

Dr. Hans Meseberg
LSC Lichttechnik & Straßenausstattung Consult
Fährstr. 10
13503 Berlin
Tel. und Fax 030/82707832
Mobil: 0177/3733744
hmeseberg@t-online.de

Berlin, den 19. 6. 2023

**Gutachterliche Stellungnahme G34/2023
zur Frage der Blend- und Störfwirkung von Anwohnern
eines Neubaugebietes durch eine in Michelbach an der Bilz
installierte Photovoltaikanlage**

(Dieses Gutachten besteht aus 6 Seiten
und einem Anhang mit weiteren 2 Seiten)

1 Auftraggeber

Den Auftrag zur Erarbeitung des Gutachtens erteilte das Bürgermeisteramt Michelbach an der Bilz, Hirschfelder Straße 13, 74544 Michelbach an der Bilz.

Auftragsdatum: 9. 5. 2023

2 Auftragsache

Die Klärle Gesellschaft für Landmanagement und Umwelt mbH in 97990 Weikersheim erarbeitet derzeit im Auftrag der Gemeinde Michelbach an der Bilz den Bebauungsplan „Straßenäcker“ im Osten der Gemeinde. Es besteht die Besorgnis, dass Anwohner im künftigen Neubaugebiet durch die westlich des Neubaugebietes befindliche PV-Anlage „Hundsäcker“ einem erheblichen Blend- und Störrisiko ausgesetzt sein könnten. Vorliegendes Gutachten dient der Untersuchung der Frage, ob und mit welcher Häufigkeit eine solche Situationen auftreten kann und falls ja, welche Abhilfemöglichkeiten bestehen. Die Stör- und Blendwirkung wird anhand der „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13. 9. 2012, Anhang 2, bewertet.

3 Definitionen

Im Folgenden wird der Richtung Nord der horizontale Winkel $\alpha = 0^\circ$ zugeordnet; der Winkel steigt mit dem Uhrzeigersinn (Ost: $\alpha = 90^\circ$; Süd: $\alpha = 180^\circ$ usw.).

Es werden folgende Winkel verwendet:

Sonnenhöhenwinkel (vertikaler Sonnenwinkel)	γ
Azimet (horizontaler Sonnenwinkel)	α
Orientierung der Modulreihen gegen Ost oder West	ν
Neigung der PV-Module gegen Süd	ε
vertikaler Winkel des von den Solarmodulen reflektierten Lichts	δ
horizontaler Blickwinkel Mitte Fensterfläche - PV-Anlage	τ

Differenz $\alpha - \tau$ (horizontaler Blickrichtung Anwohner - PV-Anlage) ψ
vertikaler Blickwinkel Anwohner - PV-Anlage λ

4 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden von der Gemeinde Michelbach und der Fa. Klärle zur Verfügung gestellt:

- Lageplan des Neubaugebietes
- Lageplan der bestehenden PV-Anlage
- Belegungsplan und Modultischquerschnitt der PV-Anlage
- Höhenplan der PV-Anlage und des Neubaugebietes
- Fotos
- Mündliche und Emailinformationen durch Frau Melanie Eisner, Fa. Klärle

5 Verwendete Programme

Die Geländehöhen wurden dem Höhenplan entnommen. Die Entfernungen und Winkel wurden mit google earth bestimmt. Der monatliche Sonnenstand für Michelbach (Sonnenhöhe und -azimut) wurde der Website www.stadtklima-stuttgart.de entnommen. Die Berechnung der Winkel des reflektierten Sonnenlichts erfolgte mit eigenen Excel-Programmen.

6 Topografische Daten und Angaben zum Neubaugebiet und zur PV-Anlage

Das Neubaugebiet befindet sich unmittelbar westlich der bestehenden PV-Anlage, s. Bild 1. Der blendkritischste Ort (Immissionsort) des Neubaugebietes ist die westliche Fassade des neuen Gebäudes auf der Fläche MI1, Bauplatznummer 3. Die Geländehöhe (GOK) an diesem Haus beträgt ca. 368,5 m. Das Wohnhaus wird zweigeschossig ausgeführt werden, die Höhe der Fenstermitte im Obergeschoss beträgt ca. 5 m, abgeleitet von der geplanten Traufhöhe von 6 m. Der Abstand zu den 5 nördlichsten Reihen der PV-Anlage beträgt ca. 72 m (gemessen in Ost-West-Richtung) und steigt auf ca. 81 m zur 9. Reihe von Norden.

Die etwa rechteckige PV-Anlage ist in Bild 2 wiedergegeben. Die GOK der PV-Anlage fällt an der östlichen Grenze von Nord nach Süd von 371 m auf 365 m. Nach Westen fällt die GOK der PV-Anlage auf 367 m im Nordwesten und auf 358 m im Südwesten. Das Gelände fällt aber nicht kontinuierlich ab, sondern steigt zunächst in Richtung Westen bis etwa zur Mitte der PV-Anlage an und fällt dann auf die genannten Werte im Westen ab. Der so entstehende „Höhenrücken“ ist in Bild 2 durch die rote Linie gekennzeichnet. Die GOK des Höhenrückens fällt von Nord nach Süd von 371 m auf 364 m ab. Das bedeutet, dass ein Bewohner des Gebäudes des Immissionsortes nur den Teil der PV-Anlage sehen kann, der östlich des Höhenrückens liegt. Dies muss bei der Berechnung des Blendrisikos berücksichtigt werden.

Die Modultischreihen der PV-Anlage sind in Ost-West-Richtung ausgerichtet, die Modulneigung beträgt 24°; Modulober- und -unterkante liegen 2,07 m bzw. 0,85 m über GOK.

Zwischen PV-Anlage und Neubaugebiet verläuft die Trasse einer eingleisigen Bahnstrecke von Nordost nach Südwest. Östlich und westlich der Trasse und parallel zu dieser befinden sich Laubgehölze, die im Osten eine Kronenhöhe von ca. 5 m und im

Westen von 2 m bis 3 m aufweisen. Zwischen den Laubgehölzen sind nur wenige Lücken vorhanden, so dass diese Laubgehölze zumindest in der Vegetationszeit den Einblick vom Neubaugebiet zur PV-Anlage überwiegend verhindern.

7 Blend- und Störfwirkung von sich in Gebäuden aufhaltenden Personen

Lichtimmissionen gehören nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) formal zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Anwohner herbeizuführen. Weitere Ausführungen hierzu macht das BImSchG jedoch nicht. Die von PV-Freiflächenanlagen verursachte Blend- und Störfwirkung von Personen, die sich in Wohn- oder Gewerbegebäuden aufhalten, wird im Allgemeinen nach den „Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13. 9. 2012, Anhang 2, vorgenommen (im Folgenden „LAI-Hinweise“ genannt). Die Blend- und Störfwirkung = Lichtimmission ist durch die Zeit definiert, in der Sonnenlicht von der PV-Anlage auf die Fensterflächen der betroffenen Gebäude (Immissionsorte) auftrifft. Diese Zeit, damit ist die astronomisch maximal mögliche Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang gemeint, darf täglich 30 min und im Kalenderjahr 30 Stunden nicht überschreiten („30 Minuten-/30 Stunden-Regel“).

Die LAI-Hinweise gelten für „schutzwürdige Räume“. Dazu gehören

- Wohnräume
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume.

Lt. Abschnitt 7e. der LAI-Hinweise sind die Sonne als punktförmig und die Solarmodule als ideal verspiegelt zu betrachten, so dass die Berechnungen gemäß dem Reflexionsgesetz Einfallswinkel = Ausfallswinkel durchgeführt werden können. Tatsächlich wird das Sonnenlicht von den üblicherweise verwendeten Solarmodulen aber auch teilweise gestreut reflektiert. Das führt dazu, dass das Sonnenlicht z.T. spiegelnd (Kernreflex) und z.T. gestreut (Streureflex) reflektiert wird. Der Streureflex kann je nach Entfernung Beobachter - PV-Anlage und Grad der Streuwirkung bis zu 40 min vor dem Kernreflex auftreten und erst bis zu 40 min nach dem Kernreflex verschwinden. Die Intensität des Streureflexes ist aber immer deutlich geringer als die Intensität des Kernreflexes und erzeugt daher keine nennenswerte Störfwirkung. Alle durchzuführenden Berechnungen beziehen sich daher nur auf den Kernreflex, die zusätzliche Reflexionszeit durch den Streureflex wird nach den LAI-Hinweisen nicht berücksichtigt.

In den LAI-Hinweisen wird ausgeführt: „*Wirkungsuntersuchungen oder Beurteilungsvorschriften zu diesen Immissionen sind bisher nicht vorhanden.*“ Mangels solcher Untersuchungen wurde der Inhalt der Regelungen der LAI-Hinweise daher weitgehend den „Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (WEA-Schattenwurf-Hinweise) des LAI entlehnt. Diese Übertragung ist sehr angreifbar, da die durch den Schattenwurf von Windkraftanlagen erzeugte Störfwirkung viel gravierender ist als die Störfwirkung, die von PV-Anlagen erzeugt wird. Offensichtlich im Bewusstsein dieses Mangels wird in den LAI-Hinweisen

weiter ausgeführt: „Der genannte Wertungsmaßstab kann allenfalls ein erster Anhaltspunkt für die Beurteilung von Blendungen sein. Im Einzelfall muss dann aber begründet werden, warum eine Übertragbarkeit gegeben, bzw. aufgrund welcher Überlegungen eine ggf. abweichende Bewertung erfolgt ist.“

Diese Einschränkung der Bewertungsmöglichkeit der Lichtimmissionen durch die LAI-Hinweise führt dazu, dass die LAI-Hinweise nur eine Empfehlung darstellen und deshalb nur in wenigen Bundesländern verbindlich zur Bewertung von Lichtimmissionen vorgeschrieben sind. Sie stellen aber den Stand der Technik dar und werden in der Regel zur Bewertung der von neu zu installierenden PV-Anlagen ausgehenden Lichtimmissionen auch von Unterzeichner herangezogen, wenn auch nach Auffassung des Unterzeichners die Lichtimmissionszeiten der LAI-Hinweise unnötig niedrig festgelegt worden sind. Sie können, wenn einige Änderungen an der Bewertungsmethodik vorgenommen werden, durchaus sinnvoll angewendet werden. Folgende Aspekte der LAI-Hinweise werden vom Unterzeichner modifiziert bzw. neu aufgenommen:

- a. Es heißt in den LAI-Hinweisen-Lichtimmissionen, dass Immissionsorte, die sich weiter als ca. 100 m von einer Photovoltaikanlage entfernt befinden, erfahrungsgemäß nur kurzzeitige Blendwirkungen erfahren. Nur Immissionsorte, die vorwiegend westlich oder östlich einer Photovoltaikanlage liegen und nicht weiter als ca. 100 m von dieser entfernt sind, seien hinsichtlich einer möglichen Blendung als kritisch zu betrachten. Dieser Aussage ist nicht zuzustimmen, denn nach den Erfahrungen des Unterzeichners bei der Begutachtung anderer PV-Anlagen können PV-Anlagen auch dann eine unzumutbare Störf Wirkung entfalten, wenn ihre Entfernung von Immissionsort beträchtlich größer als 100 m ist, z.B. wenn sich die betroffenen Fenster sehr weit oberhalb des PV-Anlagengeländes befinden, das Anlagengelände ein Gefälle in Richtung Immissionsort aufweist oder die PV-Fläche sehr ausgedehnt ist. Die LAI-Hinweise enthalten auch keine Aussage, wie zu verfahren ist, wenn die PV-Anlage, wie in vorliegendem Fall, teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der 100 m-Zone liegt. Deshalb wird die evtl. Blendwirkung für Anwohner vom Unterzeichner unabhängig von der Entfernung der betroffenen Gebäude zur PV-Anlage berechnet.
- b. In den WEA-Schattenwurfhinweisen wird Schattenwurf für Sonnenstände $\gamma \leq 3^\circ$ Erhöhung über Horizont wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt. Gerade diese wichtige, sehr sinnvolle Einschränkung bzw. eine vergleichbare Regelung fehlt in den LAI-Hinweisen-Lichtimmissionen. Deshalb wird in diesem Gutachten folgende, den Schattenwurfhinweisen analoge Regelung verwendet: Sonnenlicht, das unter Winkeln $\gamma \leq 7,5^\circ$ von einer PV-Anlage in Richtung Immissionsort reflektiert wird, wird wegen dessen geringer Intensität (vergleichbar der Intensität des direkten Sonnenlichts, das unter $\gamma = 3^\circ$ reflektiert wird, d.h. unmittelbar nach Sonnenaufgang oder vor Sonnenuntergang) und wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände nicht berücksichtigt.

8 Zeitliche Wahrscheinlichkeit der Sonnenlichtreflexion in Richtung des zu untersuchenden Gebäudes

8.1 Berechnungsmethode

Um die evtl. von der PV-Anlage ausgehende Störwirkung für Anwohner zu bewerten, ist es zunächst notwendig, die zeitliche Wahrscheinlichkeit dafür zu ermitteln, dass von der PV-Anlage reflektiertes Licht in die Fensterflächen bzw. die dahinterliegenden Räume der blendgefährdeten Gebäude gelangt. Diese Wahrscheinlichkeit kann mithilfe eines sogenannten Sonnenstandsdiagramms ermittelt werden. Bild 3 zeigt das Sonnenstandsdiagramm für Michelbach in Form eines Polardiagramms. Die roten Linien zeigen den Sonnenstand (Sonnenhöhe γ und Azimut α) für den 15. Tag jedes Monats in Abhängigkeit von der Uhrzeit an. Die Darstellung erfolgt für die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) ohne Berücksichtigung der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ). Die Uhrzeit ist durch blaue und grüne Punkte gekennzeichnet.

Zuerst werden mittels der geometrischen und topografischen Daten die Sonnenhöhe γ und das Sonnenazimut γ , bei denen sich die Sonne befinden müsste, damit reflektiertes Sonnenlicht in die Fensterflächen des Gebäudes am Immissionsort gelangen könnte, berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in das Sonnenstandsdiagramm für Michelbach eingetragen. Da die Berechnungen für die gesamte Fläche bzw. eine Teilfläche der PV-Anlage durchgeführt werden, stellen die ermittelten α/γ -Werte eine Fläche in Form eines geschlossenen Polygonzuges dar, die im Folgenden als γ -Fläche bezeichnet wird. Hat die γ -Fläche Schnittpunkte mit den roten Sonnenstandslinien, fällt Sonnenlicht in die Fensterflächen; die dazugehörigen Jahres- und Tageszeiten können aus dem Polardiagramm abgelesen werden. Bei fehlenden Schnittpunkten ist keine Sonnenlichtreflexion in diese Fensterflächen möglich. Bei vorhandenen Schnittpunkten der γ -Fläche mit den Sonnenstandslinien müssen aus den Schnittflächen die Zeiten berechnet werden, zu denen Sonnenlicht von der PV-Anlage in die Fensterflächen des betroffenen Gebäudes am Immissionsort reflektiert wird.

8 Untersuchungsergebnisse

Da die Reflexionszeit mit der Fensterhöhe steigt, werden die Berechnungen für die Fenstermitte des Obergeschosses des betroffenen Wohngebäudes am Immissionsort durchgeführt, zunächst ohne die Abschirmwirkung der Laubgehölze zu berücksichtigen. Als genauer Immissionsort wird die Mitte der Gebäudefassade des westlichsten Wohngebäudes in Bild 1 (roter Pfeil) gewählt. Die berechnete γ -Fläche ist in Bild 3 eingezeichnet. Sie hat teilweise Schnittpunkte mit den roten Sonnenstandslinien, Sonnenlicht kann im theoretisch im Jahreszeitanteil von Anfang April bis Mitte September ca. zwischen 17.40 Uhr und 18 Uhr MEZ von der PV-Anlage zum Immissionsort gelenkt werden. Die aus der γ -Fläche berechneten Reflexionszeiten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

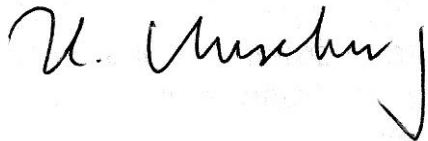
Reflexionstage pro Jahr	Maximale tägliche Reflexionszeit	Mittlere tägliche Reflexionszeit	Astronomisch mögliche jährliche Reflexionszeit im Kalenderjahr
168	8,9 min	6,68 min	168 · 6,68 min = 18,7 Stunden

Tabelle 1: Theoretische Reflexionszeiten am Immissionsort

Ergebnis: Sowohl die tägliche maximale als auch die jährliche Reflexionszeit liegt unter den nach den LAI-Hinweisen erlaubten Zeit von 30 Minuten bzw. 30 Stunden. Wie gesagt, sind das nur theoretische Zeiten; die Sonnenlichtreflexion zum Immissionsort würde ganz überwiegend in der Vegetationszeit erfolgen. Die Laubgehölze zwischen PV-Anlage und Immissionsort sorgen jedoch dafür, dass in der Vegetationszeit höchstens ein schmaler Streifen am oberen Rand der PV-Anlage von den Fenstern im Obergeschoss des Immissionsortes aus sichtbar ist. Es wird geschätzt, dass die realen Immissionszeiten weniger als die Hälfte der o.a. Zeiten betragen, also maximal ca. 4 min täglich bzw. 9 Stunden jährlich. Insgesamt werden die Anforderungen der LAI-Hinweise erfüllt, zusätzliche Abschirmmaßnahmen am Immissionsort sind nicht erforderlich.

9 Gesamtergebnis

Es wurde untersucht, ob Anwohner im künftigen Neubaugebiet „Straßenäcker“ in Michelbach an der Bilz durch die westlich des Neubaugebietes befindliche PV-Anlage „Hundsäcker“ einem erheblichen Blend- und Störrisiko ausgesetzt sein könnten. Die Blendberechnungen ergeben, dass die nach den „Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13. 9. 2012, Anhang 2, erlaubten täglichen und jährlichen Lichtimmissionszeiten deutlich unterschritten werden. Zusätzliche Abschirmmaßnahmen am Immissionsort sind nicht erforderlich.



Dieses Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt.

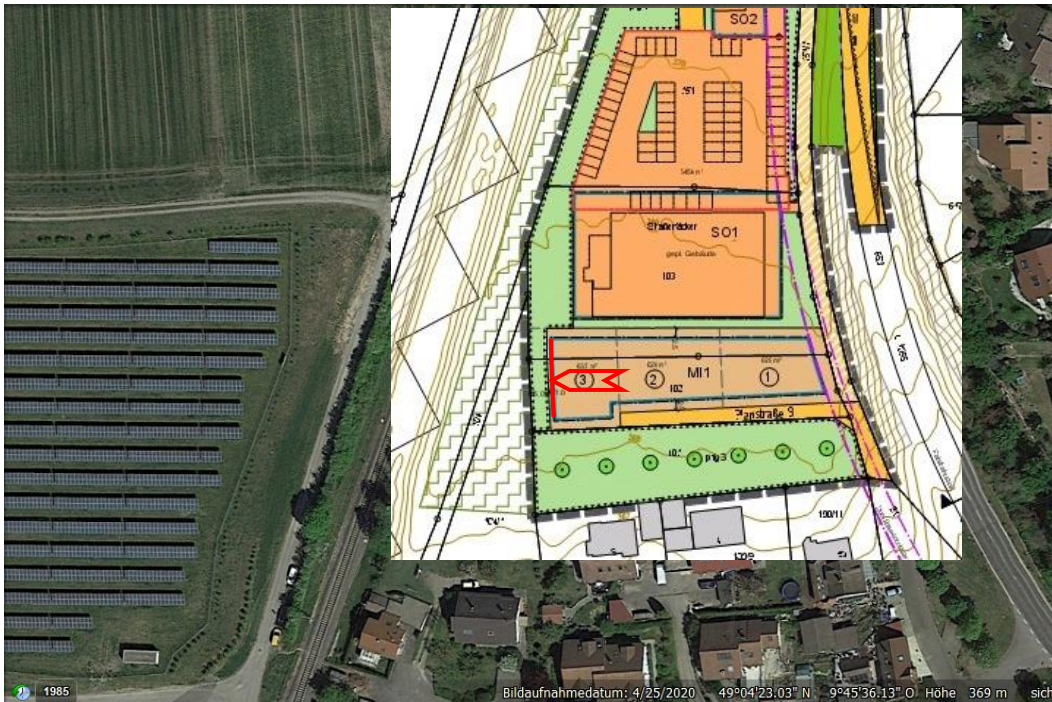


Bild 1: Das Neubaugebiet „Straßenäcker“ in Michelbach

- : Westlichste Wohnhausfassade
- ↔ : Untersucher Immissionsort



Bild 2: Die PV-Anlage „Hundsäcker“

-) : Höhenrücken

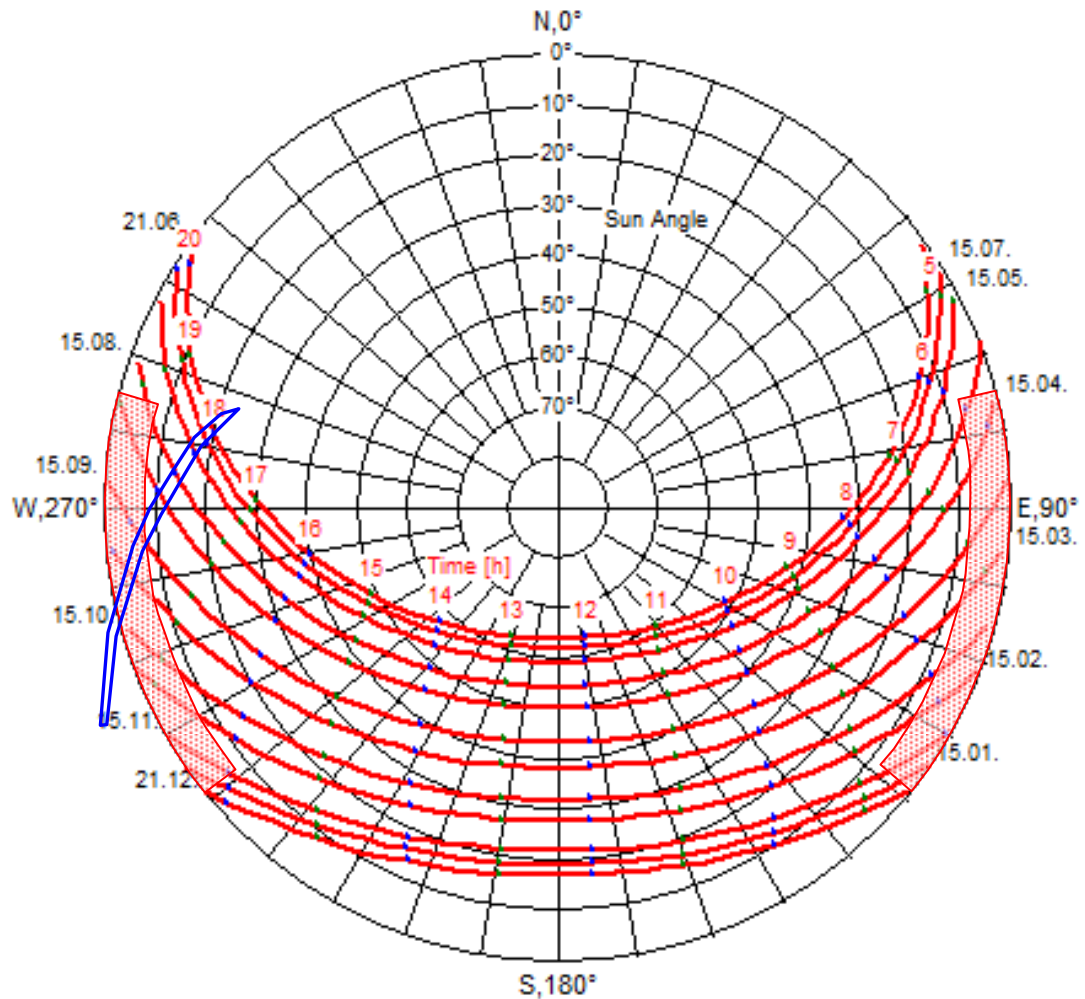


Bild 3: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Michelbach mit γ -Flächen zur Bewertung der Reflexionszeiten zu m Immissionsort

Quelle des Sonnenstandsdiagramms: www.stadtklima-stuttgart.de;
Copyright: © Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe 2007

Rot schraffierte Flächen: Bereich des Sonnenhöhenwinkels $\gamma \leq 7,5^\circ$, der bei der Bewertung der Reflexionszeiten nicht berücksichtigt wurde