungsdauer im EG um 3,3%, im 1.OG um 0,5% nur geringfügig.

Eine erhebliche Beeinträchtigung der Besonnung und Belichtung der Bestandsbebauung durch die Planung Mönchhalde ist nicht zu erwarten.

(14) vergl. A. Gilgen und A. Barrier, Umwelthygiene in der Raumplanung, 1973, Kap. IV Besonnung

5.3.3 Besonnungsdauer im Planbereich

Infolge der Verschattung durch den südlich des Planbereichs stark nach Süden ansteigenden bewaldeten Hang erreicht bei niedrigem Sonnenstand, etwa im Zeitraum von, je nach Lage, Anfang/Mitte November bis Ende Januar/Anfang Februar der südwestliche Planbereich nur eine eingeschränkte Besonnungsqualität. - Hier werden die Gebäude durch die Baumwipfel teilverschattet. Im Zeitraum von Februar bis Anfang November liegt die Sonnenbahn im Wesentlichen über den Baumwipfeln, so dass hier maßgeblich die gegenseitige Verschattung der Gebäude zum tragen kommt.

Bei der Verschattung durch Topographie/Wald ist allgemein zu Berücksichtigen, dass der Wald, um den ungünstigsten Fall zu berücksichtigen, als vollständig lichtundurchlässig angenommen wurde. Es ist möglich, dass hier im Winter durch die Baumkronen eine geringe zusätzliche Besonnung der Gebäude erfolgen kann die rechnerisch nicht erfasst werden kann. Zudem ist die Waldoberkante naturgemäß veränderlich, d.h. die Besonnung kann durch Fällungen besser oder durch Zuwachs schlechter ausfallen.

Besonnungsdauer nach DIN 5034-1

Im Winter kann bei den Gebäuden Nr. 4, 22, 23 und bei der Schleppgauben-Variante zusätzlich bei Nr. 24 im westlichen Randbereich des Planumgriffs auch im 1. OG keine im Sinn der DIN 5034-1 ausreichende Besonnungsdauer erzielt werden.

Im Sommer wird eine ausreichende Besonnungsdauer dagegen durchgängig übertroffen.

Gewichtete Besonnungsdauer

Bei **Sonnentiefstand am 21.Dezember** ist im EG in größeren Teilbereichen eine nur eingeschränkte Besonnungsqualität zu erwarten. Fünf Gebäude im südwestlichen Randbereich sind zu diesem Zeitpunkt durch den Wald im EG, vier davon auch im 1.OG weitgehend verschattet.

Am **mittleren Wintertag, dem 8.Februar** ist demgegenüber bei fast allen Gebäuden bereits im EG, im 1.OG bei allen Gebäuden, mit mehr als 3 Stunden eine gute Besonnungsqualität zu erwarten. Im EG verfehlen nur zwei Gebäude eine gute, erreichen hier jedoch mit zumindest 2,4 Stunden eine befriedigende Besonnungsqualität.

Während den Wintermonaten **1.November bis 31.Januar** unterschreiten im EG jeweils 11 Gebäude, im 1.OG noch 4 Gebäude eine anzustrebende Besonnungsdauer von 30% der meteorologischen Besonnungsdauer.

Im **Winterhalbjahr vom 1.Oktober bis 31.März** unterschreiten im EG 12 bzw. 10 Gebäude und im 1.OG bei der Variante mit Schleppgauben noch 2 Gebäude knapp eine befriedigende Besonnungsdauer von 50% der meteorologischen Besonnungsdauer. Jeweils zwei Gebäude weisen mit rund 35% der meteorologischen Besonnungsdauer eine unbefriedigende Besonnungsdauer auf. Im 1. OG übertreffen, bis auf zwei Gebäude bei der Variante mit Schleppgauben, welche die Zielmarke knapp verfehlen, alle Gebäude, z.T. deutlich eine befriedigende Besonnungsdauer von 50% der meteorologischen Besonnungsdauer.

In den Wintermonaten 1.November bis 31.Januar sind aufgrund der schwierigen topographischen Situation teilweise spürbare Besonnungsdefizite zu erwarten. Zwischen Februar und Oktober nährt sich mit steigendem Sonnenstand die Besonnungsqualität der bei einer GRZ von 0,4 zu erwartenden Besonnungsqualität an. So sind über das gesamte Winterhalbjahr betrachtet, im Vergleich zum Bebauungskonzept keine eklatanten Besonnungsdefizite mehr zu erwarten.

5.4 Empfehlungen

Im Planbereich wurden keine Mängel festgestellt, welche eine Veränderung der Planung erfordern. Dennoch sollten nachfolgende Empfehlungen berücksichtigt werden.

Grünordnung

Aufgrund der Nordhanglage sollte, insbesondere im Winter, eine zusätzliche Verschattung durch Vegetation möglichst vermieden werden. Es wird deshalb angeregt, in die Pflanzliste nur Nadelbäume mit einer Wuchshöhe von maximal 3m aufzunehmen.

Kollektoren

Die Dachflächen bieten ausreichend Fläche und gute Voraussetzungen zur aktiven Nutzung der Sonnenenergie. Um eine zusätzliche Verschattung durch die Solarkollektoren zu vermeiden sollten diese nur in die Dachflächen integriert zugelassen werden.

Die im Entwurf des Textteils unter 2.2 zulässige Überschreitung der festgesetzten OK der Garagen durch Solarkollektoren sollte entfallen, da hierdurch eine zusätzliche Verschattung nördlich angrenzender Gebäude nicht ausgeschlossen werden kann und die tiefe Lage der Kollektoren auf Garagen zwischen den Gebäuden den Solarertrag erheblich mindert.

Soweit die Kollektoren auf den Garagen dennoch zugelassen werden sollen, müssen diese zum Dachrand einen Abstand mit zumindest der einfachen Höhe der Kollektoren einhalten.

Überschreitung der Baugrenzen

Die im Entwurf des Textteils unter 4. zulässige Überschreitung der festgesetzten Baugrenzen je Gebäudeseite bis zu einer Breite von 5 m und einer Tiefe von 1,5 m sollte auf die südliche und nördliche Fassade begrenzt werden um eine zusätzliche Verschattung durch seitliche Anbauten auszuschließen.

An der Ost- und Westseite kann eine Überschreitung durch untergeordnete Bauteile wie z.B. Gesimse, Dachvorsprünge, Eingangs- und Terrassenüberdachungen zugelassen werden.

Anzahl der Wohneinheiten

Infolge der unbefriedigenden Besonnungssituation sollte bei den Gebäuden Nr. 4, 9, 22, 23 und 24 eine geschossweise Wohnungsteilung ausgeschlossen werden.

Dachform

Unter B 1.1. sollte im Textteil Satteldach durch „Symmetrisches Satteldach“ ersetzt werden, da ansonsten die Firstlinie bis zur Konturlinie nach Norden verschoben werden kann.

Dachaufbauten/Gauben

Es sollte der Hinweis aufgenommen werden, dass Dachflächenfenster im Hinblick auf den Energiebedarf der Gebäude, die passive Sonnenenergienutzung und die Besonnung günstiger als Gauben sind.

Gemeinde Aidlingen - Bebauungsplan Mönchhalde
Tab. 2
Heizenergiebilanz - Mittelwerte für Untersuchungsbereich (GOSOL / DIN EN 832)

Berechnungszeitraum Heizperiode September-Mai

SOLARBÜRO Dr. Goretzki, Stuttgart

Variante	BPlan v. 09.12.14		Einheit
	AbL ohne Dachauf- bauten	AbG mit Schlepp- gauben	
Verfügbarer Solargewinn (bez. Optimum)	78.2	73.8	%
Verminderung durch ungünstige Orientierung	2.2	3.6	%
Verschattung durch Topographie und Bäume	12.2	15.0	%
(davon durch Bäume im Planbereich)	2.0	2.4	%
Verschattung durch Nachbargebäude	7.4	7.6	%
Summe städtebaulich bed. solarer Verluste	21.8	26.2	%
spez, Brutto-Heizwärmebed./Wärmeverlust Q''_{BWB}	82.5	86.9	kWh/m ² a
spez, genutzte interne Wärmequellen Q''_i	12.7	12.9	kWh/m ² a
spez, genutzte passive Solargewinne Q''_s	19.4	18.2	kWh/m ² a
spez. Heizwärmebedarf Raumwärme Q''_h	50.4	55.8	kWh/m ² a
spez Heizwärmebedarf Trinkwasser Q''_w	8.4	8.4	kWh/m ² a
Anlagenaufwandszahl e_p (n. DIN 4701-10)	1,0545	1,0686	-
spez. Jahres-Primärenergiebedarf (n. DIN 4701-10)	62.0	68.6	kWh/m ² a
mittlerer erforderlicher U- (k-) Wert	0.221	0.221	W/m ² K
Wohnfläche WF nach WoFIVO (ohne Treppen)	8306	7213	m ²
Bruttogeschossfläche BGF	9905	8468	m ²
Brutto-Grundfläche BGr	5522	4731	m ²

Variante			Planbereich		Bestand			Einheit
			ohne Dachaufbauten AbL	mit Gauben AbG	ohne Neubaugebiet Abb	BPlan ohne Dachaufbauten AbLb	BPlan mit Gauben AbGb	
EG	mittlere max. Besonnungsdauer der Gebäude an einem klaren Tag	DIN 17.Jan.>1h	2,22	2,28	2,65	2,39	2,39	h/Tag
		DIN 23.Sep.>4h	7,56	7,63	7,35	7,26	7,27	h/Tag
		21. Dez > 2 h	1,59	1,67	3,13	2,82	2,85	h/Tag
		8. Feb > 3 h	4,52	4,63	5,61	5,27	5,30	h/Tag
	Anteil der Gebäude mit Mindestbesonnungsdauer am ...	DIN 17.Jan.	79	79	90	84	84	% WE
		DIN 23. Sept.	100	100	100	100	100	% WE
		21. Dez > 2 h	38	42	79	79	79	% WE
		8. Feb > 3 h	93	93	100	100	100	% WE
1.OG	mittlere max. Besonnungsdauer der Gebäude an einem klaren Tag	DIN 17.Jan.	3,30	3,16	4,58	4,55	4,55	h/Tag
		23. September	9,34	8,18	8,98	8,98	8,98	h/Tag
		21. Dez > 2 h	2,63	2,49	4,75	4,62	4,64	h/Tag
		8. Feb > 3 h	5,90	5,67	6,74	6,71	6,73	h/Tag
	Anteil der Gebäude mit Mindestbesonnungsdauer am ...	DIN 5034	87	84	100	100	100	% WE
		23. September	100	100	100	100	100	% WE
		21. Dez > 2 h	67	60	100	100	100	% WE
		8. Feb > 3 h	100	100	100	100	100	% WE