

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIEN-TECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

Verschattungsuntersuchung zum Bebauungsplan für das Bauvorhaben „BaseCamp“ in Bochum

Bericht C 5179-1 vom 01.06.2018

Auftraggeber: BaseCamp
Untermainanlage 7
60329 Frankfurt am Main

Bericht-Nr.: C 5179-1
Datum: 01.06.2018
Niederlassung: Dortmund
Ansprechpartner/in: Frau Lippold

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5
10623 Berlin
Tel. +49 30 310 172 16
Fax +49 30 310 172 40
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	3
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	4
3	Örtliche Gegebenheiten.....	6
4	Beurteilungsgrundlagen.....	7
5	Verschattungsstudie.....	9
5.1	Durchführung der Verschattungsstudie.....	9
5.2	Besonnungssituation am 17. Januar - Bestand.....	9
5.3	Besonnungssituation zur Tagundnachtgleiche - Bestand.....	10
5.4	Besonnungssituation am 17. Januar - Bebauungsplan.....	10
5.5	Besonnungssituation zur Tagundnachtgleiche - Bebauungsplan.....	11
5.6	Vergleich Besonnungssituation im Umfeld Bestands- und Bebauungsplanbebauung.....	13
5.7	Besonnungssituation – Planung.....	14
5.8	Helligkeitseindruck durch Tageslicht.....	15
5.9	Verschattungssituation im Umfeld für den Entwurfsstand vom 28.05.2018.....	17
6	Zusammenfassung.....	18

1 Situation und Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Aufstellung eines Bebauungsplanes am Südring im Kreuzungsbereich mit der Universitätsstraße. Das Plangebiet befindet sich westlich des Bochumer Hauptbahnhofes. Derzeitig befindet sich dort ein Parkhaus.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Auswirkungen auf die umliegende Bebauung hinsichtlich der Besonnungssituation ermittelt und anhand der Planungsempfehlungen der DIN 5034-1 bewertet.

Hierzu wird basierend auf den Planunterlagen mit Hilfe von dreidimensionalen Simulationsmodellen der zukünftige, durch die geplante Gebäudekubatur verursachte Schattenwurf auf den bestehenden umliegenden sowie den geplanten Gebäudefassaden visualisiert. Der berechnete Schattenverlauf wird analysiert und hieraus die Dauer der direkten Besonnung der betroffenen Fassaden berechnet. Die Ergebnisse werden mit der Besonnungssituation in der Bestandssituation verglichen.

Weiter wird die Besonnungssituation für die Planung selbst bewertet.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G Aktuelle Fassung
[2]	Bauordnung NRW	Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen	V Aktuelle Fassung
[3]	DIN 5034, Teil 1	Tageslicht in Innenräumen; Allgemeine Anforderungen	N Juli 2011
[4]	DIN 5034, Teil 2	Tageslicht in Innenräumen; Grundlagen	N Februar 1985
[5]	Bebaungsplanentwurf	zur Verfügung gestellt durch Postwelters	P 21.02.2018
[6]	Gebäudedaten LoD2	Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) Datensatz (URI): https://registry.gdi-de.org/id/de.nw/3D-GM-LoD1	P Jan. 2017
[7]	Höhendaten DGM1	Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) Datensatz (URI): https://registry.gdi-de.org/id/de.nw/DGM1	P Jan. 2017
[8]	Deutsche Grundkarten DGK5	Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) Datensatz (URI): https://registry.gdi-de.org/id/de.nw/DEN-WDGK5	P Jan. 2017
[9]	Angaben maximale Höhen B-Plan-Gebäude	Zur Verfügung gestellt per e-mail vom Architekten KG5/ Postwelters	P 09.02.2018
[10]	Bauakten	Einsichtnahme Bauakten bei der Stadt Bochum	P April 2018
[11]	Bebauungsplanentwurf	Zur Verfügung gestellt per e-mail über Postwelters	P Mai 2018

Kategorien:

G Gesetz
V Verordnung
VV Verwaltungsvorschrift
RdErl. Runderlass

N
RIL
Lit
P

Norm
Richtlinie
Buch, Aufsatz, Bericht
Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

Das Bebauungsplangebiet befindet sich am Südring im Kreuzungsbereich mit der Universitätsstraße, östlich des Hauptbahnhofes in Bochum. Derzeit befindet sich an dieser Stelle ein Parkhaus.

Der dieser Untersuchung zugrunde liegende Bebauungsplan ist Anlage 1 zu entnehmen.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Auswirkungen auf die Besonnungssituation im Umfeld ermittelt und gemäß DIN 5034-1 bewertet. Die für die Gebäude berücksichtigten maximalen Höhen werden gemäß Angaben des Auftraggebers/Architekten [9] mit 69 m für den Turm und mit 24 m für den hinteren Parkhausbaukörper mit acht Ebenen sowie mit 18,2 m für den vorderen Parkhausbaukörper mit vier Parkebenen berücksichtigt.

Für die Besonnungs- bzw. Verschattungsstudie wird die Nachbarbebauung sowie die vorhandene Topografie berücksichtigt [6][7].

Fenster werden unabhängig von der realen Lage für alle Geschosse als eine Ebene berücksichtigt. Hiermit wird lichttechnisch auf der sicheren Seite liegend für die schützenswerten Nutzungen eine „Worst-Case-Situation“ zu Grunde gelegt.

4 Beurteilungsgrundlagen

Zur Beurteilung der Verschattung von Gebäudefassaden gibt es keine rechtlich verbindlichen Beurteilungskriterien. Grundsätzlich sind die nach Landesbauordnung erforderlichen Abstandsflächen einzuhalten. Diese sehen je nach Gebietsfestsetzung gestaffelte Abstände vor und sollen so unter anderem eine ausreichende Belichtung und auf den sonnenexponierten Fassaden eine ausreichende Besonnung sicherstellen. Dementsprechend kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass in üblichen Fällen eine ausreichende Belichtung / Besonnung von Wohnräumen gegeben ist, wenn die Abstandsflächen eingehalten werden.

In der vorliegenden Planung werden aufgrund der Festsetzung von Baulinien und zwingenden Gebäudehöhen keine Abstandsflächen ausgelöst und dementsprechend auch nicht im Baugenehmigungsverfahren geprüft. Daher sollen im vorliegenden Fall die Auswirkungen auf die Verschattung im Umfeld durch eine Verschattungsstudie untersucht und bewertet werden.

Die Bewertung erfolgt nach Teil 1 der DIN 5034, „Tageslicht in Innenräumen“ [3]. Im vorliegenden Fall werden die Kriterien der DIN 5034 zur Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Bebauung auf die bestehenden Gebäude im Umfeld herangezogen.

Nach Teil 1 der DIN 5034 sollte für Wohngebäude eine minimale Besonnungsdauer der Fassaden zur Tagundnachtgleiche (einer der beiden Tage im Jahr, an denen der lichte Tag und die Nacht gleich lang sind – in Deutschland ist dies durchschnittlich der 21. März bzw. der 23. September) von 4 Stunden in der Fensterebene als Mindestmaß erreicht werden. Dieses Kriterium sollte für mindestens einen (Wohn-)Raum je Wohnung erfüllt sein. Für Arbeitsräume sind keine Anforderungen definiert. Falls auch in den Wintermonaten eine ausreichende Besonnung gewünscht ist, wird für den Stichtag 17. Januar für mindestens einen Wohnraum je Wohnung eine Besonnungsdauer von 1 Stunde vorgeschlagen.

Die Anforderungen der DIN 5034, Teil 1, werden in der aktuellen Rechtsprechung als wohnhygienischer Mindeststandard angesehen (Hessischer VGH 2015, 4 C 567/13.N, basierend auf BVerWG 4 A4.04, 2005).

Gleichwohl betont die Rechtsprechung, dass für die Zumutbarkeit einer Verschattung keine Rechtsvorschriften existieren und so stets „mangels anderer Maßstäbe die Zumutbarkeit der Verschattung nach den Umständen des Einzelfalls beurteilt werden“ muss (insbesondere BVerWG 4 A4.04, 2005).

Zur Beurteilung der Verschattungseinwirkung eines Planvorhabens auf die Umgebung ist somit eine Einzelfallprüfung vorzunehmen, die sich entlang der Regularien der DIN 5034 orientieren kann. Allerdings begründet sich aus einer Einhaltung der DIN 5034, Teil 1, nicht ohne

weiteres die Zumutbarkeit einer Verschattung, und ebenso wenig ergibt sich im umgekehrten Fall bei einer Nichteinhaltung bereits die Unzumutbarkeit einer Verschattung (vgl. OVG München 18.7.14, Az.: 1 N 13.2501).

Deshalb wird bei einer Prüfung der Verschattungseinwirkung eines Planvorhabens auf die Umgebung nicht nur auf Einhaltung der Kriterien der DIN 5034-1 geprüft, sondern im vorliegenden Fall für den Planfall und den Bestandsfall jeweils die absolute Besonnungsdauer dargestellt und in Differenzkarten miteinander verglichen.

Als Besonnungsdauer wird die Summe der Zeitintervalle definiert, während der Sonnenstrahlen bei einer Sonnenhöhe von mindestens 6° in den Raum einfallen können. Als Nachweisort ist in der DIN 5034 die Fenstermitte auf Fassadenebene definiert. Das bedeutet, dass für die Bewertung der Besonnung der Fassade unerheblich ist, ob die Fenster genau in Fassadenebene oder leicht zurückversetzt in der Fassade angeordnet sind. Daher bezieht sich die vorliegende Untersuchung auf die Fassadenebenen der Gebäude. Als weitere Randbedingung wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung vorausgesetzt, dass insbesondere während der Wintermonate Sonnenschutzvorrichtungen nicht benutzt werden.

Im vorliegenden Fall wird das o.g. Kriterium der Besonnung für die Fassaden der Gebäude im Umfeld und die Planung selbst überprüft. Die genannten erforderlichen Besonnungszeiten beziehen sich dabei generell auf die astronomisch mögliche Besonnung, d.h. ohne Berücksichtigung von meteorologischen Einflüssen wie Bewölkung etc. Die Verschattung durch die Topografie des Plangebietes ist bei der Untersuchung zu berücksichtigen.

Die Verschattung, welche durch den Bewuchs von Bäumen, Buschwerk etc. ausgelöst wird, sowie von Überlandleitungen, Stromtrassen, sonstigen Masten und technischen Installationen bleiben unberücksichtigt.

Ebenfalls bleibt für die Beurteilung der Lichteintrag, der durch Globalstrahlung an verhangenen Tagen oder bei Räumen ohne direkte Besonnung wie z.B. Räume an Nordfassaden für Helligkeit in den Räumen sorgt, unberücksichtigt.

Hinweis:

Die Angaben von Uhrzeiten im Bericht sowie in den Anlageblättern beziehen sich durchgehend auf die Mitteleuropäische Zeit (UTC+1). Die übliche Umstellung der Uhrzeit im Sommerhalbjahr auf mitteleuropäische Sommerzeit (UTC+2) muss bei Bedarf zu den entsprechenden Zeitangaben hinzuaddiert werden.

5 Verschattungsstudie

5.1 Durchführung der Verschattungsstudie

Zur Durchführung der Verschattungsstudie werden dreidimensionale Simulationsmodelle verwendet, in denen der Bebauungsplanentwurf [5] mit seinen maximalen Gebäudevolumen auf Grundlage der Baulinien und maximalen Gebäudehöhen (Worst-Case) sowie die umliegenden Bestandsgebäude [6][7] berücksichtigt werden. Ergänzend wird zum Vergleich der Veränderung der Verschattungssituation im Umfeld auch die derzeitige Bestandssituation [6] [7] im Bereich des Plangebietes berücksichtigt. Der zu untersuchende Bereich ergibt sich durch den Bereich der Veränderung der Besonnungssituation an den in DIN 5034-1 genannten Stichtagen im Umfeld. Im vorliegenden Fall sind insbesondere Auswirkungen auf die Besonnungsdauer in dem Bereich der Ostfassaden der Gebäude an der Rechener Straße sowie der Gebäude am Hellweg auszumachen.

Mithilfe einer Sonnenstandsberechnung wird im Rahmen der Simulation die Besonnungsdauer bzw. der Schattenwurf der Gebäude für einzelne Zeitschritte berechnet. Die Verschattung, welche durch die vorhandenen und die geplanten Gebäudekubaturen entsteht, wird mit der dreidimensionalen Darstellung anschaulich visualisiert.

Die Schattenbewegung über den Tag wird mittels einer interpolierten Schattenberechnung gemäß der nach DIN 5034 notwendigen Besonnungszeit unter Verwendung der Software Radiance (<http://www.radiance-online.org>) erstellt. Durch Umrechnen in eine Fehlfarbdarstellung mit einer Skala von Farbabstufungen können die Fassadenbereiche, welche von den Kriterien abweichen, in Ihrer Ausdehnung und Dauer ermittelt werden.

Die Fehlfarbdarstellung zeigt die über den Tag erreichten Besonnungsstunden auf den Fassadenflächen der Simulationsmodelle in Farbabstufungen von Schwarz bis Gelb. Für den spezifischen nach DIN 5034, Teil 1 festgelegten Mindest-Besonnungs-Zeitraum wird die Skala entsprechend den zu erfüllenden Stunden angepasst. Somit erhalten alle Flächen die in gelber Farbe dargestellt sind mindestens die nach DIN 5034 empfohlene Besonnungsdauer von vier Stunden zur Tagundnachtgleiche bzw. einer Stunde am 17. Januar. Schwarze Flächen erhalten über den Betrachtungszeitraum keine direkte Besonnung.

5.2 Besonnungssituation am 17. Januar - Bestand

Die Ergebnisse der Verschattungsstudie im Winterzeitraum in der Bestandssituation sind für den Stichtag 17. Januar in Anlage 2 dargestellt.

Aufgrund des niedrigen Sonnenstands geht die Sonne im Januar erst bei einem relativ großen Sonnenazimut auf, und die Sonnenhöhe ist gering. Dadurch ergibt sich generell eine relativ kurze mögliche Besonnungsdauer.

Wie aus Anlage 2 hervorgeht werden für große Teilbereiche im Umfeld des Plangebietes die Anforderungen an eine Mindestbesonnungsdauer an den Süd- bzw. Ostfassaden von mindestens 1 Stunde pro Tag im Winter erfüllt. Die Nordfassaden erfüllen naturgemäß nicht die Kriterien. Auf die Besonnung der Westfassaden hat die Bebauung aufgrund der geografischen Beziehung keine bzw. lediglich marginale Auswirkungen.

5.3 Besonnungssituation zur Tagundnachtgleiche - Bestand

Die Ergebnisse der Verschattungsstudie zur Tagundnachtgleiche für die Bestandsbebauung sind für verschiedene Perspektiven in Anlage 4 dargestellt.

Große Bereiche der Südfassaden der umgebenden Bebauung erfüllen die Kriterien der DIN 5034-1 zur Tagundnachtgleiche. Die Ostfassaden der umliegenden Gebäude weisen in großen Teilbereichen bereits in der Bestandssituation geringere Besonnungstunden als in der DIN 5034-1 als Anforderung definierten vier Stunden auf. Die Nordfassaden erfüllen auch hier naturgemäß die Kriterien nicht.

5.4 Besonnungssituation am 17. Januar - Bebauungsplan

Die Ergebnisse der Verschattungsstudie für den Bebauungsplanentwurf im Winterzeitraum sind für den Stichtag 17. Januar in Anlage 3 dargestellt.

Insgesamt stellt sich ein ähnliches Besonnungsbild der umliegenden Fassaden wie im Fall der Bestandssituation ein.

Wie aus Anlage 3 hervorgeht, werden für große Teilbereiche im Umfeld des Plangebietes die Anforderungen an eine Mindestbesonnungsdauer an den Süd- bzw. Ostfassaden von mindestens 1 Stunde pro Tag im Winter erfüllt. Die Nordfassaden erfüllen naturgemäß nicht die Kriterien. Auf die Besonnung der Westfassaden hat die Bebauung aufgrund der geografischen Beziehung keine bzw. lediglich marginale Auswirkungen.

Mit Umsetzung der Bebauungsplanung ergeben sich im Vergleich zur Besonnungssituation im Bestandsfall erstmalige Nichteinhaltungen der Kriterien der DIN 5034-1 an der Ostfassade an dem Gebäude Rechner Straße 3. Hier befindet sich im Erdgeschoss eine gewerbliche Nutzung, für die die Anforderungen nicht heran zu ziehen sind. Nach Bauaktenlage ist auch im Obergeschoss von einer gewerblichen Nutzung mit durchgesteckten Grundrissen auszu-

gehen. Bei der Ortsbesichtigung war die Nutzung nicht eindeutig festzustellen, eine Wohnnutzung war im 1.Obergeschoss nicht auszuschließen. An der nördlichen Ostfassade würden die Anforderungen zukünftig an dieser Fassade um bis ca. 15 Minuten unterschritten. Die gegenüber liegende Westfassade dieses Gebäudes erfüllt jedoch die Kriterien, sodass selbst bei Wohnnutzung, statt der gemäß vorliegenden Plänen vorhandenen gewerblichen Nutzung, und dem weiteren Vorhandensein eines durchgesteckten Grundrisses auch hier die Anforderungen weiterhin eingehalten würden.

Auch für kleine Teilbereiche der Ost- bzw. Südfassade der Gebäude Rechener Straße 1 und Südring 13 reduziert sich die direkte Besonnungsdauer um bis zu 15 Minuten. In diesem Bereich der wohngenutzten Gebäude befinden sich jedoch Nebenräume ohne Aufenthaltscharakter, so dass hierdurch keine Einschränkungen im Sinne der DIN 5034-1 resultieren. Die Fenster an der östlichen Südfassade des Gebäudes Südring 13 erfüllen auch weiterhin die Kriterien, so dass die Anforderungen der DIN 5034-1 an eine Mindestbesonnungsdauer für die Wohnnutzungen auch mit Umsetzung der Planung hier weiterhin erfüllt werden. Weitere Besonnungsdauerveränderungen sind an dem Gebäude Rechner Straße 4 sowie im Erdgeschoss des Gebäudes Südring 7 auszumachen. Hier befindet sich jedoch eine gewerbliche Nutzung (Praxis), für die die Anforderungen nicht heran zu ziehen sind.

Auch an der rückwärtigen, südlichen Fassade der Gebäude am Südring reduziert sich zum Teil die Besonnungsdauer. Die Kriterien der DIN 5034-1 werden jedoch weiterhin eingehalten. Ähnliches gilt für Ostfassaden der Gebäude am Hellweg 14/16/18 sowie die Südfassaden der Gebäude Kurt-Schumacher-Platz 1,2,3 ff. Die Besonnungsdauer reduziert sich am 17.Januar, die Einhaltung der Kriterien ist jedoch nach wie vor, wie im Bestandsfall, gegeben. Zumeist befinden sich hier auch gewerbliche Nutzungen, für die die Anforderungen nicht heran zu ziehen sind.

Weitere Reduzierungen der Besonnungsdauer sind im Dach- bzw. teils dem darunter liegendem Obergeschoss der Ostfassade der Gebäude Hellweg 15/13/11/9 auszumachen. Hier sind Reduzierungen der Besonnungsdauer von ca. 15-25 Minuten auszumachen. In den Dachgeschossen der Gebäude 15/13/11/9 befindet sich laut Bauaktenlage [10] keine Wohnnutzung (Abstellräume und Trockenboden). Aus den Bauakten lässt sich weiterhin entnehmen, dass es sich bei den Wohnungen der Gebäude Hellweg 15/13/11/9 in den Obergeschossen um Ost-West durchgesteckte Grundrisse handelt, sodass die Kriterien über die Westfassaden entsprechend erfüllt werden.

5.5 Besonnungssituation zur Tagundnachtgleiche - Bebauungsplan

Die Besonnungssituation zur Tagundnachtgleiche mit Umsetzung des Bebauungsplanentwurfes ist in Anlage 5 dargestellt.

Große Bereiche der Südfassaden der umgebenden Bebauung erfüllen die Kriterien der DIN 5034-1 zur Tagundnachtgleiche. Diese Fassaden sind zumeist durchgehend mindestens vier Stunden besont.

Die Ostfassaden der umliegenden Gebäude weisen in großen Teilbereichen, wie auch in der Bestandssituation, geringere Besonnungstunden als in der DIN 5034-1 als Anforderung definiert auf. Die Nordfassaden erfüllen auch hier naturgemäß die Kriterien nicht.

Mit Umsetzung der Bebauungsplanung ergeben sich im Vergleich zur Besonnungssituation im Bestandsfall erstmalige, z.T. lediglich in Fassadenteilbereichen, Unterschreitungen der Kriterien der DIN 5034-1 zur Tagundnachtgleiche in Teilbereichen der oberen Obergeschosse an der Ostfassade an den Gebäuden Rechener Straße 7/7A/5. Die Besonnungsdauer liegt nach Umsetzung der Planung bei ca. 3 Stunden. Hiermit stellt sich in den oberen Obergeschossen ein vergleichbares Besonnungsbild mit dem Besonnungsbild in der Bestandssituation in den unteren Geschossen ein. Für diese Gebäude liegen in den Bauakten der Stadt Bochum Grundrisse vor, aus denen hervor geht, dass es sich um durchgesteckte Grundrisse handelt. Über die Westfassade werden die Kriterien für jeweils mindestens das oberste Geschoss erfüllt. Das Gebäude Rechener Straße 7A wird zudem weiterhin auch ausreichend über die nördliche Ostfassade besont.

Resultierend ist festzustellen, dass lediglich für die nördliche Wohnnutzung des 1. Obergeschosses des Gebäudes Rechener Straße 7 eine erstmalige Nichteinhaltung der Kriterien der DIN 5034-1 auszumachen ist. Hier stellt sich das Besonnungsbild mit einer Dauer von 3 Stunden direkter Besonnung zur Tagundnachtgleiche wie in der Bestandssituation in den unteren bzw. südlichen Wohnbereichen des Gebäudes ein.

Ähnliches gilt für Teilflächen der Ostfassaden der oberen Geschosse an den Gebäuden Rechener Straße 3 und 1. Hierbei sind jedoch laut Aktenlage Nebenräume bzw. gewerbliche Nutzungen oder Bereiche außerhalb der Bewertungsfläche betroffen, für die die Anforderungen nicht heran zu ziehen sind.

Weiterhin reduziert sich die Besonnungsdauer an dem Gebäude Rechner Straße 4 (Praxis). Aufgrund der gewerblichen Nutzungen sind hier jedoch auch keine Mindestbesonnungstunden gemäß DIN 5034-1 heran zu ziehen.

Weitere Reduzierungen sind jeweils in Teilbereichen des obersten Geschosses an den gewerblich genutzten Gebäuden Südring 2 und Hellweg 2 (Hotel) auszumachen. Die in DIN 5034-1 genannten Anforderungen werden an Wohnnutzungen gestellt, sodass diese im vorliegenden Fall nicht heran zu ziehen sind. Weitere neue Unterschreitungen sind im obersten Geschoss des Gebäudes Hellweg 15 auszumachen. Hier befindet sich gemäß Bauakten [10] jedoch auch keine Wohnnutzung.

5.6 Vergleich Besonnungssituation im Umfeld Bestands- und Bebauungsplanbebauung

Es ist festzustellen, dass im Vergleich zur derzeitigen Besonnungssituation im Umfeld (Bestandssituation) mit Umsetzung der gemäß Bebauungsplanentwurf maximal möglichen Gebäudekörper teils Veränderungen bei der Besonnungsdauer der Fassaden auszumachen sind. Auch unterschreiten einige Fassaden die in DIN 5034-1 benannte Besonnungsdauer an den Stichtagen, erstmalige Nichteinhaltungen der Anforderungen der DIN 5034-1 an eine Mindestbesonnungsdauer für Wohnungen durch Umsetzung der Planung sind jedoch nur zur TagundNachtgleiche an der Ostfassade an dem Gebäude Rechener Straße 7 für die nördliche Wohnung im 1.Obergeschoss auszumachen. Die Besonnungsdauer liegt nach Umsetzung der Planung bei ca. 3 Stunden. Hiermit stellt sich ein vergleichbares Besonnungsbild mit dem Besonnungsbild in den unteren Geschossen bzw. in der südlichen Wohnung dieses Gebäudes ein.

Anlage 6 stellt eine Übersicht der entsprechenden Fassaden dar.

Da für die Bewertung der Verschattung nicht allein die absolute Besonnungsdauer an den Fassaden, sondern auch die Veränderung durch das Planvorhaben heranzuziehen ist, wird die Abnahme der direkten Besonnungszeit ebenfalls als Falschfarbenbild dargestellt. In Anlage 7 ist ein prozentualer, grafischer Vergleich über die Besonnungsdauer im Jahresverlauf dokumentiert.

Für die Wohnnutzung mit erstmaliger Nichteinhaltung der Anforderungen der DIN 5034-1, im vorliegenden Fall die nördliche Wohnung im 1. Obergeschoss des Gebäudes Rechener Straße 7, ist in der nachfolgenden Tabelle 5.1 eine zusammenfassende tabellarische Auswertung dargestellt.

Tabelle 5.1: prozentuale Abnahme der Besonnungsstunden

Wohnung		Rechener Straße 7, 1.OG nord	
Berechnung		Abnahme direkte Besonnungsstunden [%]	
Monat			
	Januar		0
	Februar		12,5
	März		30
	April		30
	Mai		25
	Juni		25

	Juli	25
	August	27
	September	30
	Oktober	25
	November	5
	Dezember	0
Jahreszeit	Frühling	28
	Sommer	26
	Herbst	20
	Winter	4
Jahresmittelwert		20

Aus Tabelle 5.1 wird deutlich, dass sich mit Umsetzung der Planung eine Reduzierung der Besonnungsdauer von im Mittel 20 % ergibt. Im Frühling ist die größte Reduktion von 28 % festzustellen. Im sonnenarmen Winter, in dem das Sonnenlicht als besonders kostbar empfunden wird (vgl. BVerwG, Urteil von 23.02.2005, Az.4A 4/04), liegt die Reduktion bei lediglich 4 %. Nach der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes (insb. BVerwG 4 A4.04, 2005) ist die Zumutbarkeit einer zusätzlichen Verschattung durch ein zu errichtendes Bauwerk immer einzelfallbezogen zu beurteilen. Im benannten Urteil des BVerwG von 2005 wurde bspw. eine Zunahme der Verschattung um 5 % im Jahresdurchschnitt aufgrund eines Brückenbauwerkes als „zumutbar“ angesehen; eine zusätzliche Verschattung von 14 % im Jahresdurchschnitt und 33 % in den Wintermonaten führte hingegen zu Entschädigungszahlungen (BVerwG 4 A2.04, 2005).

Insgesamt betrachtet ist festzustellen, dass sich mit Umsetzung der Planung trotz der teilweisen Veränderungen eine Besonnungssituation einstellt, wie sie bereits heute in großen Bereichen des Umfeldes besteht und für innerstädtische Bereiche durchaus typisch ist.

5.7 Besonnungssituation – Planung

Die Besonnungssituation für die Planung geht aus Anlage 3, Anlage 5 und ergänzend aus Anlage 8 hervor.

Hieraus wird deutlich, dass großflächige Fassadenbereiche der Süd- und Westfassade des gegebenenfalls wohngenutzten Turms die Anforderungen an eine Mindestbesonnungsdauer zur Tagundnachtgleiche von mindestens 4 Stunden einhalten. Lediglich die unteren Etagen in Parkhaushöhe erfüllen die Kriterien an diesen Fassaden nicht. An der Ostfassade wird das Kriterium lediglich knapp um ca. 0,5 h unterschritten. An der Nordfassade liegt die Be-

sonnungsdauer großflächig bei ca. 2,5 h und erfüllt somit die Kriterien nicht. Auch an diesen Fassaden weisen die unteren Etagen eine teils nochmals geringere Besonnungsdauer auf.

Ähnliches gilt auch für Stichtag 17. Januar. Großflächige Fassadenbereiche der Süd- und Westfassade des gegebenenfalls wohngenutzten Turms erfüllen die Anforderungen an eine Mindestbesonnungsdauer am 17. Januar von mindestens 1 Stunde. Die Nordfassade wird an diesem Stichtag komplett nicht besonnt. Die Ostfassade unterschreitet das Kriterium knapp um ca. 0,25 h.

Insgesamt betrachtet, erfüllen großflächige Fassadenbereiche der Süd- und Westfassade des gegebenenfalls wohngenutzten Turms die Anforderungen an eine Mindestbesonnungsdauer an den in DIN 5034-1 genannten Stichtagen. Die Ostfassade unterschreitet für beide Stichtage die Kriterien knapp. An der Nordfassade werden die Anforderungen sowohl zur TagundNachtgleiche als auch am 17. Januar nicht eingehalten. Hierauf sollte die weitere Planung bei geplanter Wohnnutzung mit Fensterausrichtung auf ausschließlich eher gering besonnten Fassaden reagieren. Mögliche Maßnahmen sind in dem nachfolgendem Kapitel 5.8 zusammengefasst. Für nicht zum Wohnen vorgesehene Nutzungen sind in der Norm keine Anforderungen formuliert.

5.8 Helligkeitseindruck durch Tageslicht

Bei der Beurteilung der Belichtungssituation von Wohnungen und Wohnräumen stellt die Beurteilung der direkten Besonnung ein Kriterium der DIN 5034-1 dar. Ergänzend stellen die Sicherstellung eines ausreichenden Helligkeitseindrucks durch Tageslicht und eine ausreichende Sichtverbindung nach Außen sinnvolle, weitere Beurteilungskriterien dar.

So liegt bspw. in Räumen mit teilweiser Nordausrichtung trotz fehlender direkter Besonnung oft ein ausreichender Helligkeitseindruck mit Tageslicht durch den Einfall von diffus gestreutem Tageslicht vor.

Die DIN 5034 definiert in Teil 1 und 4 abhängig von der Raumgröße Mindestfenstergrößen, bei denen von einer ausreichenden Sichtverbindung nach Außen bzw. einem ausreichenden Helligkeitseindruck mit Tageslicht durch diffus gestreutes Sonnenlicht ausgegangen werden kann.

Aufgrund der geografischen Ausrichtung und der damit verbundenen teils geringen direkten Besonnungsdauer für mögliche Wohnungen mit Fenstern allein Richtung Norden oder/und auch Osten bzw. in den unteren Etagen ist es empfehlenswert, in der Planung die allgemeine Belichtungssituation bzgl. Tageslicht zu optimieren. Mögliche Maßnahmen diesbezüglich sind:

- Planung großer Fensterflächen
- möglichst hohe Licht-Transmissivität der Fenster
- Helle Fassadenfarben der Planung. Diese verbessern auch insbesondere den Helligkeitseindruck im Umfeld
- Helle Materialien im Innenbereich der Nutzungen (Decken- und Wandfarbe; helle Böden)
- ggfs. Gemeinschaftsräume in Bereichen guter Tageslichtversorgung (Süd- bzw. Westfassade)

Eine ausreichende Helligkeit kann im Rahmen der Bauantragsverfahren über eine Simulationsberechnung nachgewiesen werden.

5.9 Verschattungssituation im Umfeld für den Entwurfsstand vom 28.05.2018

Mit Planstand 28.05.2018 liegt ein neuer Entwurf vor, welcher bei Umsetzung eine Veränderung der Lage der Baulinie bzw. Baugrenze mit sich trägt.

Der Entwurf unterscheidet sich von dem in der vorliegenden Verschattungsstudie zum Bebauungsplan berechneten Bebauungsplan-Planstand vom 14.02.2018 durch Abweichungen im gelb gerahmten Bereich. Durch den möglichen Abriss eines Bestandsgebäude könnte die Baulinie für beispielsweise ein Treppenhaus im Eckbereich weiter nördlich verlaufen.



Mit Umsetzung dieser Planvariante wäre festzustellen, dass sich die Auswirkungen auf die Besonnungssituation der Wohnbebauung an der Rechener Straße bzw. am Südring trotz der Volumenzunahme des B-Plankörpers aufgrund des Wegfalls des derzeit an dieser Stelle befindlichen Gebäudes eher positiv ausfielen. Eine Verschlechterung der Besonnungssituation im Umfeld, im Vergleich zu den Auswirkungen der Besonnungssituation der dieser Untersuchung zugrunde liegenden Planung, ist mit Umsetzung dieser möglichen Änderung nicht zu erwarten.

6 Zusammenfassung

Der Auftraggeber plant die Aufstellung eines Bebauungsplanes am Südring im Kreuzungsbe-
reich mit der Universitätsstraße. Das Plangebiet befindet sich westlich des Bochumer Haupt-
bahnhofes. Derzeitig befindet sich dort ein Parkhaus.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die mit Umsetzung der Planung verbundene zu-
künftige Besonnungssituation der Gebäudefassaden im Umfeld ermittelt und vergleichend
der Situation im Bestandsfall gegenüber gestellt. Die Ergebnisse wurden anhand der Pla-
nungsempfehlungen der DIN 5034-1 bewertet.

Weiter wurde die Besonnungssituation der Planung selbst bei möglicher Wohnnutzung be-
wertet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl zur Tagundnachtgleiche als auch
am 17. Januar sich trotz der durch die Planung bedingten Änderungen ein ähnliches Ver-
schattungsbild wie in der Bestandssituation bzw. im weiteren Umfeld einstellt. Die Anfor-
derungen der DIN 5034-1 an eine Mindestbesonnungsdauer am 17. Januar und zur Tagund-
nachtgleiche wird fast überall auch mit Umsetzung der Planung in den Bereichen der Einhal-
tung weiterhin eingehalten. Einzig für die nördliche Wohnnutzung im 1. Obergeschoss an der
Rechener Straße 7 ist durch Umsetzung der Planung eine erstmalige Nichteinhaltung der in
DIN 5034-1 genannten Mindestbesonnungsdauer zur Tagundnachtgleiche auszumachen
(vgl. Kapitel 5.5/ 5.6). Hier reduziert sich die Besonnungsdauer im Mittel um 20 %. Im Früh-
ling ist die größte Reduktion von 28 % festzustellen. Im sonnenarmen Winter, in dem das
Sonnenlicht als besonders kostbar empfunden wird (vgl. BVerwG, Urteil von 23.02.2005,
Az. 4A 4/04), liegt die Reduktion bei lediglich 4 %. Nach der Rechtsprechung des Bundesver-
waltungsgerichtes (insb. BVerwG 4 A4.04, 2005) ist die Zumutbarkeit einer zusätzlichen Ver-
schattung durch ein zu errichtendes Bauwerk immer einzelfallbezogen zu beurteilen. Im be-
nannten Urteil des BVerwG von 2005 wurde bspw. eine Zunahme der Verschattung um 5 %
im Jahresdurchschnitt aufgrund eines Brückenbauwerkes als „zumutbar“ angesehen; eine
zusätzliche Verschattung von 14 % im Jahresdurchschnitt und 33 % in den Wintermonaten
führte hingegen zu Entschädigungszahlungen (BVerwG 4 A2.04, 2005).

Für die Planung selbst erfüllen großflächige Fassadenbereiche der Süd- und Westfassade
des gegebenenfalls wohngenutzten Turms die Anforderungen an eine Mindestbesonnungs-
dauer an den in DIN 5034-1 genannten Stichtagen. Die Ostfassade unterschreitet für beide
Stichtage die Kriterien knapp. An der Nordfassade werden die Anforderungen sowohl zur
Tagundnachtgleiche als auch am 17. Januar nicht eingehalten. Hierauf sollte die weitere
Planung bei möglicher Wohnnutzung mit Fensterausrichtung auf ausschließlich eher gering
besonnenen Fassaden reagieren. Mögliche Maßnahmen sind in dem Kapitel 5.8 zusammen-
gefasst.

Dieser Bericht besteht aus 19 Seiten und 8 Anlagen.

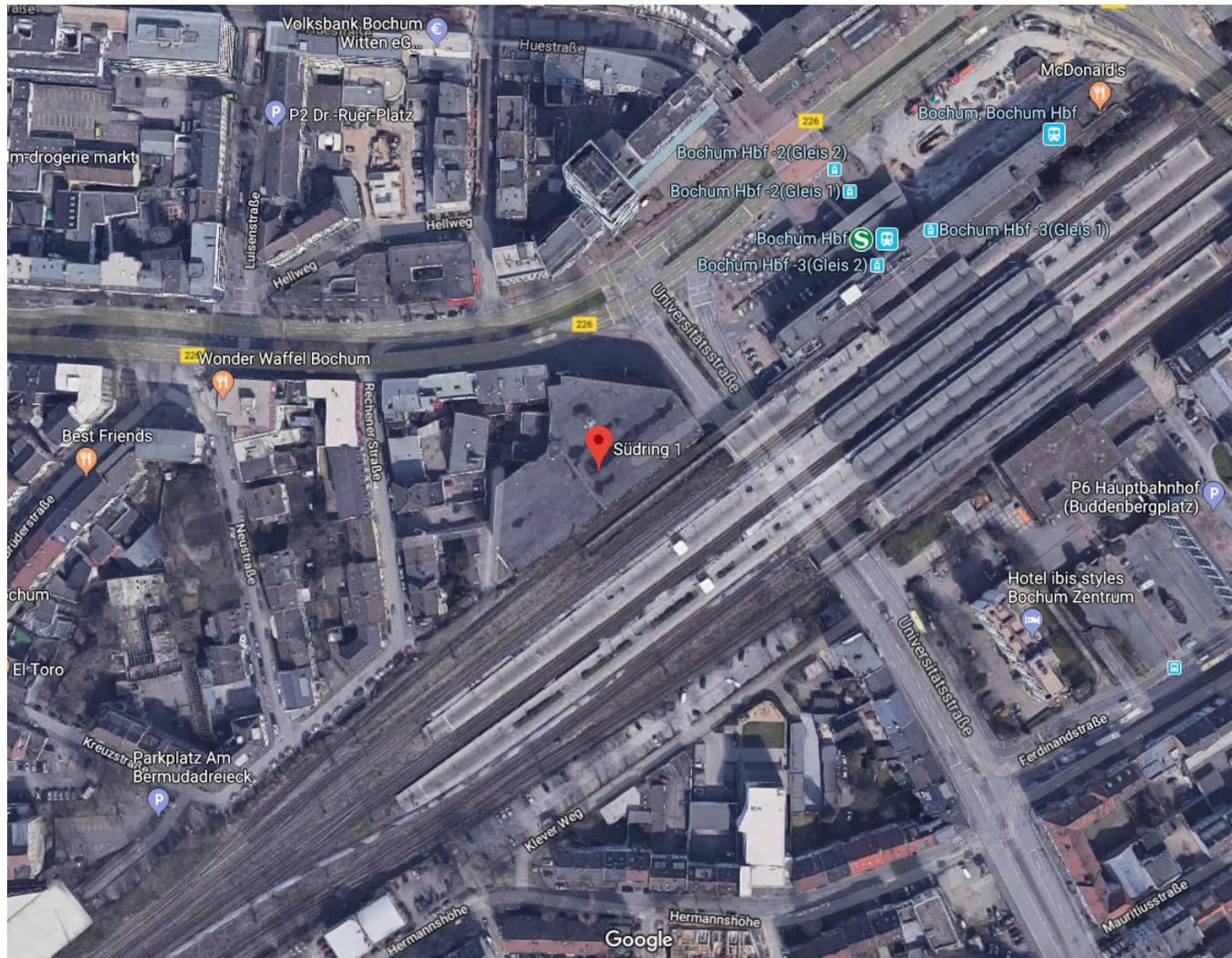
Peutz Consult GmbH

ppa. Dipl.-Ing. Mark Bless
(fachliche Verantwortung)

i.A. Dipl.-Ing. Sara Lippold
(Projektleitung / Projektbearbeitung)

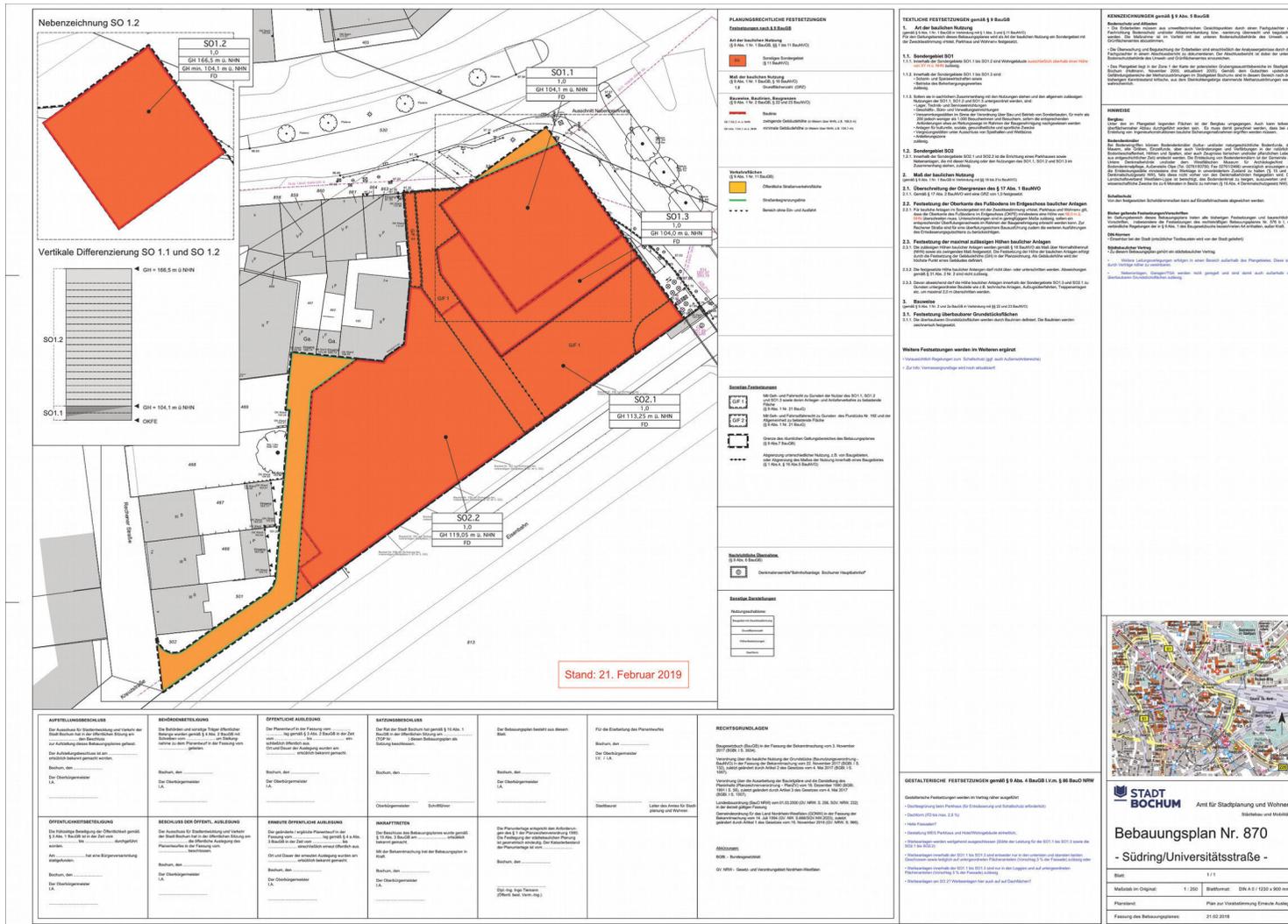
Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Bebauungsplanentwurf/ Lageplan BaseCamp
- Anlage 2 Verschattungssituation am 17. Januar – Bestandsbebauung
- Anlage 3 Verschattungssituation am 17. Januar – Bebauungsplan
- Anlage 4 Verschattungssituation zur TagundNachtgleiche – Bestandsbebauung
- Anlage 5 Verschattungssituation zur TagundNachtgleiche – Bebauungsplan
- Anlage 6 Kennzeichnung der Fassaden mit Unterschreitung der Anforderungen gemäß
DIN 5034-1
- Anlage 7 Jahreszeitliche Veränderung der Besonnungsdauer
- Anlage 8 Besonnungssituation Planung (17.Januar/ TagundNachtgleiche)

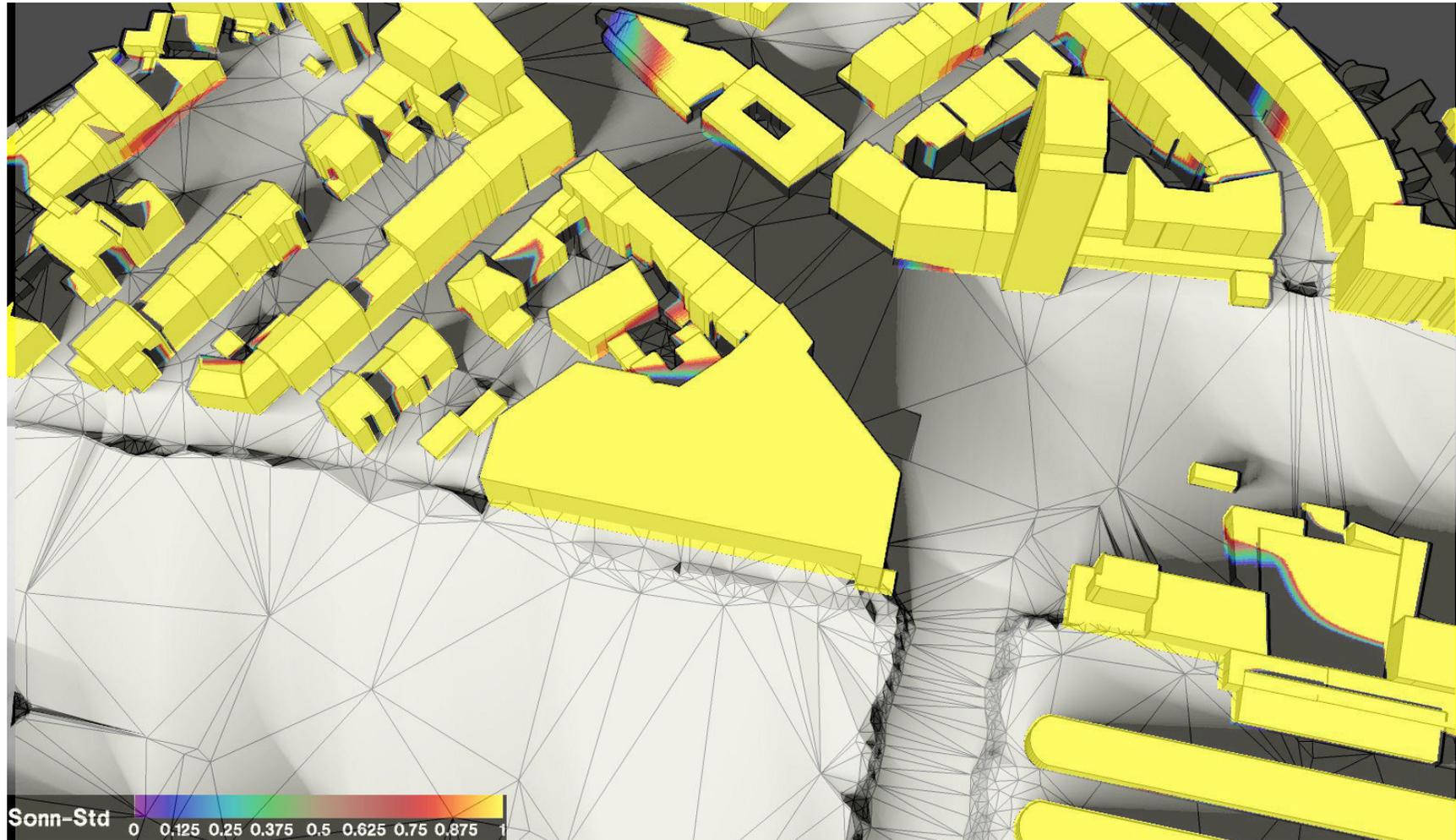


Luftbild (google maps)

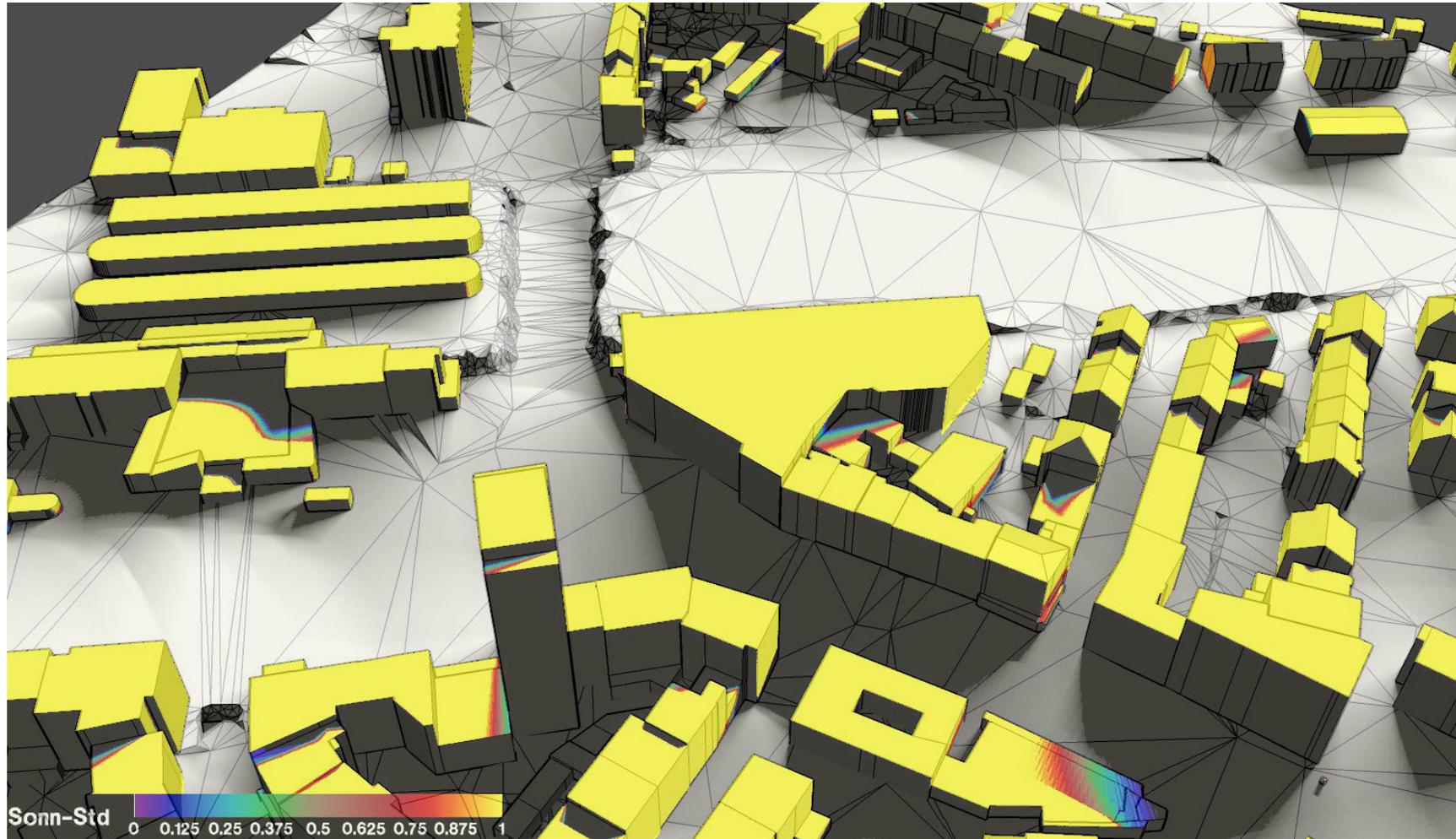
Bebauungsplanentwurf Stand 21.02.2018/ Lage – Base Camp Bochum



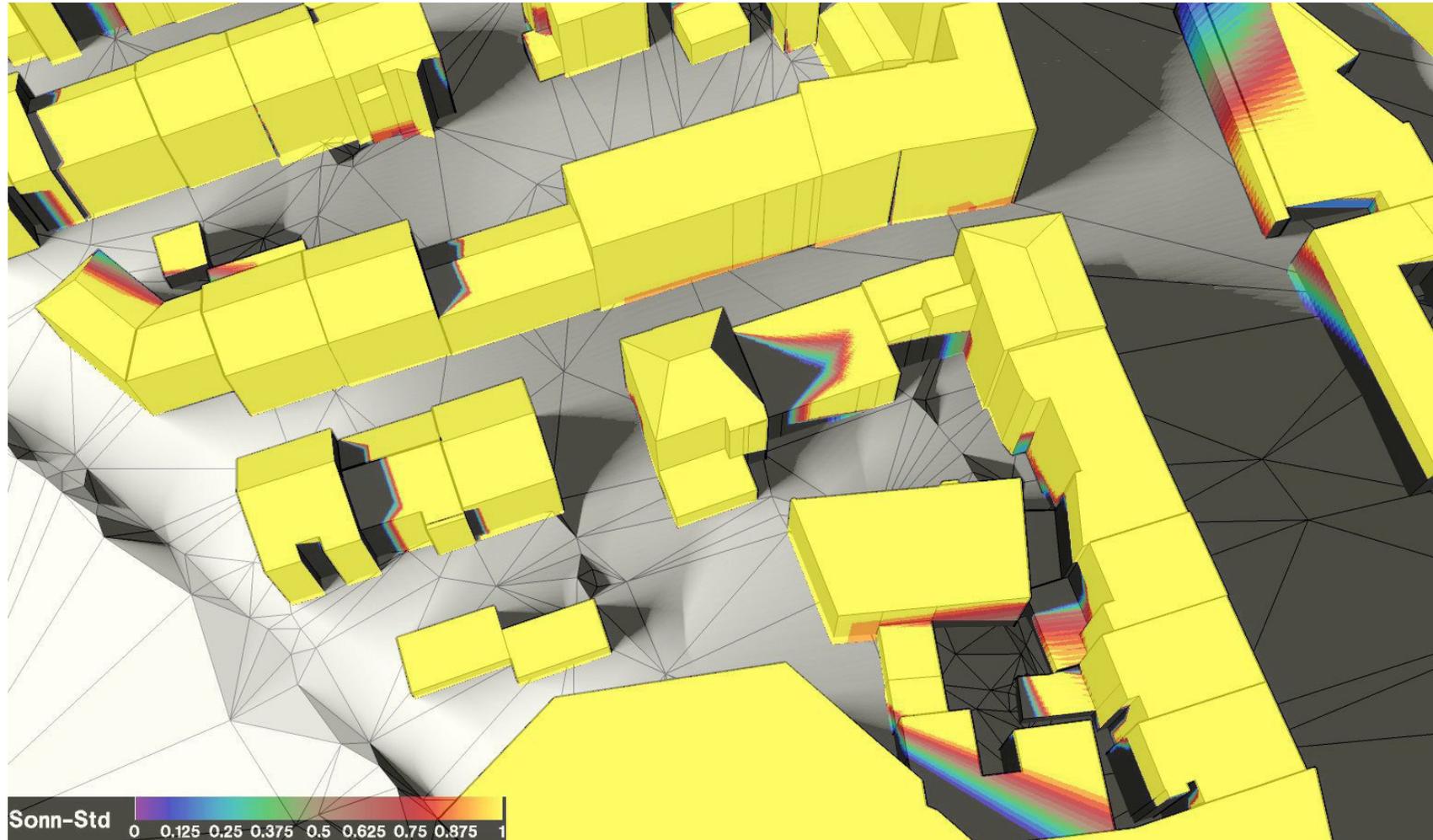
B-Planentwurf Stand 21.02.2018



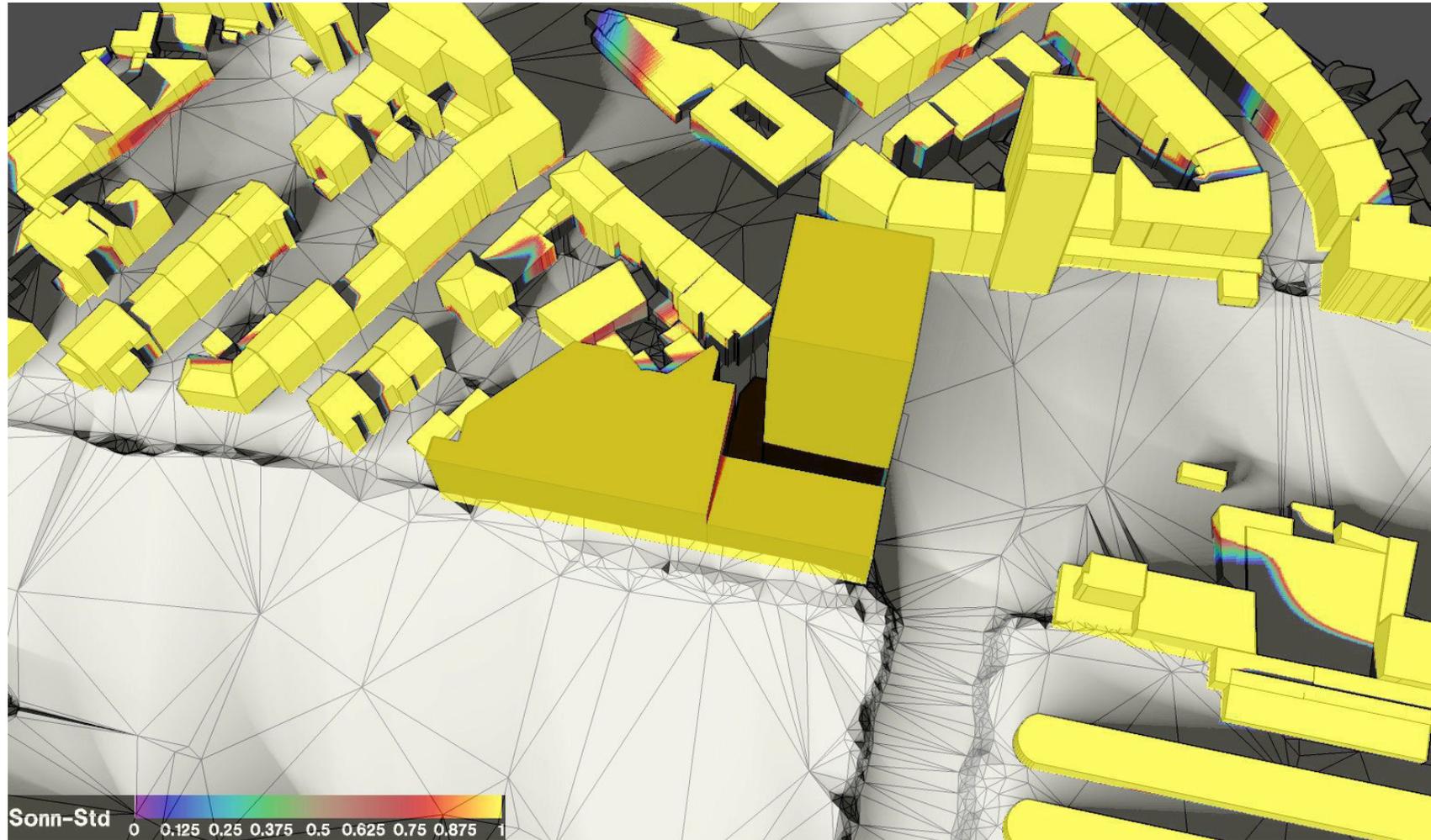
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Süd-** der **Bestandssituation** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



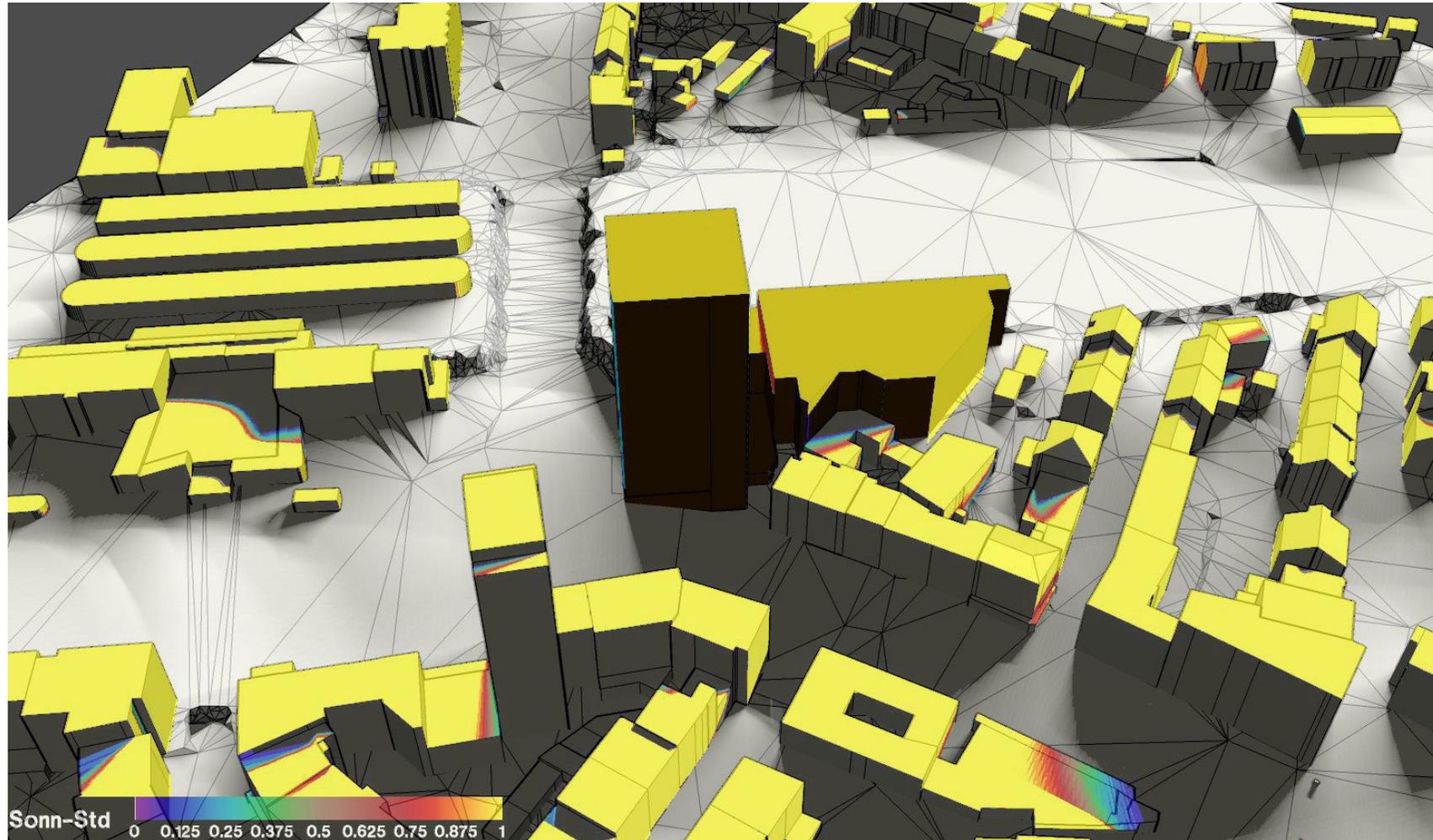
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Nord** - der **Bestandssituation** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



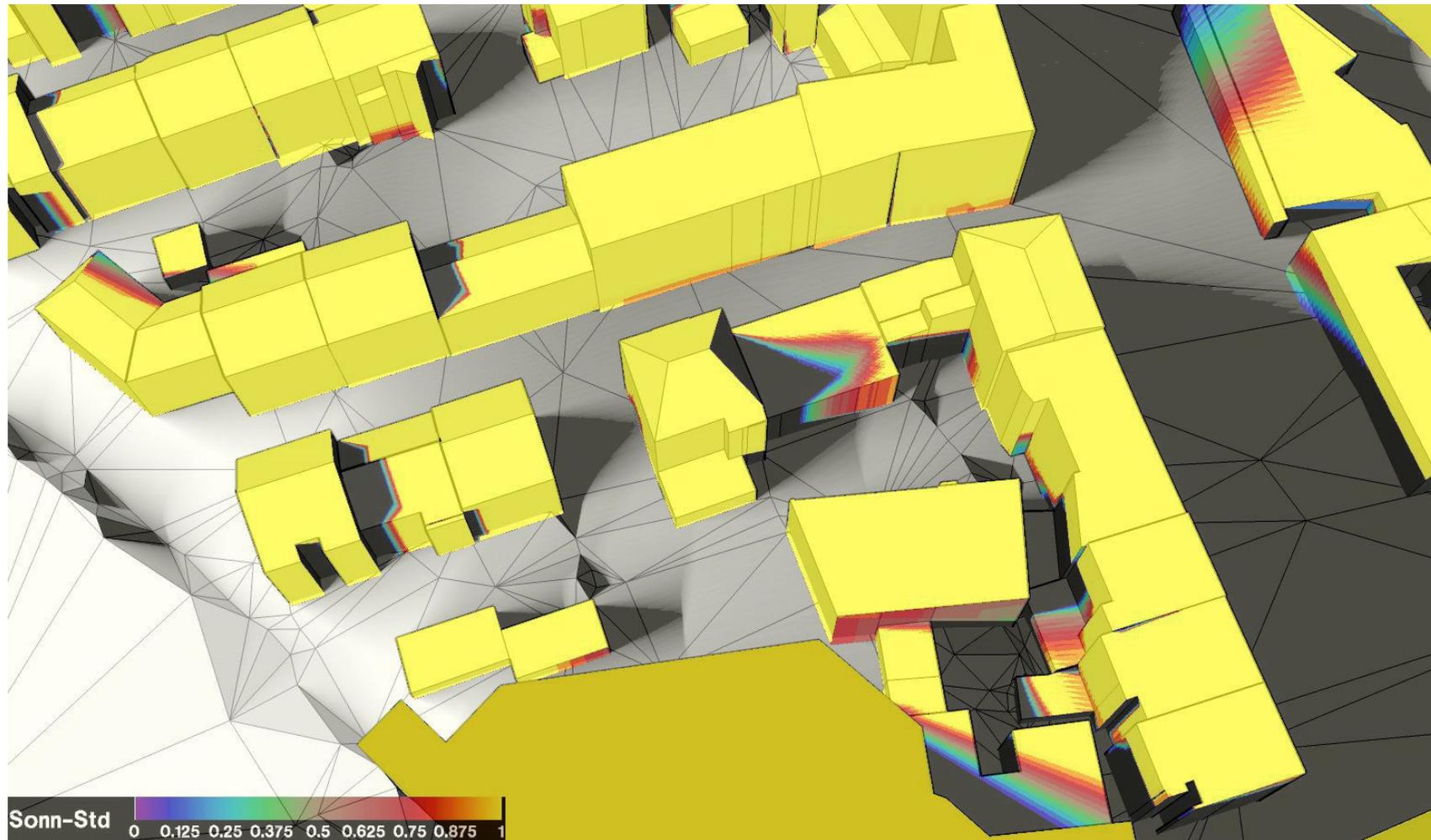
Verschattungsdarstellung – **Perspektive West** - der **Bestandssituation** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Südost B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)

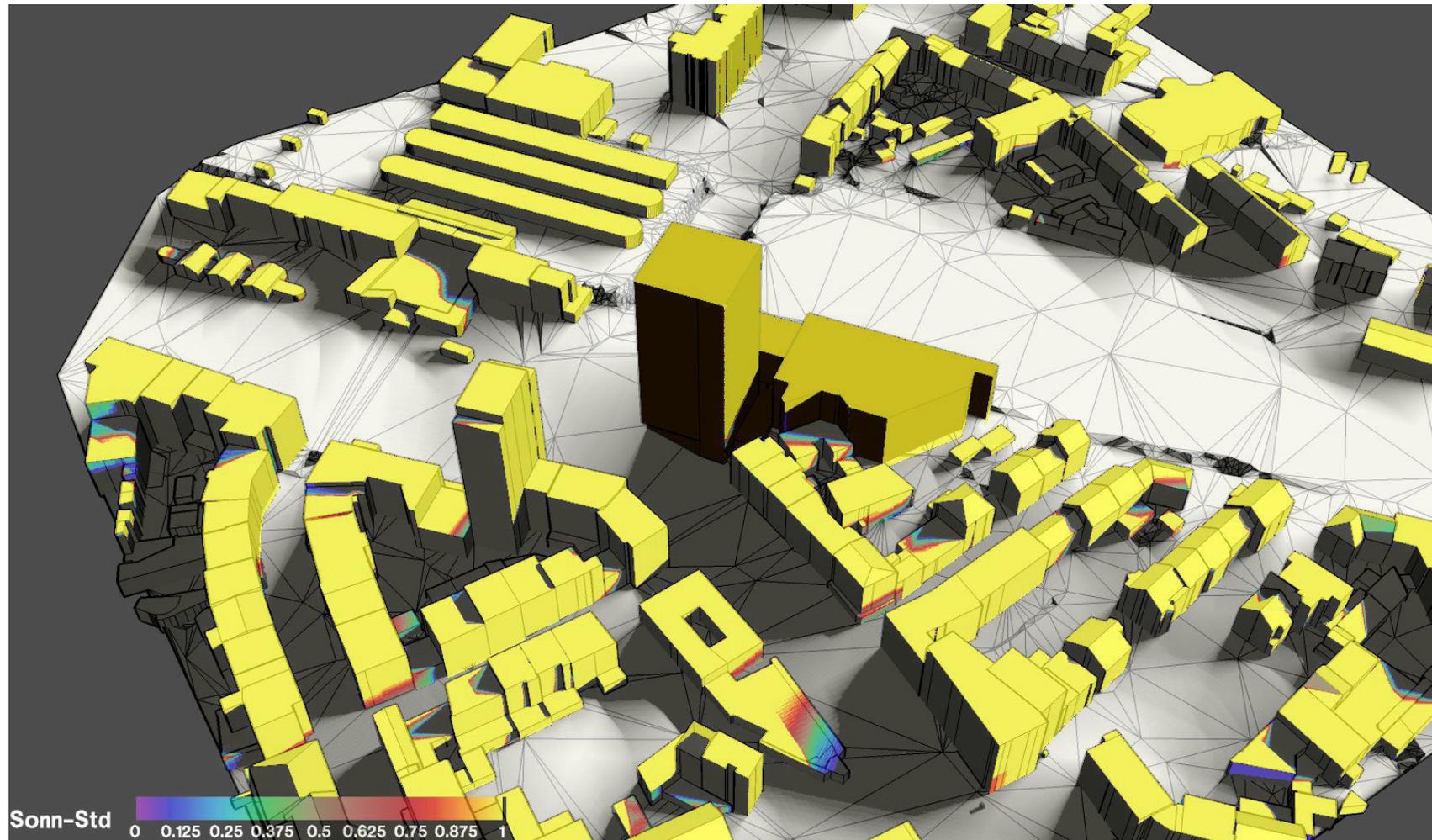


Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Nord B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)

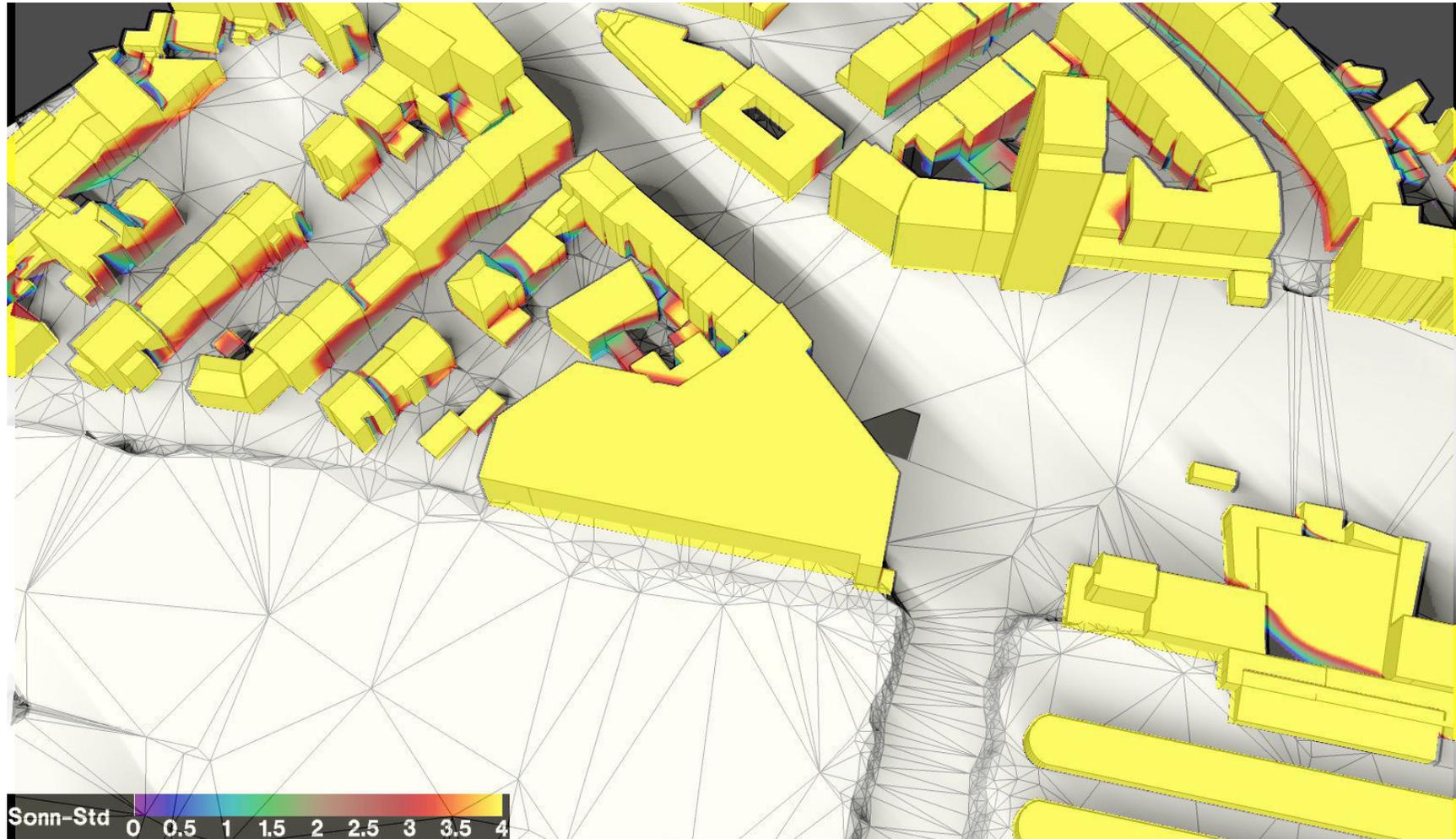


Verschattungsdarstellung – **Perspektive Ost B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)

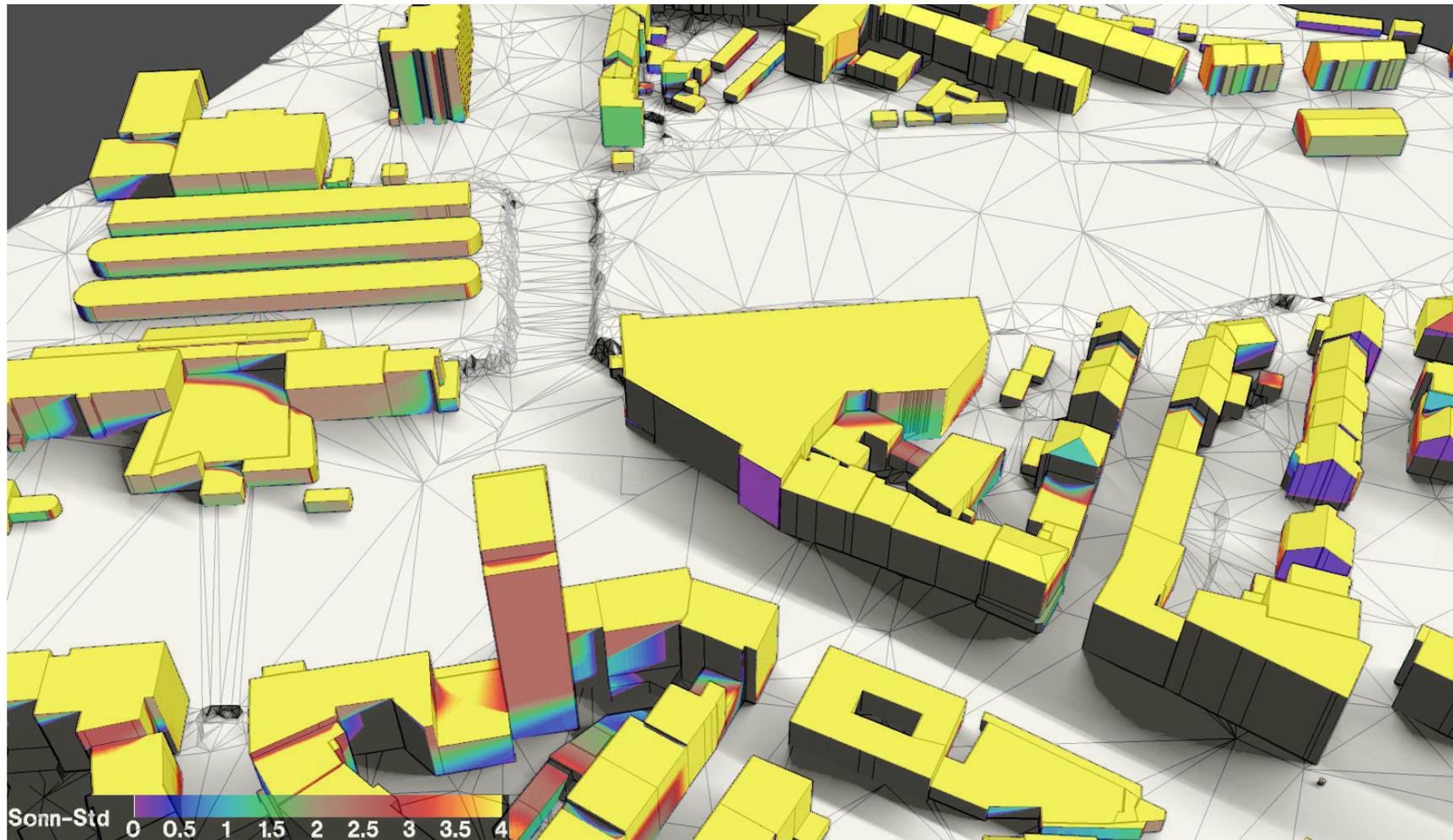
Verschattungsuntersuchung am 17. Januar - Bebauungsplan
Verschattungsdarstellung mit interpoliertem Schattenwurf über den Gesamttag



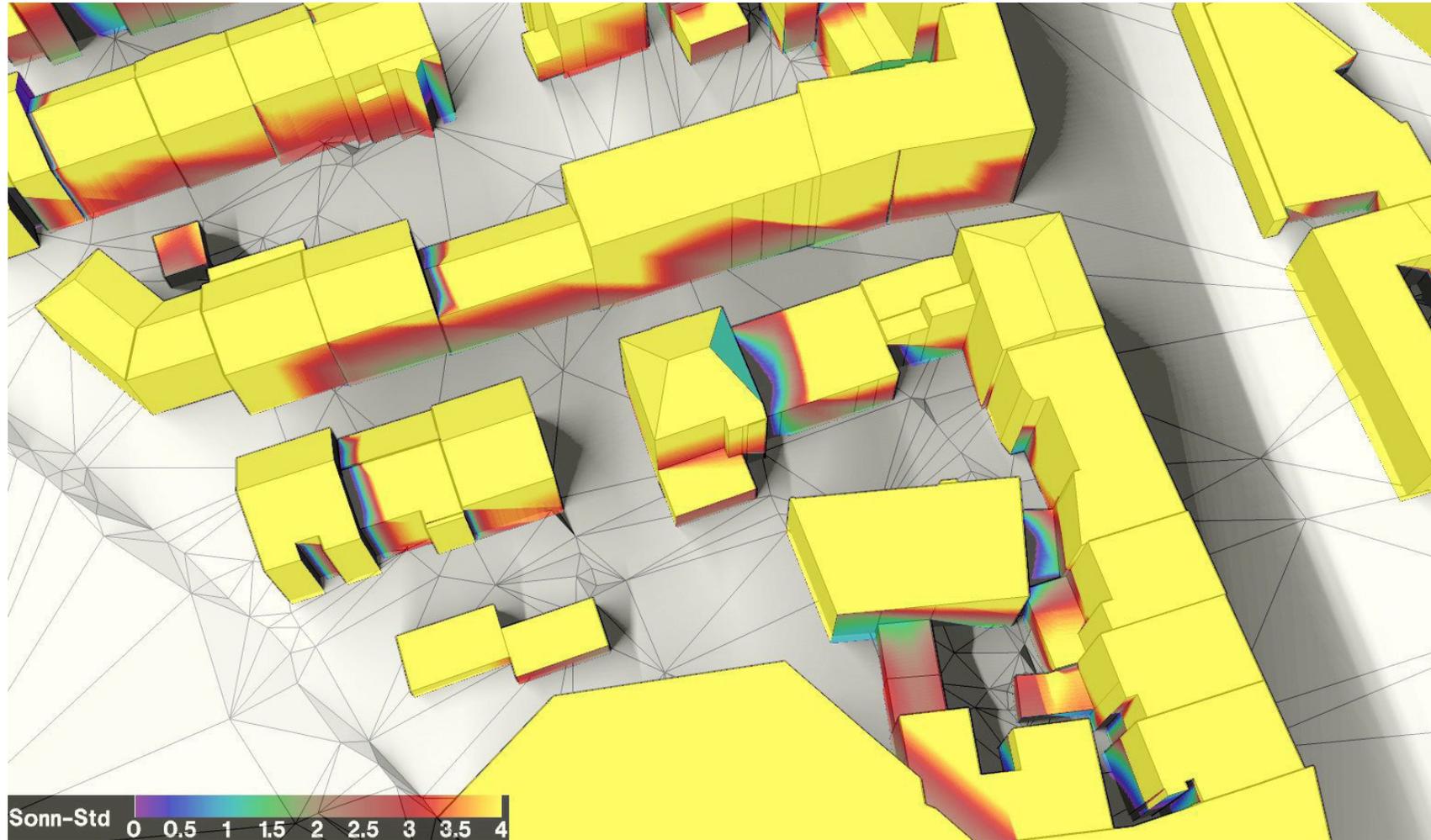
Verschattungsdarstellung – **Perspektive West B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – 17. Januar
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



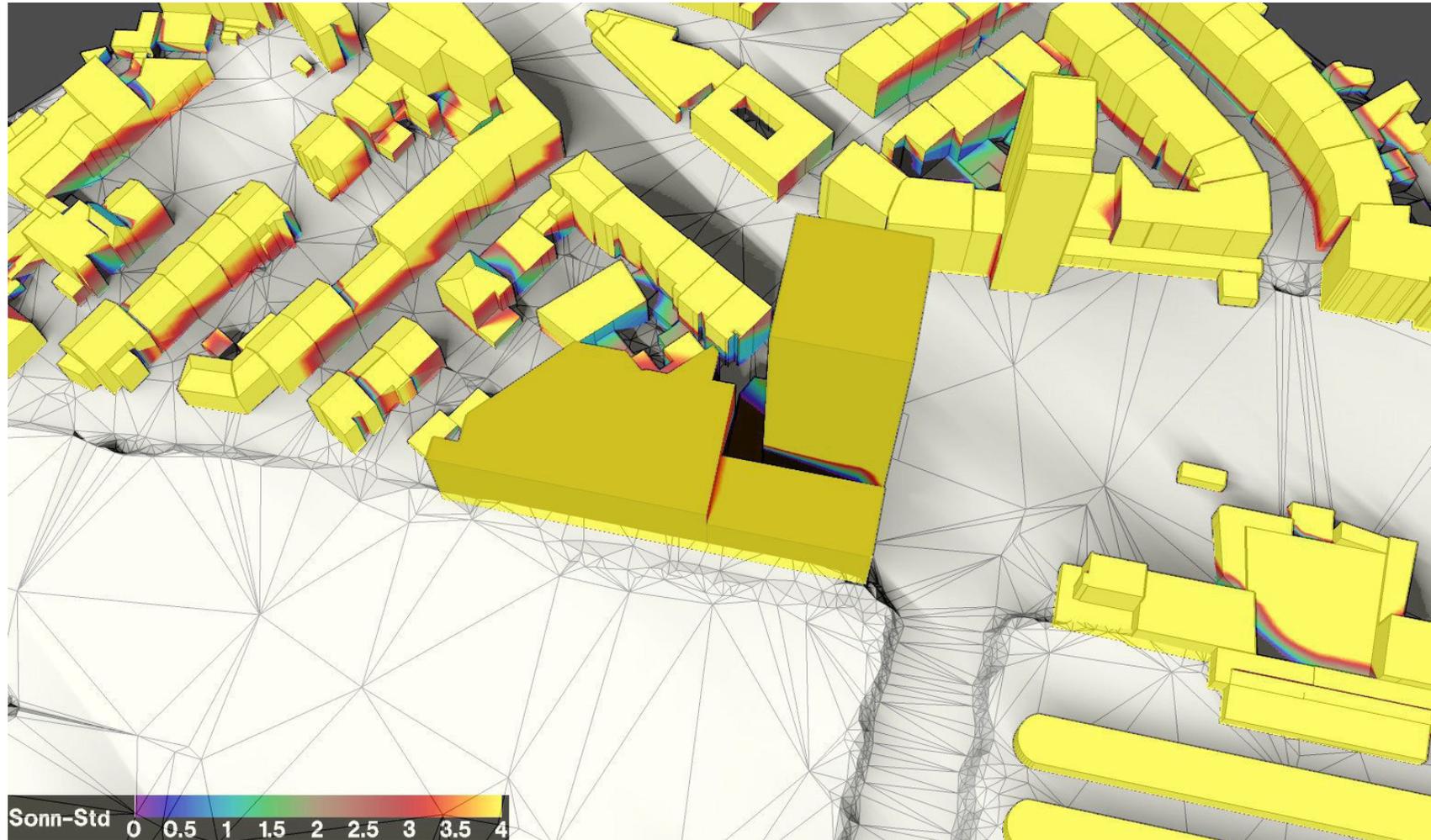
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Südost Bestandssituation** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



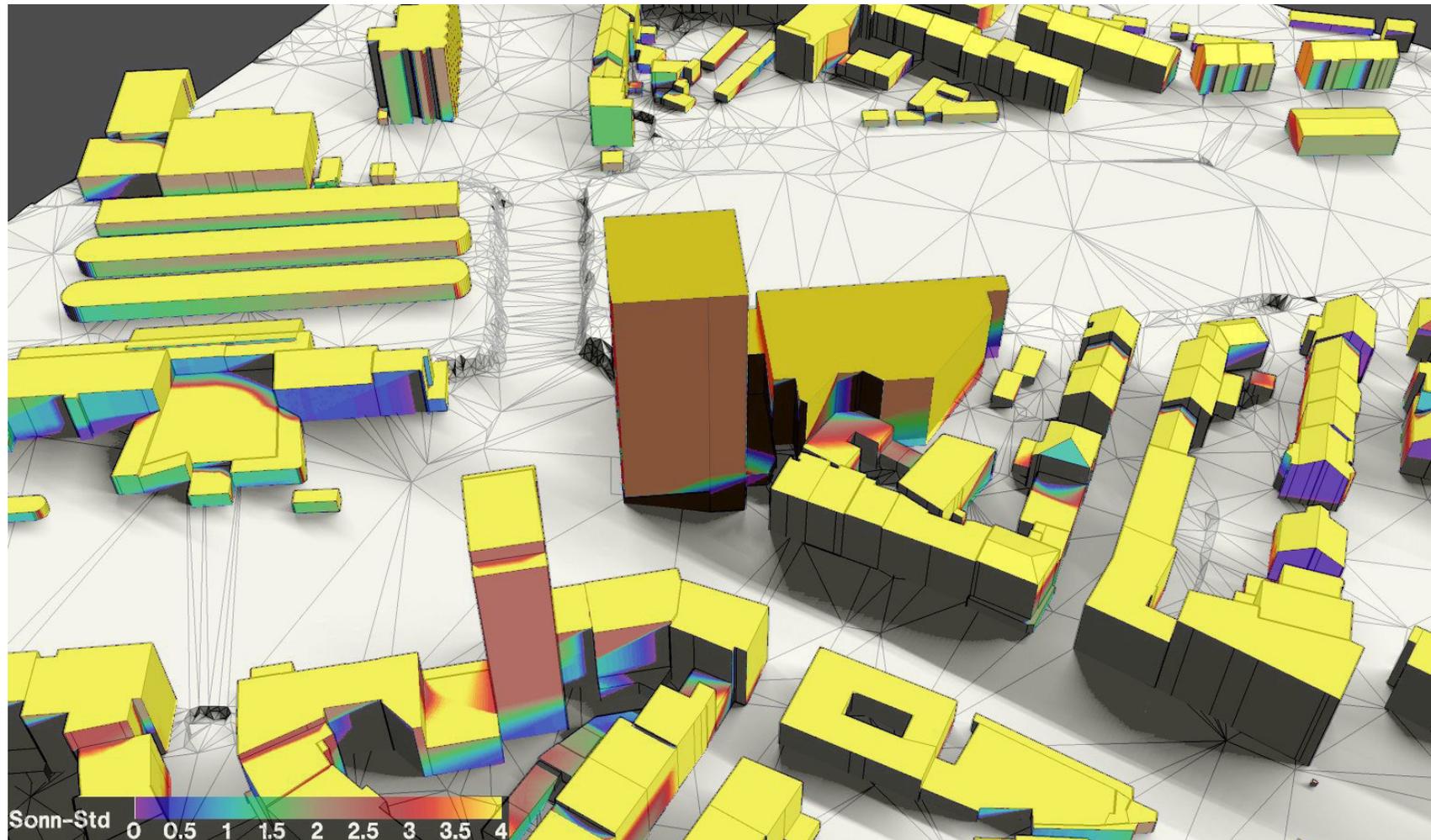
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Nord Bestandssituation** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



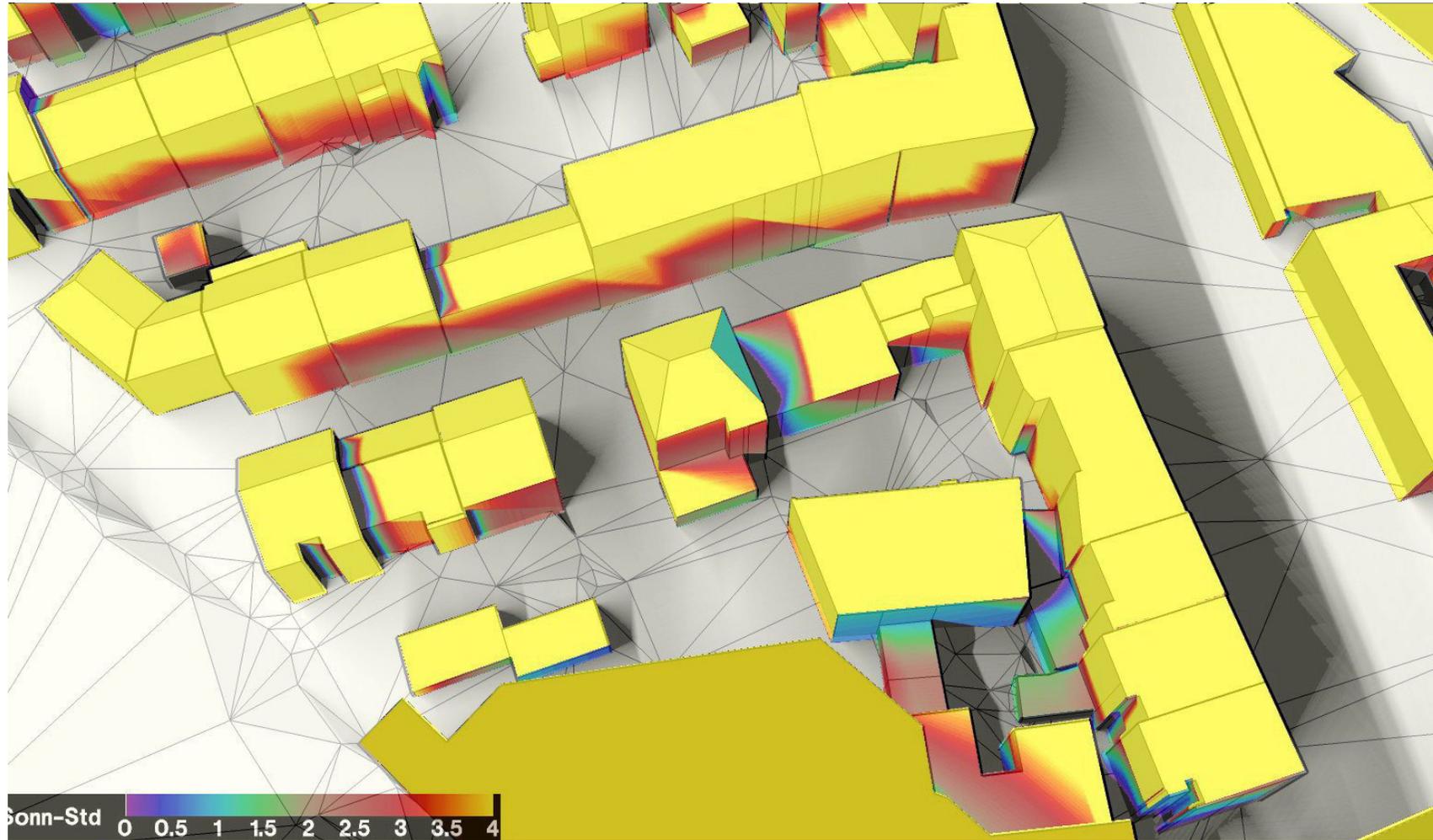
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Ost Bestandssituation** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



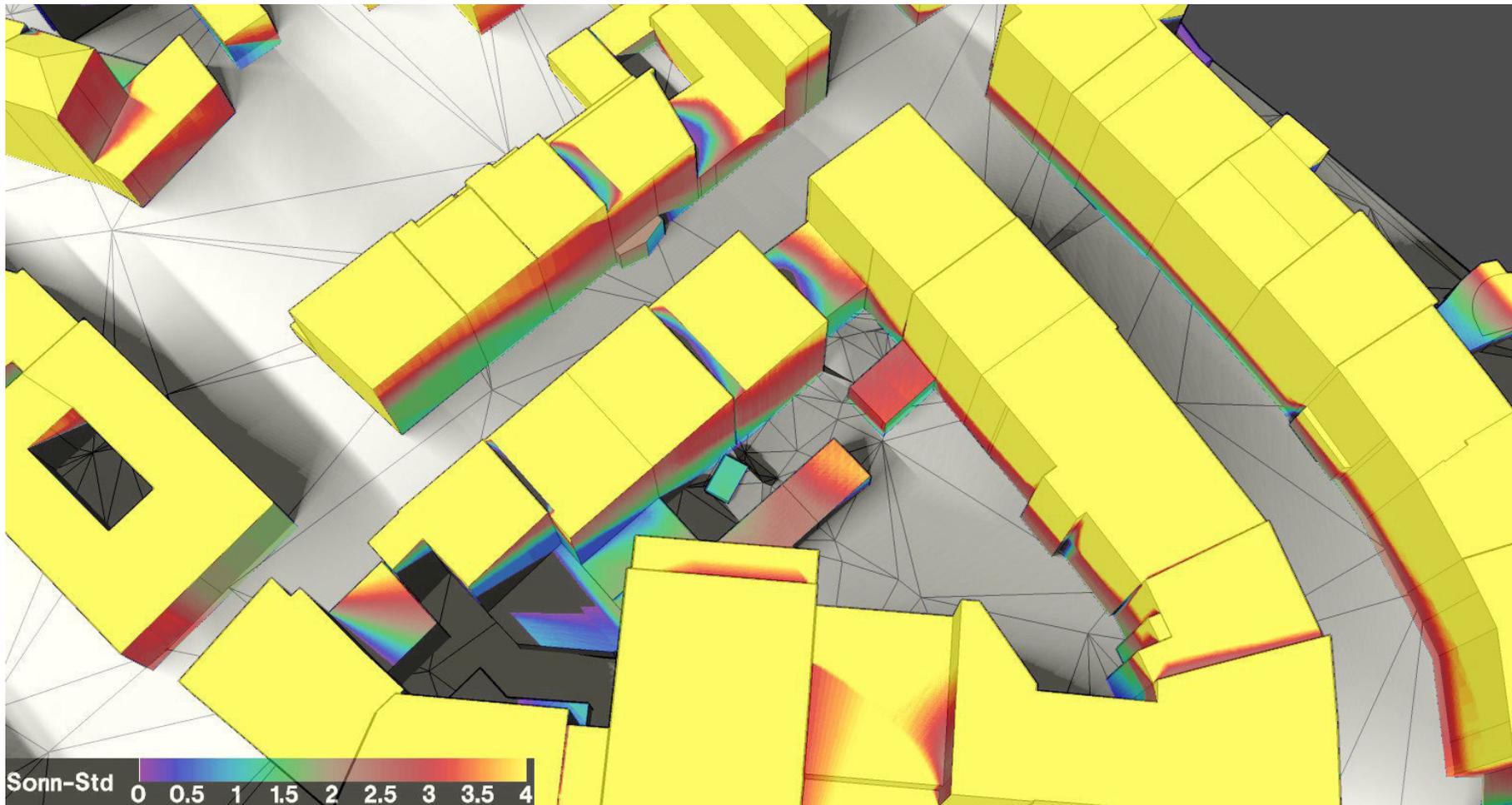
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Süd-** der **B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Nord** - der **B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – TagUndnachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)

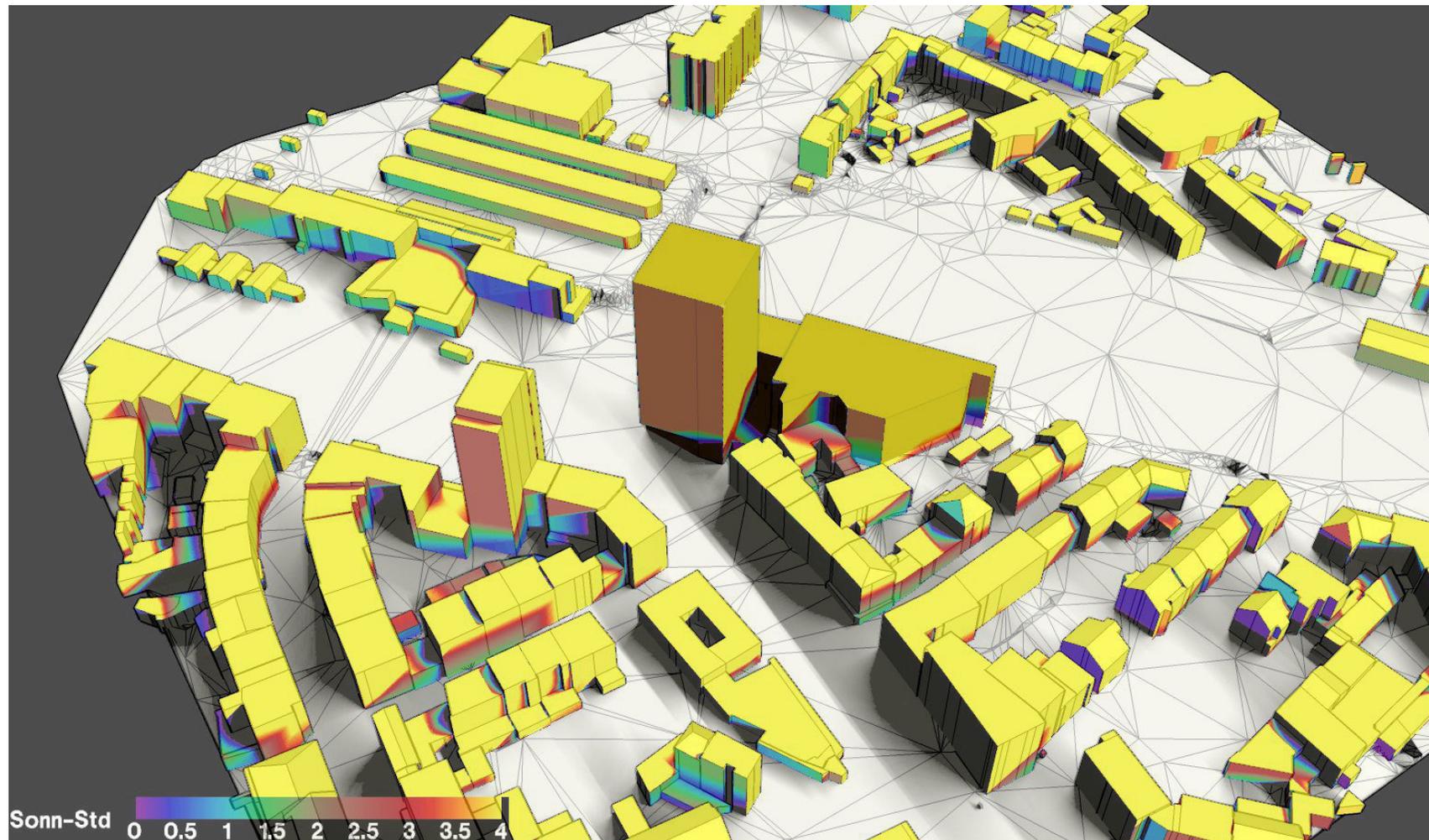


Verschattungsdarstellung – **Perspektive Ost Rechener Straße B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsdarstellung – **Perspektive Ost Hellweg B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)

Verschattungsuntersuchung zur TagundNachtgleiche - Bebauungsplan
Verschattungsdarstellung mit interpoliertem Schattenwurf über den Gesamttag



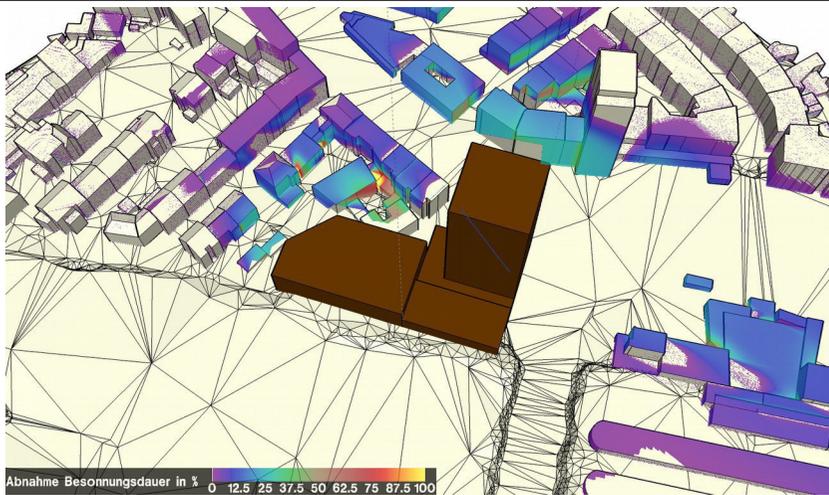
Verschattungsdarstellung – **Perspektive West B-Plan** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – TagundNachtgleiche
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)

Übersicht Lage Fassaden mit Unterschreitung der Anforderungen gemäß DIN 5034-1 durch Umsetzung der Planung und Kennzeichnung der Lage der Wohnung mit erstmaliger Nichteinhaltung der Kriterien

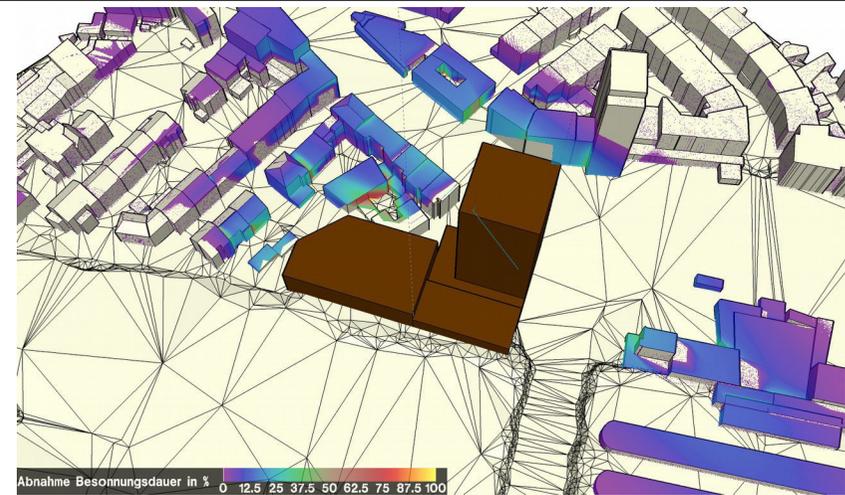


Legende

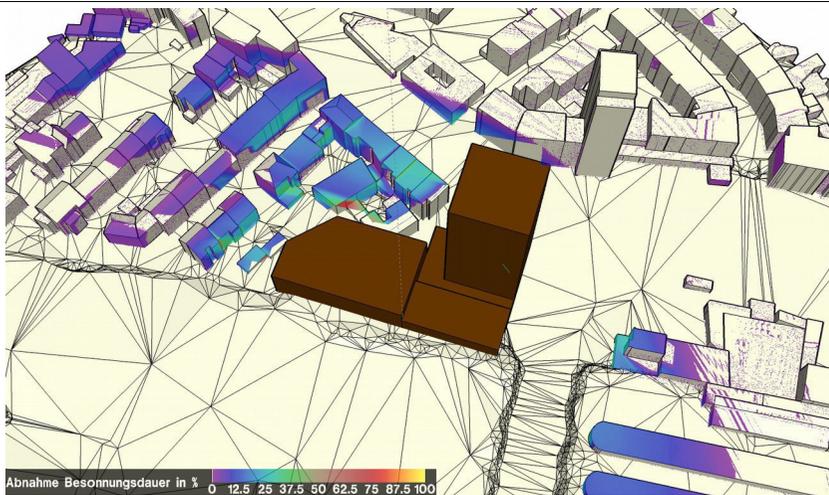
-  Fassade unterschreitet Richtwert, dennoch Einhaltung der Kriterien bzw. keine Anforderung
-  Fassade unterschreitet Richtwert, erstmalige Nichteinhaltung der Kriterien



März



April

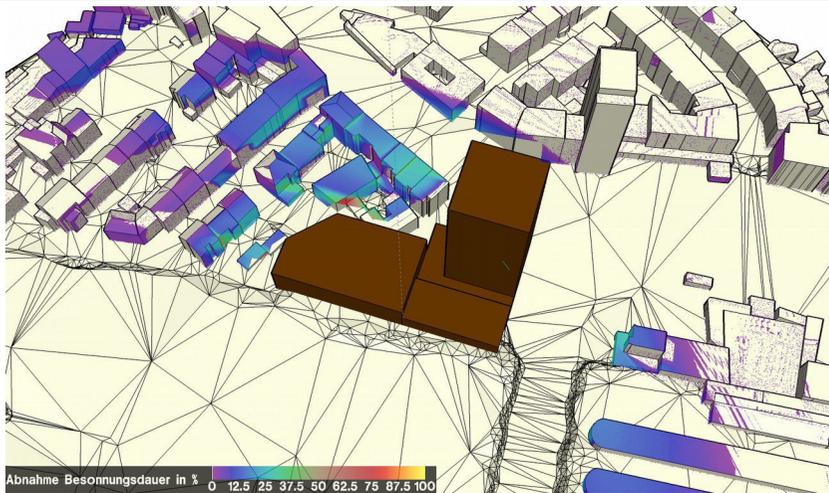


Mai

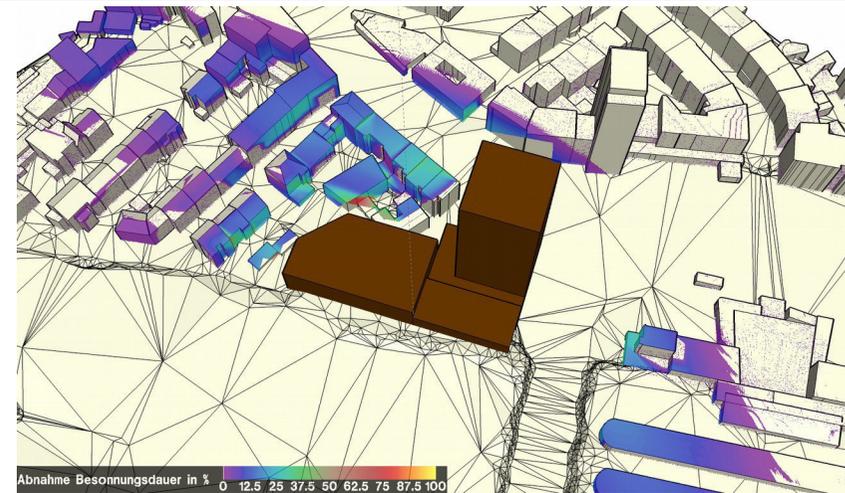
Prozentual vergleichende Verschattungsstudie (Bestand/ B-Plan)– Darstellung in interpoliertem Fehlverhalten in Prozent

FRÜHLING

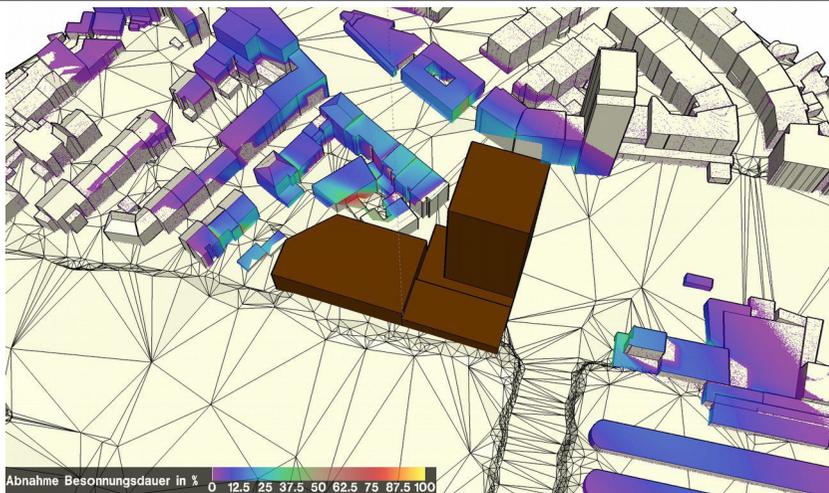
Vergleichende Besonnungsstudie über den Jahresverlauf – Bebauungsplan/ Bestand



Juni



Juli

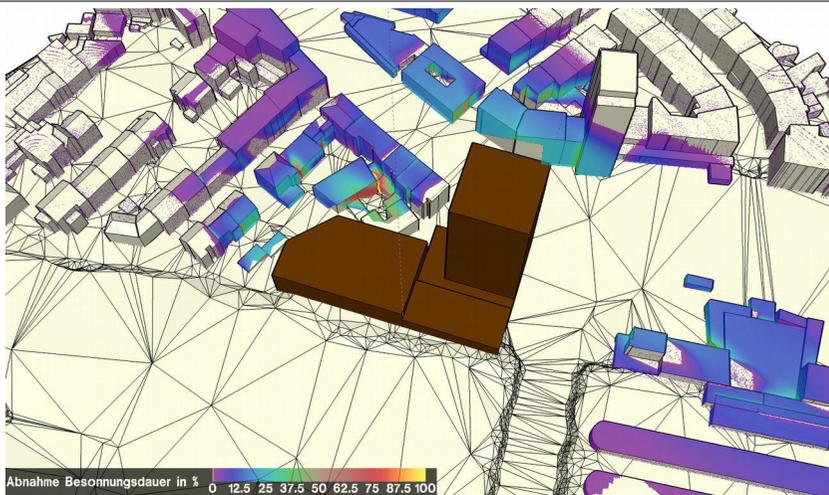


August

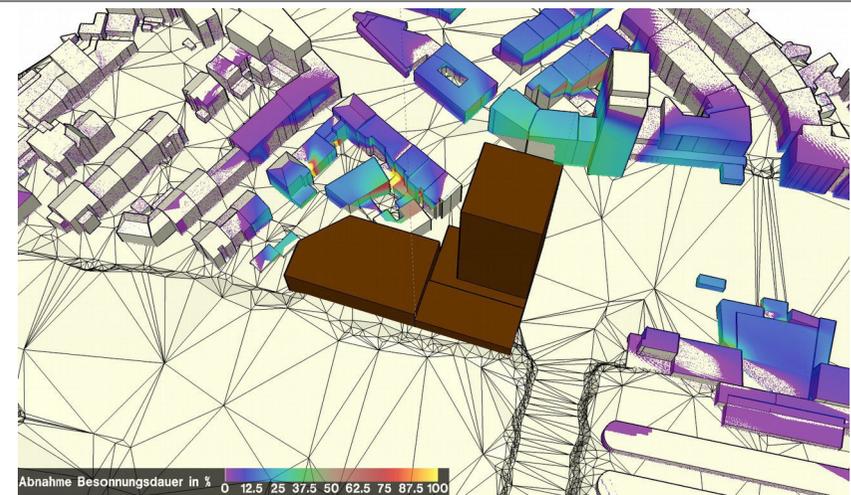
Prozentual vergleichende Verschattungsstudie (Bestand/ B-Plan)– Darstellung in interpoliertem Fehlverhalten in Prozent

SOMMER

Vergleichende Besonnungsstudie über den Jahresverlauf – Bebauungsplan/ Bestand



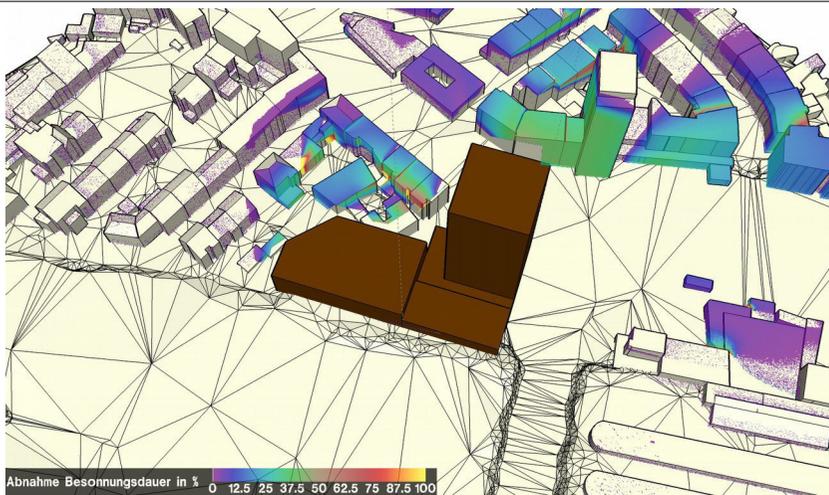
September



Oktober

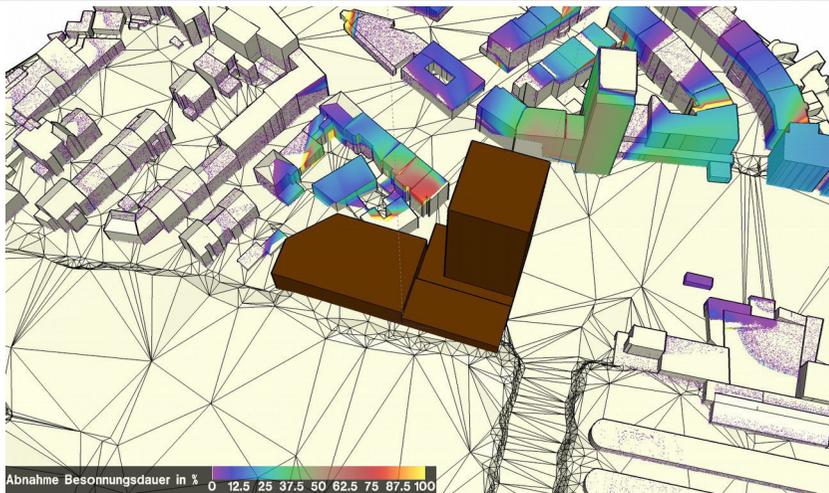
Prozentual vergleichende Verschattungsstudie (Bestand/ B-Plan)– Darstellung in interpoliertem Fehlverhaltenverlauf in Prozent

HERBST

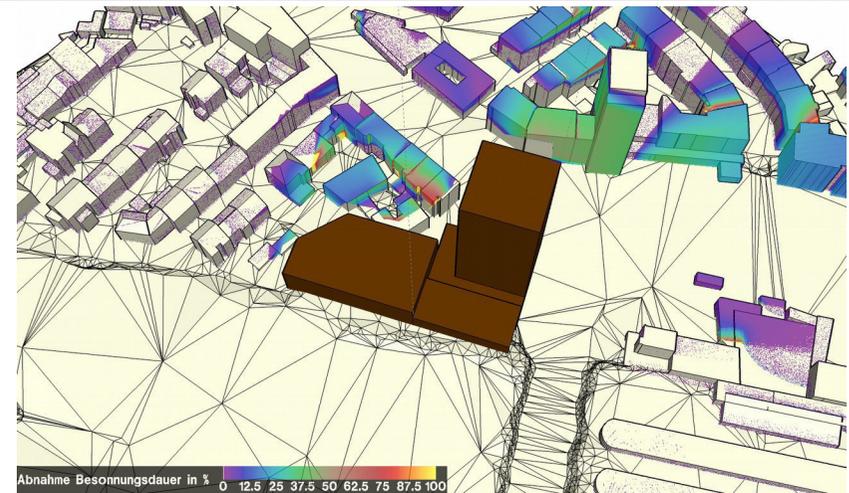


November

Vergleichende Besonnungsstudie über den Jahresverlauf – Bebauungsplan/ Bestand



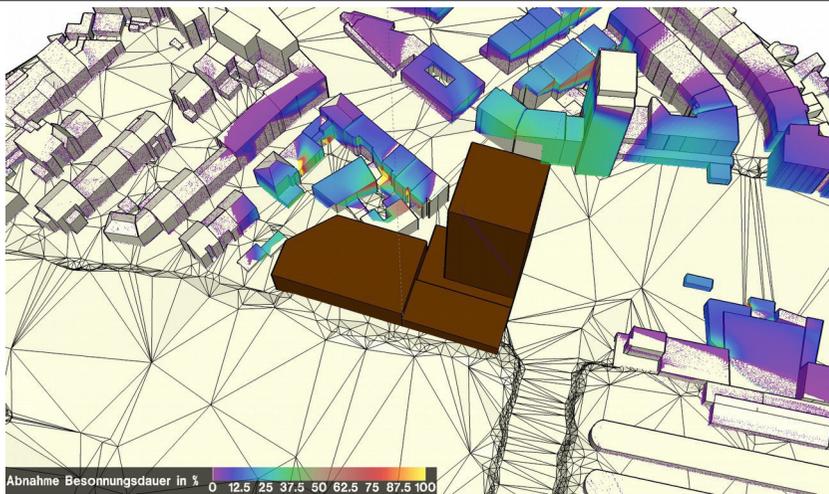
Dezember



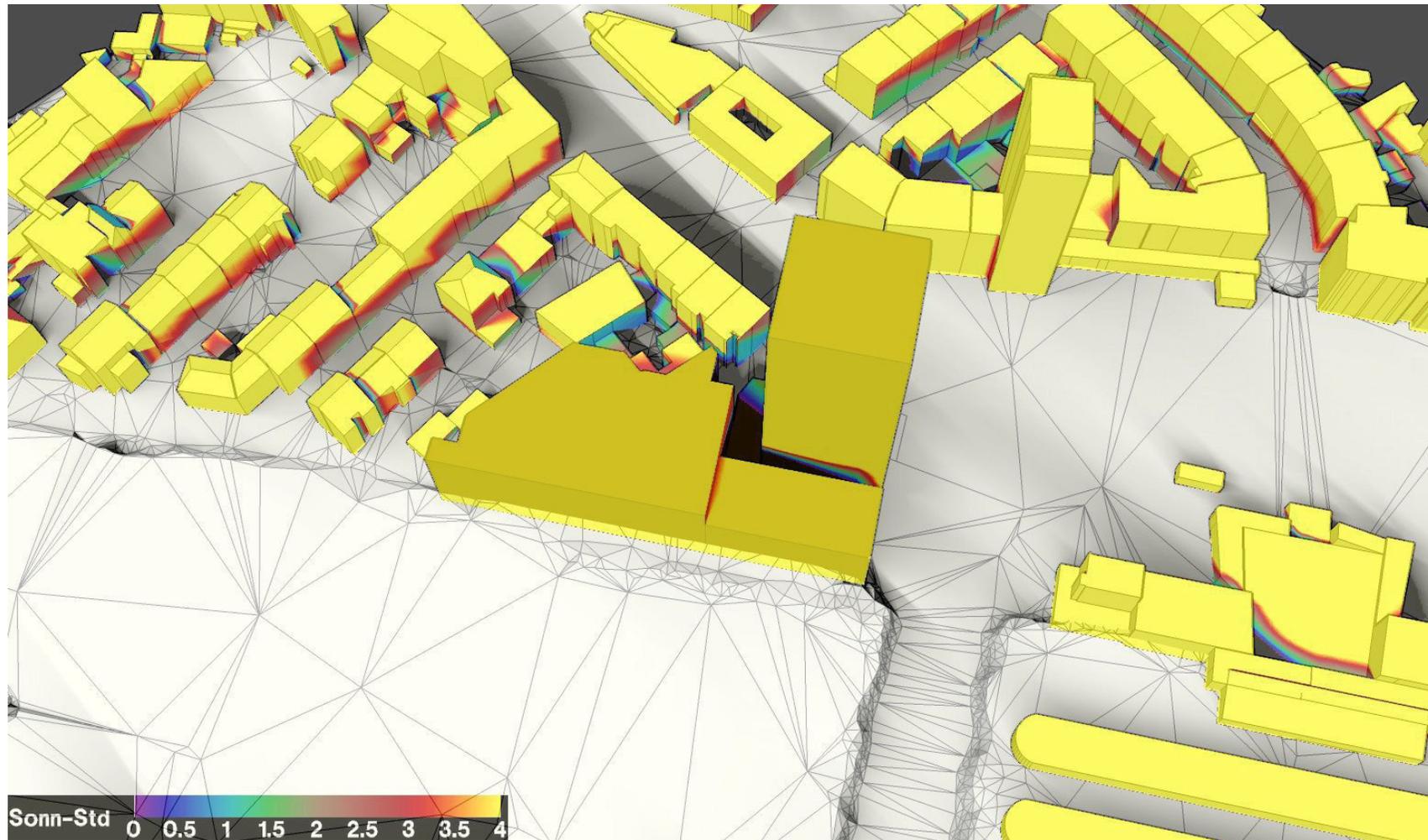
Januar

Prozentual vergleichende Verschattungsstudie (Bestand/ B-Plan)– Darstellung in interpoliertem Fehlverhalten in Prozent

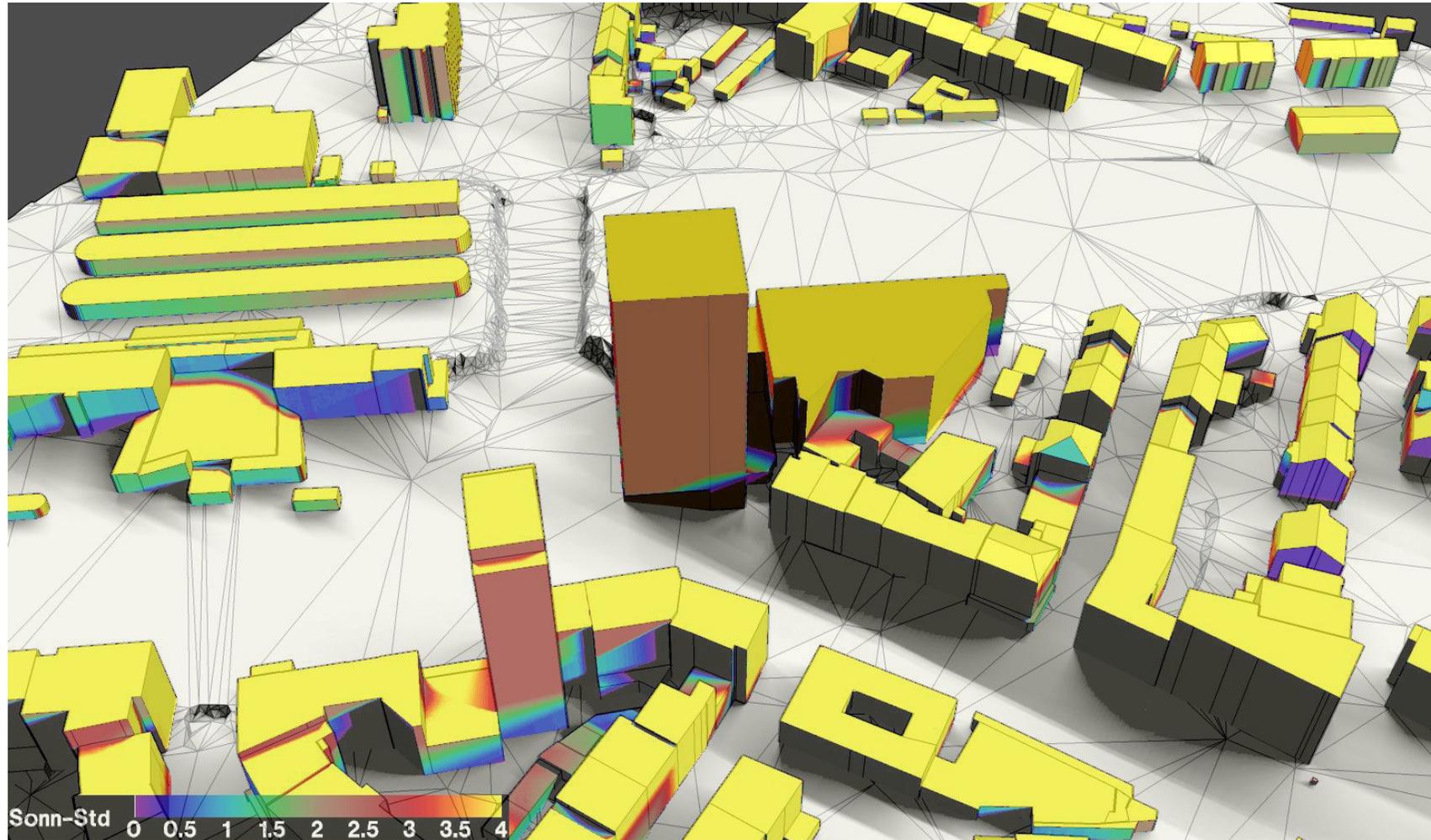
Winter



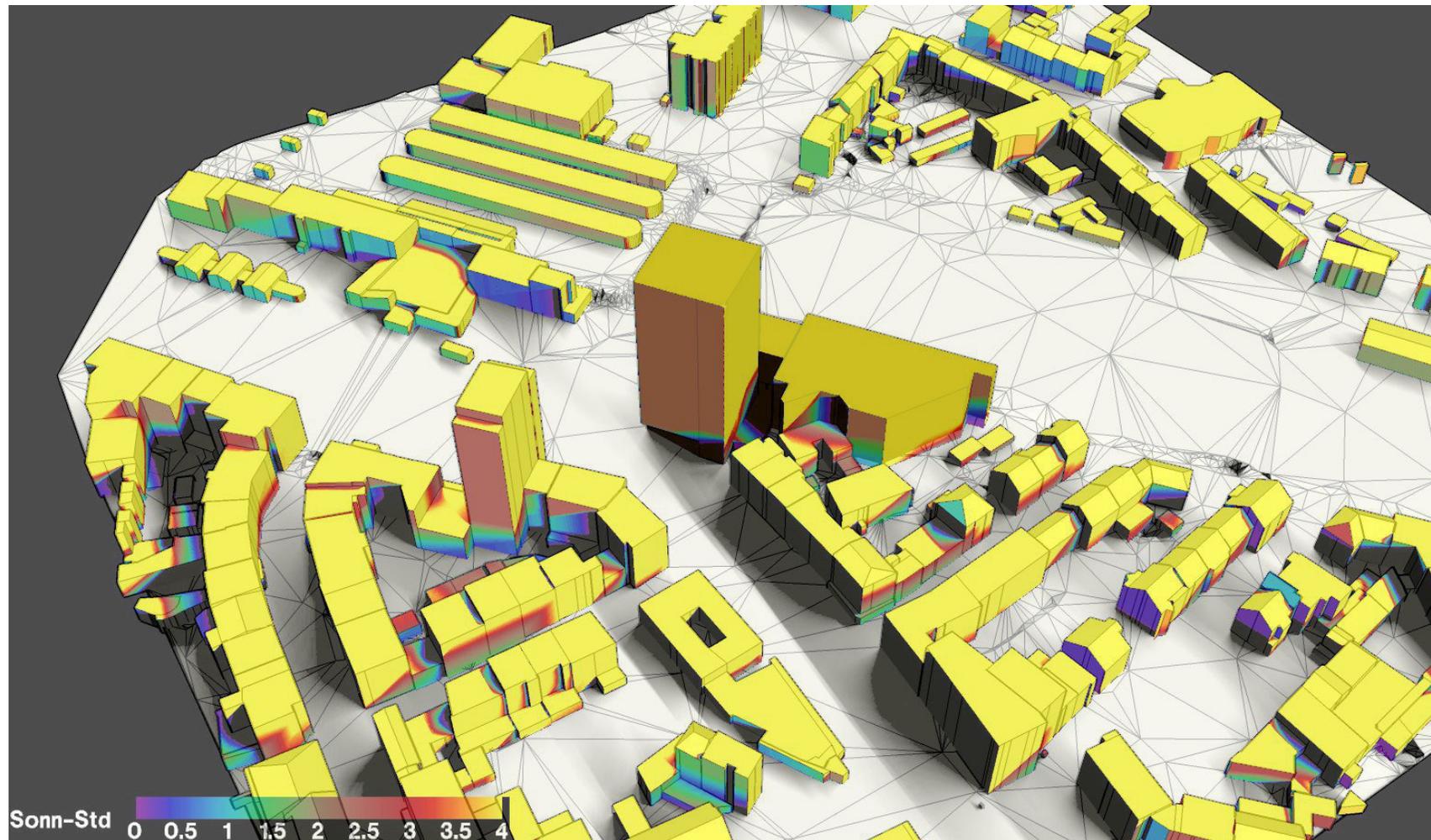
Februar



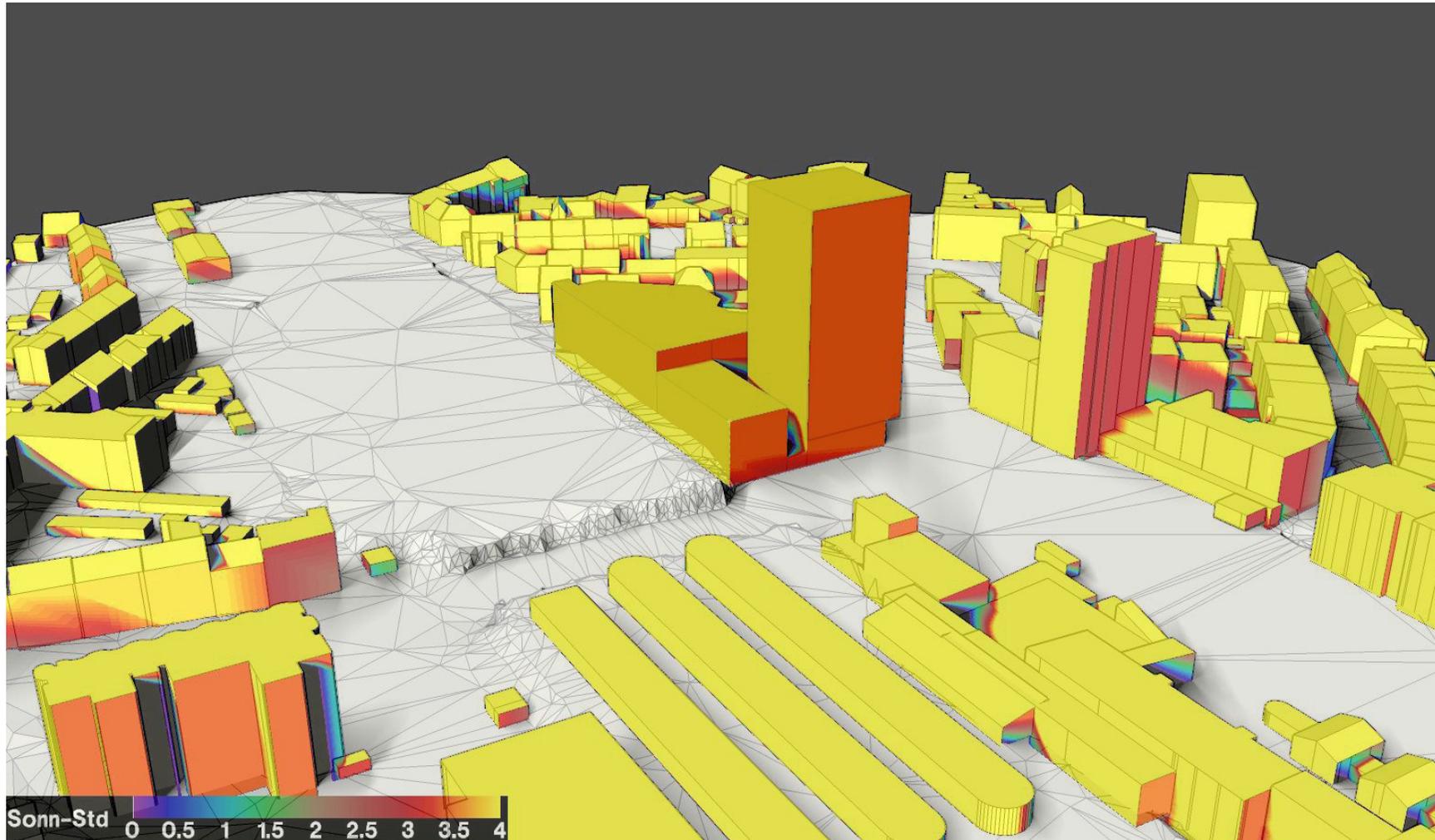
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Süd** der Planung mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – **TagundNachtgleiche**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



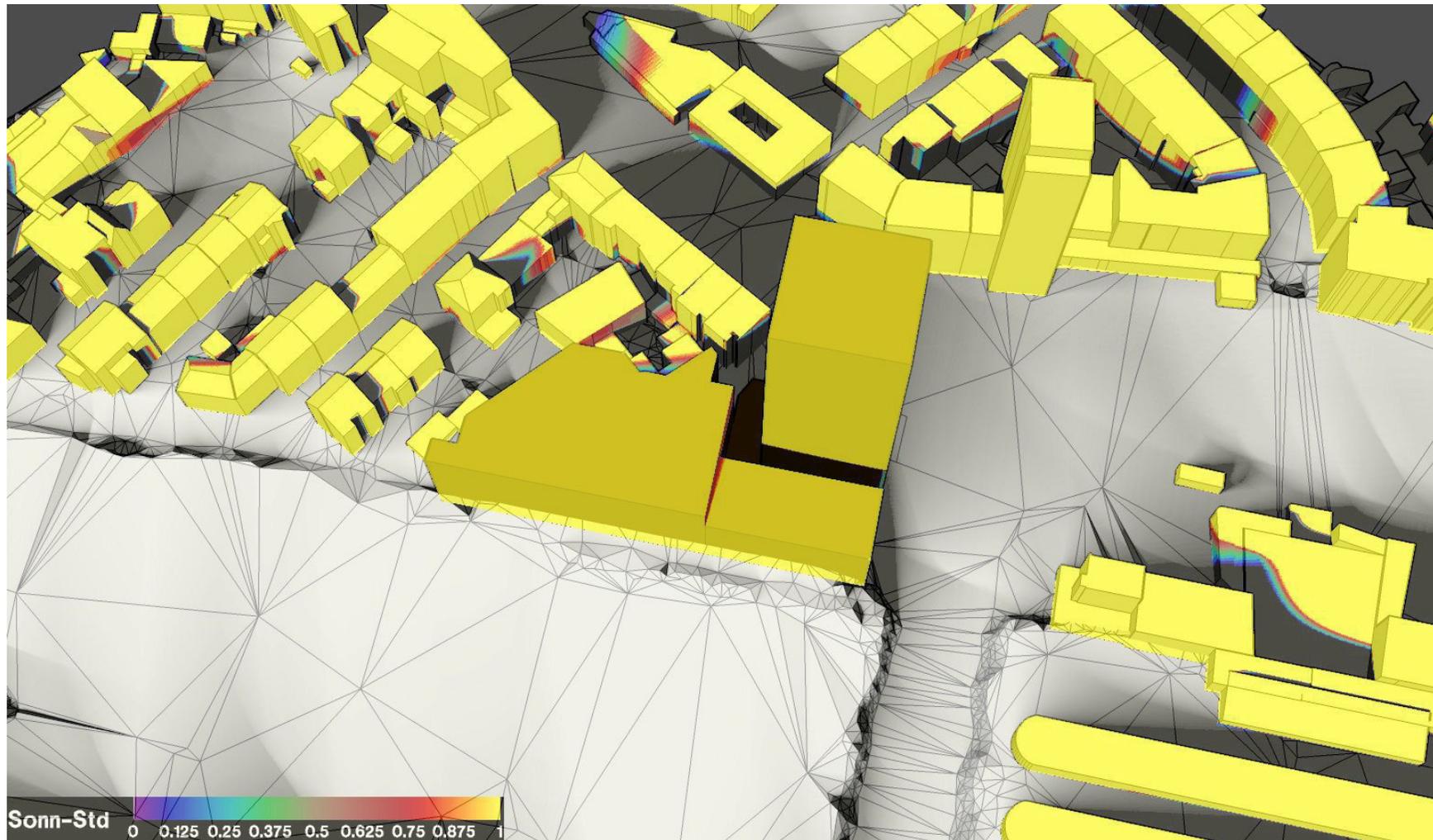
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Nord der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – **TagundNachtgleiche**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



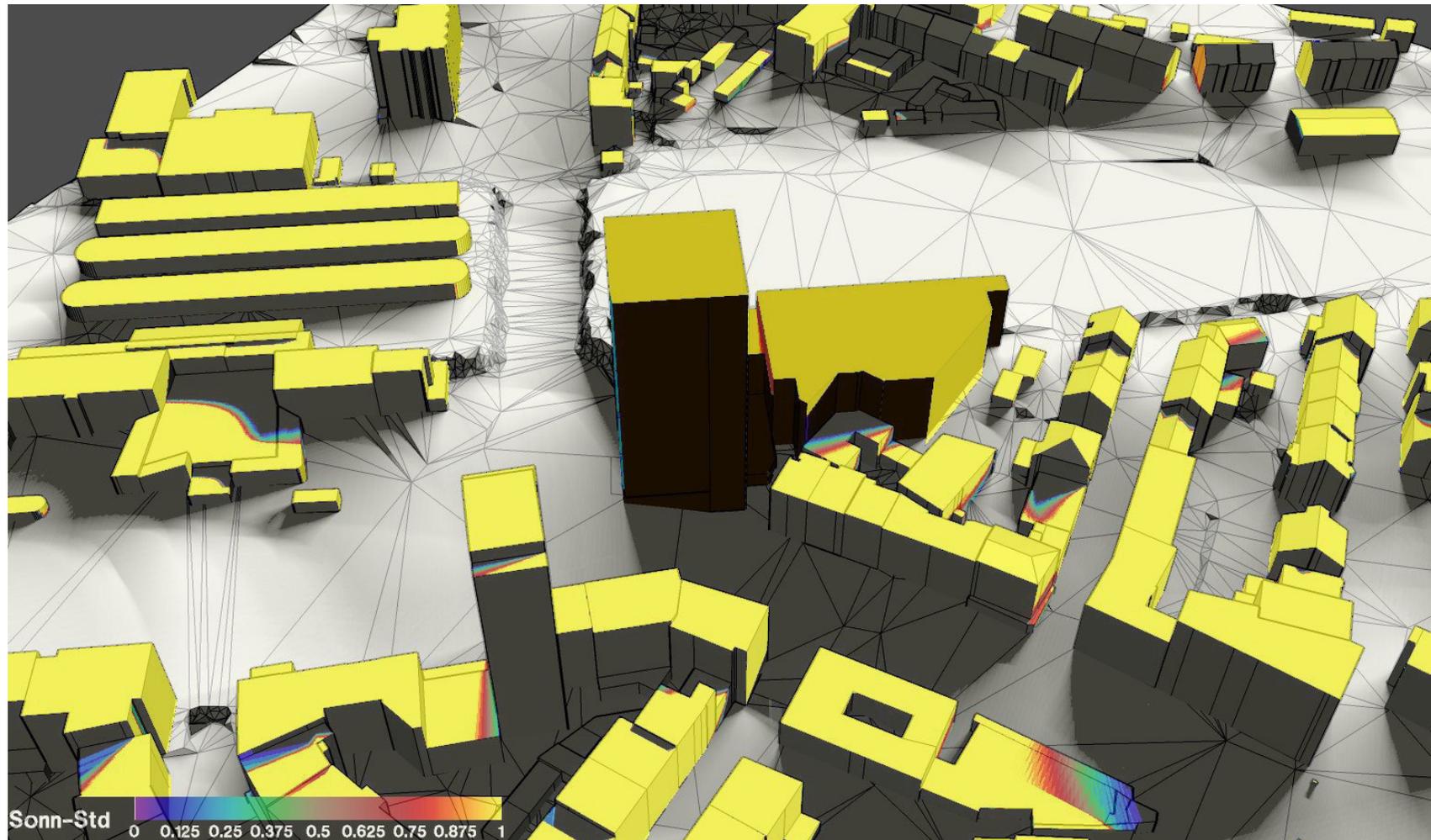
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Nordwest der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – **TagundNachtgleiche**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



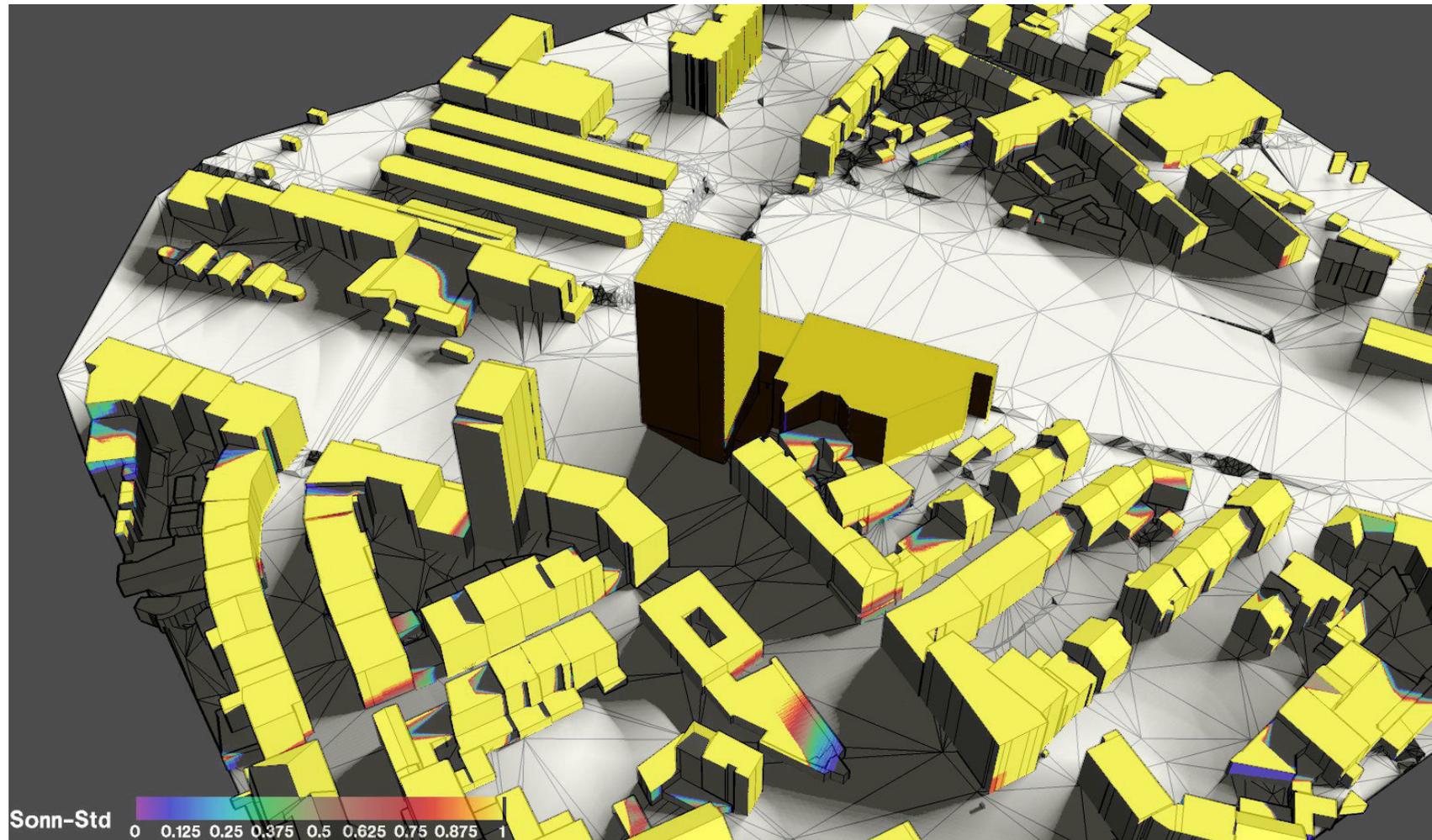
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Südost der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbenarstellung – **TagundNachtgleiche**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 4 Std. Besonnungszeit pro Tag)



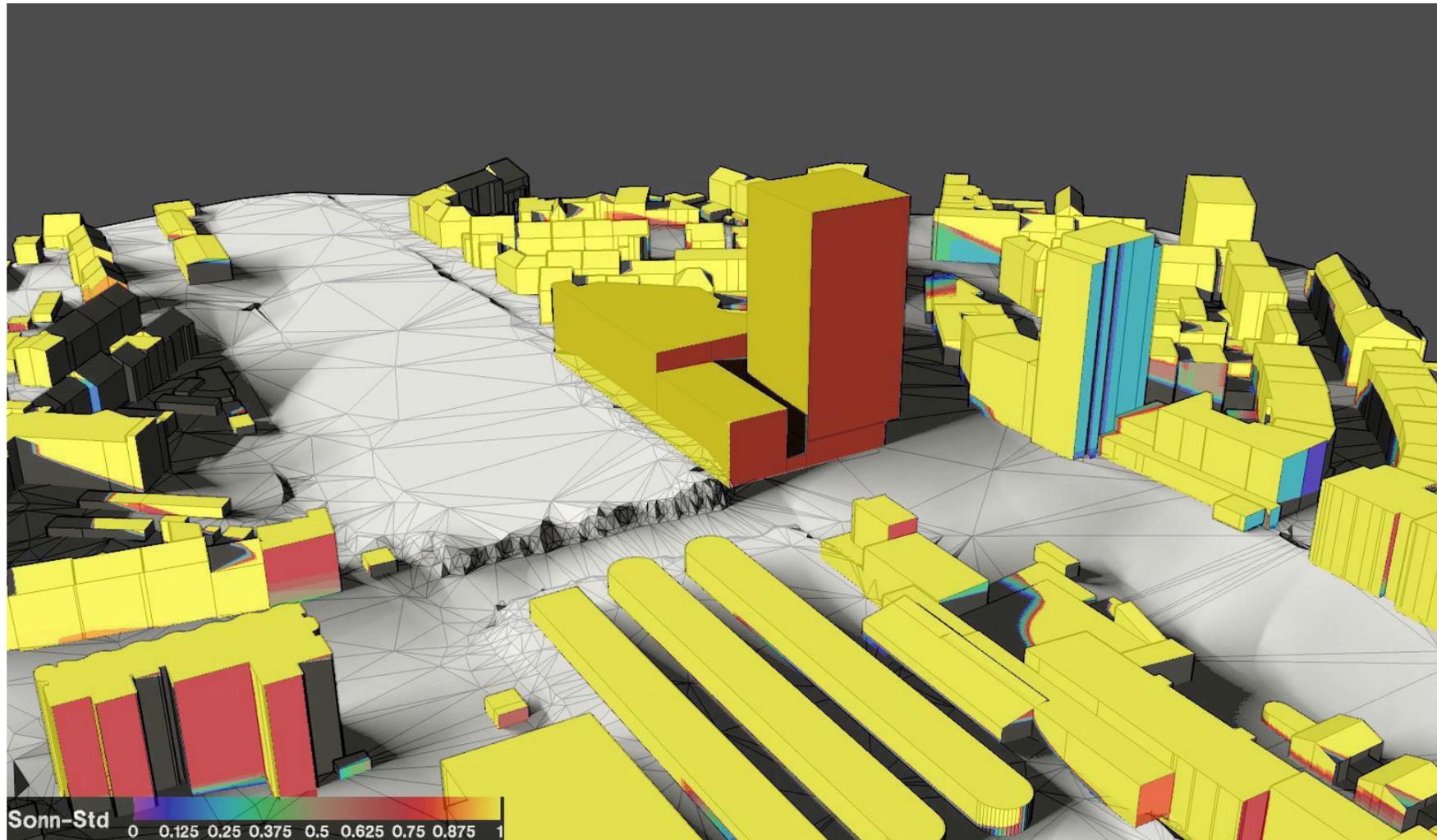
Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Süd der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbendarstellung – **17. Januar**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsdarstellung – **Perspektive Übersicht Nord der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – **17. Januar**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsdarstellung – **Perspektive Nordwest der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – **17. Januar**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsdarstellung – **Perspektive Südost der Planung** mit interpoliertem Schattenwurf in Fehlfarbandarstellung – **17. Januar**
(alle Flächen in gelb erfüllen das Kriterium von mind. 1 Std. Besonnungszeit pro Tag)