

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIENTECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

**Thyssen Trade Center
Hans-Günther-Sohl-Straße 1 Düsseldorf:
Studie zu den Auswirkungen der Gebäudekubatur
auf die Besonnungs- / Verschattungssituation für
die Wohnnutzung im Plangebiet**

Bericht VL 7141-1 vom 29.01.2014

Bericht-Nr.: VL 7141-1
Datum: 29.01.2014
Niederlassung: Düsseldorf
Ref.: DH, AH

**Peutz Consult GmbH
Beratende Ingenieure VBI**

Messstelle nach
§ 26 BImSchG zur
Ermittlung der Emissionen
und Immissionen von
Geräuschen und
Erschütterungen

VMPA Güteprüfstelle
für den Schallschutz
im Hochbau

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel
Dipl.-Ing. Heiko Kremer
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz
Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

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

Martener Straße 535
44379 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Knesebeckstraße 3
10623 Berlin
Tel. +49 30 310 172 16
Fax +49 30 310 172 40
berlin@peutz.de

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Gerard Perquin
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
Sevilla, E

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	3
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	4
3	Örtliche Gegebenheiten.....	5
4	Beurteilungsgrundlagen.....	6
5	Verschattungsstudie.....	8
5.1	Durchführung der Verschattungsstudie.....	8
5.2	Besonnungssituation im Winter (Stichtag 17. Januar).....	9
5.3	Besonnungssituation zur Tag- und Nachtgleiche.....	10
5.4	Besonnungssituation im Sommer.....	10
6	Zusammenfassende Beurteilung.....	11

1 Situation und Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant die Sanierung, Umnutzung und teilweise Aufstockung des Thyssen Trade Center in der Hans-Günther-Sohl-Straße 1 in Düsseldorf.

Mit dieser Untersuchung sollen die Auswirkungen der Gebäudekubatur auf die Besonnungssituation der Wohnnutzungen im Plangebiet beurteilt werden.

Basierend auf den Planunterlagen des projektierten Gebäudekomplexes wird mit Hilfe von dreidimensionalen Simulationsmodellen der zukünftige, durch die Planung verursachte Schattenverlauf auf den umliegenden sowie eigenen Gebäudefassaden visualisiert. Der errechnete Schattenverlauf wird analysiert und hieraus die Dauer der direkten Besonnung der betroffenen Fassaden berechnet.

Die Berechnungsergebnisse werden auf Grundlage der Planungsempfehlungen der DIN 5034 Teil 1 [3] zur Besonnung von Gebäudefassaden bewertet.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	G	Aktuelle Fassung
[2]	BauO NRW	V	Stand: 12.12.2013
[3]	DIN 5034, Teil 1	N	Juli 2011
[4]	DIN 5034, Teil 2	N	Februar 1985
[5]	Plangrundlagen Neubebauung: Lageplan / Grundrisse / Schnitte / Ansichten / 3D-Massenmodell der Planung	P	Planstand: Januar 2014

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Bericht
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

Das 1991 errichtete Thyssen-Trade-Center (TTC) an der Grafenberger Allee in Düsseldorf soll in Wohnnutzungen umgenutzt, saniert und teilweise aufgestockt (Bauteil D1) werden. Für die zukünftige Wohnnutzung soll eine Studie zu den Auswirkungen der vorhandenen Gebäudekubatur auf die Besonnung der gebäudeeigenen Fassadenbereiche durchgeführt werden.

Das TTC ist in mehrere Gebäudeteile mit zwei bis sieben Geschossen unterteilt. Der Grundriss basiert auf Kreisformen, welche zu Kreissegmentfassaden mit unterschiedlichen Ausrichtungen führen. Die zukünftig wohngenutzten Kubaturen sind somit um kreisrunde Innenhöfe positioniert.

Bedingt durch diese Grundrissgeometrie werden die Fassadenteile durch Eigen- und Fremdverschattung betroffen, welche in diesem Bericht untersucht werden soll. Der Einfluss auf die Besonnungssituation der Gebäudefassaden durch die hohen Nachbargebäude, welche bis zu zwölf Geschosse aufweisen, wird in dieser Untersuchung nur als Fremdeinfluss auf die Planung berücksichtigt, da für die gewerblich genutzten Nachbargebäude keine Anforderungen an die Verschattung bestehen.

Für die Besonnung- / Verschattungsstudie wird die Nachbarbebauung sowie die vorhandene Topografie dargestellt. Als Grundlage hierzu dienen die vom planenden Architekturbüro zur Verfügung gestellten Planunterlagen [5] sowie Luft- und Satellitenbilder des betreffenden Gebietes.

Die sonstige Bebauung wird, wenn nicht genauer bekannt, mit Standardgeschosshöhen von in der Regel 3 m bzw. 3,80m Höhe abgeschätzt. Satteldächer werden in der Regel nicht dargestellt.

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 berücksichtigt.

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.

Ergänzend sollen im vorliegenden Fall die Auswirkungen der Gebäudekubaturen auf die Verschattung durch eine Verschattungssimulation untersucht und bewertet werden.

Die Bewertung erfolgt nach Teil 1 der DIN 5034, „Tageslicht in Innenräumen“ [3].

Nach Teil 1 der DIN 5034 sollte für Wohngebäude eine minimale Besonnungsdauer der Fassaden zur Tag- und Nachtgleiche (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.

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 überprüft. Ergänzend wird eine Betrachtung für den weiteren Jahreszeitverlauf durchgeführt. 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 Beschattung, 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 Lichteintrag, der durch Globalstrahlung und durch Reflexion 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 erstellt, in denen die geplante Bebauung sowie die umliegenden Bestandsgebäude berücksichtigt werden.

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 Gebäudekubaturen entsteht, wird mit der dreidimensionalen Darstellung anschaulich visualisiert.

Für die Tagundnachtgleiche (21.03. und 23.09.) und den 17. Januar wird die Besonnung in Zeitschritten von jeweils 1 Stunde untersucht.

Als zusätzliche Information wird ergänzend die Besonnung am 21. Juni zur Sommer Sonnenwende (längster lichter Tag im Jahr), ebenfalls in Stundenschritten, abgebildet.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in den Anlagenblättern der Anlage 2 bis Anlage 4 als 3D-Ansichten.

Darüber hinaus wird eine Übersichtsdarstellung der Schattenbewegung über den Tag mittels einer interpolierten Schattenberechnung gemäß der nach DIN 5034 notwendigen Besonnungszeit mittels der Software Radiance (<http://radsite.lbl.gov/radiance/>) erstellt. Durch Umrechnen in eine Fehlfarbandarstellung mit einer Skala von Farbabstufungen können die Fassadenbereiche, welche von den Kriterien abweichen, in Ihrer Ausdehnung und Dauer ermittelt werden.

Die Fehlfarbandarstellung 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 einer Stunde am 17. Januar (Anlage 5) bzw. vier Stunden zur Tag- und Nachtgleiche (Anlage 6). Schwarze bzw. dunkelgraue Flächen erhalten über den Betrachtungszeitraum keine direkte Besonnung.

5.2 Besonnungssituation im Winter (Stichtag 17. Januar)

Die Ergebnisse der Verschattungsstudie im Winterzeitraum sind für den Stichtag 17. Januar in Anlage 2 und Anlage 5 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 und Anlage 5 hervorgeht, kann am 17. Januar an dem Gebäude eine massive Selbstverschattung festgestellt werden. Dies ist bedingt in der kreisförmigen Umbauung der Innenhöfe. Hierdurch kommt es natürlicherweise auf den nach Norden ausgerichteten Fassadenflächen zu großflächigen Unterschreitungen der Kriterien nach DIN 5034.

Die Fassaden um den mittleren Innenhof des Gebäudekomplexes sind hier am stärksten betroffen. Hier besteht sowohl eine Eigenverschattung durch die Gebäudeschenkel wie auch durch die gegenüberliegenden Gebäude.

An den weiteren Gebäudeteilen am Rand des Komplexes wird teilweise auch durch das im Süden befindliche Hochhaus eine Verschattung hervorgerufen. Hier sind insbesondere die unteren Geschosse betroffen. Die Fassadenbereiche in den unteren Geschossen können bei der Betrachtung des Winterfalls Probleme für die Grundrissplanung der einzelnen Wohneinheiten verursachen. Insbesondere in den Geschossen EG bis 3.OG kann am 17. Januar keine vollständige Erfüllung der DIN-Kriterien an allen Wohneinheiten erreicht werden. Bis auf einige Bereiche in den unteren Geschossen können lediglich die oberen Geschosse ab dem 4.OG die Kriterien mittels durchgesteckter Grundrisslösungen der einzelnen Wohneinheiten erfüllen, da die DIN 5034 das Kriterium von einer Stunde Besonnung am 17. Januar als erfüllt ansieht, wenn ein Raum pro Wohneinheit dieses Kriterium erfüllt.

Die Bereiche in den unteren Geschossen, welche die Empfehlungen der DIN 5034 erfüllen, sind die Südfassade des Bauteils B (südlicher Gebäudeteil) sowie die südlich ausgerichteten Eckbereiche der Gebäudeschenkel am Bauteil B sowie die Eckbereiche der Gebäudeschenkel SüdOst und NordWest am Bauteil A. Die besonnten Bereiche erweitern sich mit zunehmender Höhe. Ab dem vierten Geschoss in Bauteil B bzw. dem fünften Geschoss in Bauteil A sollte eine ausreichende Besonnung aller Wohneinheiten mit einer entsprechenden Grundrissaufteilung möglich sein.

5.3 Besonnungssituation zur Tag- und Nachtgleiche

Die Ergebnisse der Verschattungsstudie zur Tag- und Nachtgleiche sind in Anlage 3 und Anlage 6 dargestellt.

Im Frühjahr und Herbst ergibt sich durch die gegenüber dem Winterfall bereits höher stehende Sonne eine wesentlich günstigere Besonnungssituation als im Januar, welche sich positiv auf die Gebäudefassaden der umliegenden Gebäude auswirkt.

Wie aus Anlage 3 und Anlage 6 hervor geht, zeigen die Berechnungen ebenfalls großflächige Verschattungen an den sonnenabgewandten Fassadenbereichen. Jedoch ist hier durch den allgemein höheren Sonnenstand eine günstigere Ausgangsposition gegeben. Die Sonnenstrahlen dringen tiefer in die Innenhöfe und die südlich orientierten Fassaden erfüllen an den meisten Fassadenbereichen das Kriterium von mind. 4 Stunden Besonnung zur Tag- und Nachtgleiche (21. März oder 23. September). Um eine Einhaltung der Kriterien für alle Wohneinheiten zu erreichen, ist hier ebenfalls die Anordnung der Wohneinheiten in Form von durchgesteckten Grundrissen dringend anzuwenden.

In den Bereichen zwischen den Treppenhauskernen kann es, insbesondere in den unteren Geschossen zu Unterschreitungen der DIN-Empfehlungen bei den Wohnungen ohne Verbindung zu einer Südfassade kommen. Diese Unterschreitung der DIN-Empfehlungen wird jedoch immer noch eine tägliche Besonnungsdauer von mind 1,5 Stunden zulassen. Dies bedeutet, dass es in keiner Wohneinheit zu einer Situation ohne direkte Besonnung kommen wird. Der größere Teil der Wohneinheiten erfüllt die DIN-Empfehlungen.

5.4 Besonnungssituation im Sommer

Umfeld/Planung

Die Ergebnisse der Verschattungsstudie für den Sommerzeitraum sind exemplarisch für den 21. Juni in Anlage 4 dargestellt.

Der 21. Juni ist kein DIN-relevanter Tag und soll hier nur informativ die Besonnungssituation im Sommer abbilden. Im Sommer besteht natürlich weiterhin die normale Selbstverschattung an den sonnenabgewandten Fassaden, jedoch ist keine erhöhte Beeinträchtigung durch Nachbargebäude oder verstärkte Selbstverschattung ersichtlich.

6 Zusammenfassende Beurteilung

Für die Sanierung und Umnutzung des Thyssen Trade Center in der Hans-Günther-Sohl-Straße 1 in Düsseldorf war eine Verschattungsuntersuchung durchzuführen. Mit dieser Untersuchung sollten die Auswirkungen der Gebäudekubatur auf die Besonnungssituation der Wohnnutzungen im Plangebiet beurteilt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bedingt durch die gebäudeeigene Struktur eine durchgängig einheitliche Besonnungssituation der Wohneinheiten nicht möglich ist. Dies ist auf die Anordnung der Baukörper um kreisrunde Höfe zurückzuführen. Die dadurch bedingte Gebäude-Geometrie aus kreissegmentförmigen Fassaden führt bei niedrigem Sonnenstand immer zu einer starken Selbstverschattung, insbesondere in den unteren Geschossen.

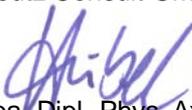
Im Winterfall, am Referenztag 17. Januar nach DIN 5034 ist eine Einhaltung der DIN-Empfehlungen nicht in allen Geschossen nachweisbar. Erst ab dem vierten Obergeschoss am Bauteil B bzw. dem fünften Obergeschoss am Bauteil A kann davon ausgegangen werden das, bei Verwendung von durchgesteckten Grundrissen eine geschossweite Erfüllung der DIN-Empfehlungen in allen Wohneinheiten gewährleistet werden kann.

Zur Tag- und Nachtgleiche wird die starke Selbstverschattung durch den allgemein höheren Sonnenstand bereits stark reduziert. Es kommt natürlich an den sonnenabgewandten Fassadenteilen immer noch zu Unterschreitungen der DIN Empfehlungen, diese Fassadenbereiche sind jedoch in Ihren Flächenanteilen so gering, dass über eine geschickte Grundrissanordnung mit durchgesteckten Grundrissen eine Erfüllung der DIN-Empfehlungen möglich ist.

Lediglich die Wohneinheiten zwischen den Treppenhaukernen können einer Unterschreitung der DIN-Empfehlungen ausgesetzt sein. Jedoch ist davon auszugehen das jede Wohneinheit mindestens 1,5 Stunden direktes Sonnenlicht zur Tag- und Nachtgleiche erreichen kann. Der größere Teil der Wohneinheiten erfüllt die DIN-Empfehlungen.

Dieser Bericht besteht aus 11 Seiten und 6 Anlagen.

Peutz Consult GmbH


ppa/ Dipl.-Phys. Axel Hübel

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Plangrundlage – Amtlicher Lageplan

Anlage 2 Verschattungssituation am 17. Januar

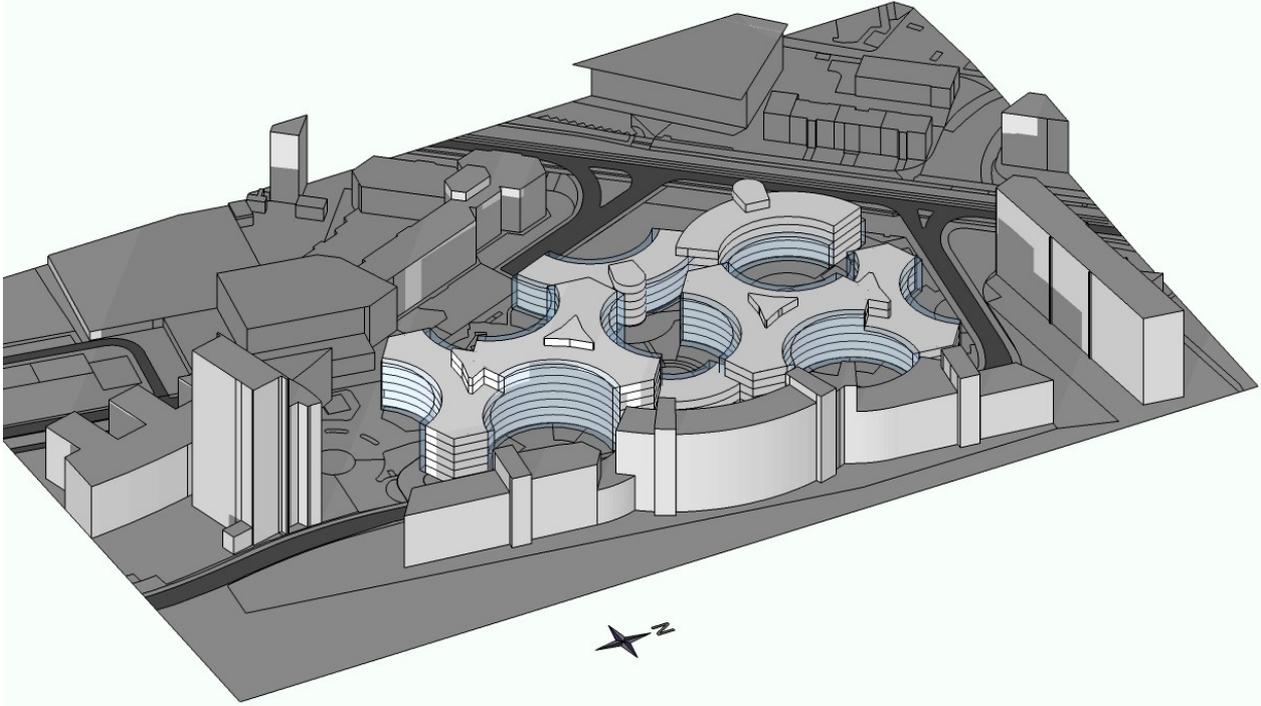
Anlage 3 Verschattungssituation zur Tagundnachtgleiche (21. März/ 23. September)

Anlage 4 Verschattungssituation am 21. Juni (Sommer)

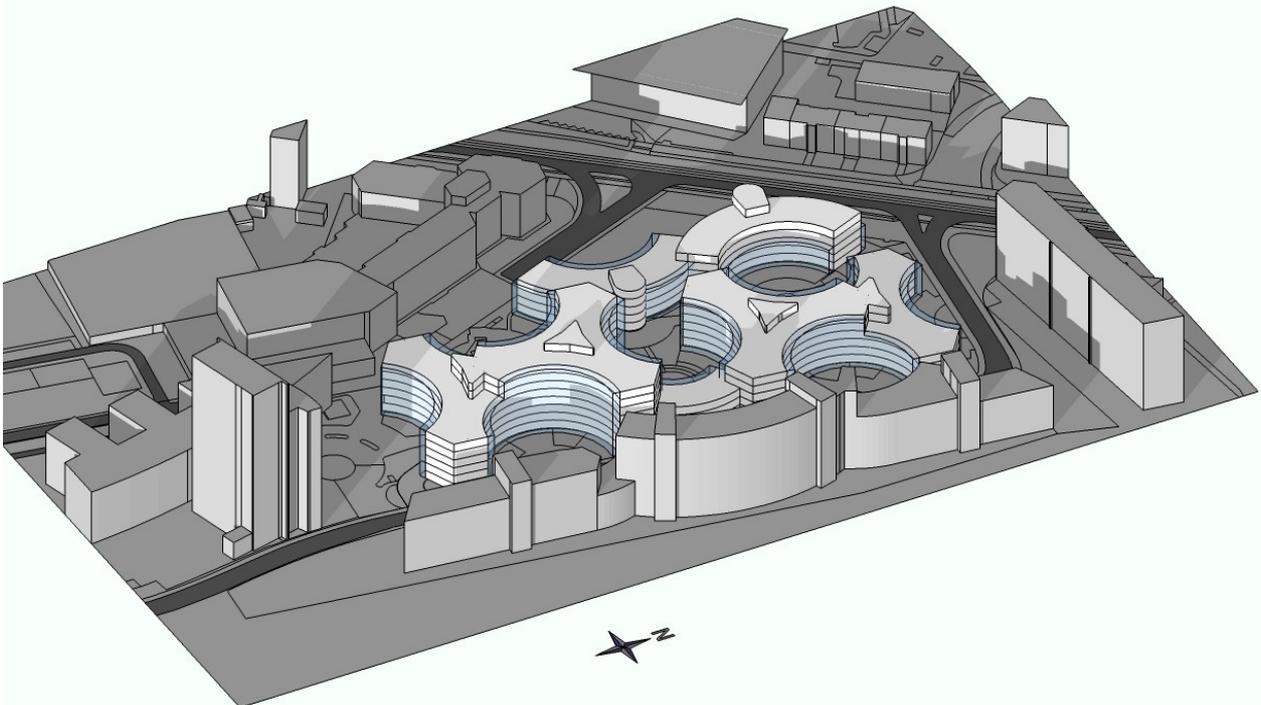
Anlage 5 Verschattungssituation am 17. Januar - Fehlfarbendarstellung der
Verschattungsstunden

Anlage 6 Verschattungssituation zur Tagundnachtgleiche - Fehlfarbendarstellung der
Verschattungsstunden

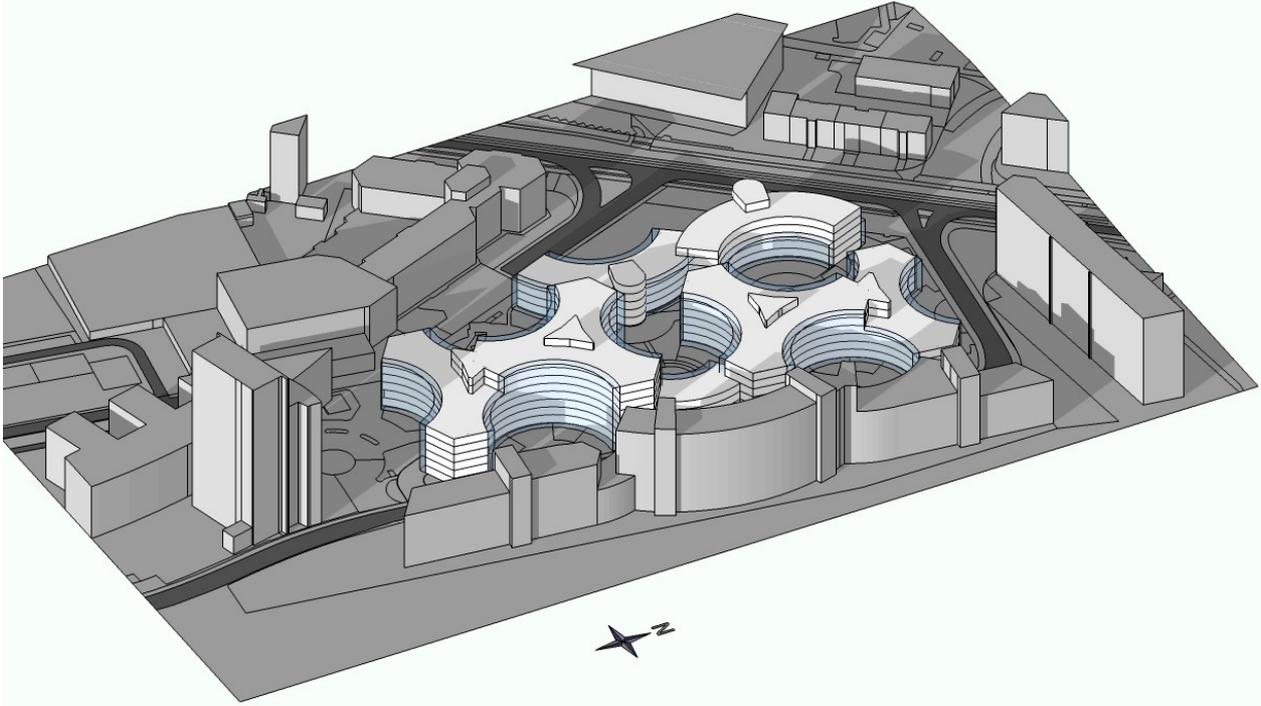
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 9.00 Uhr



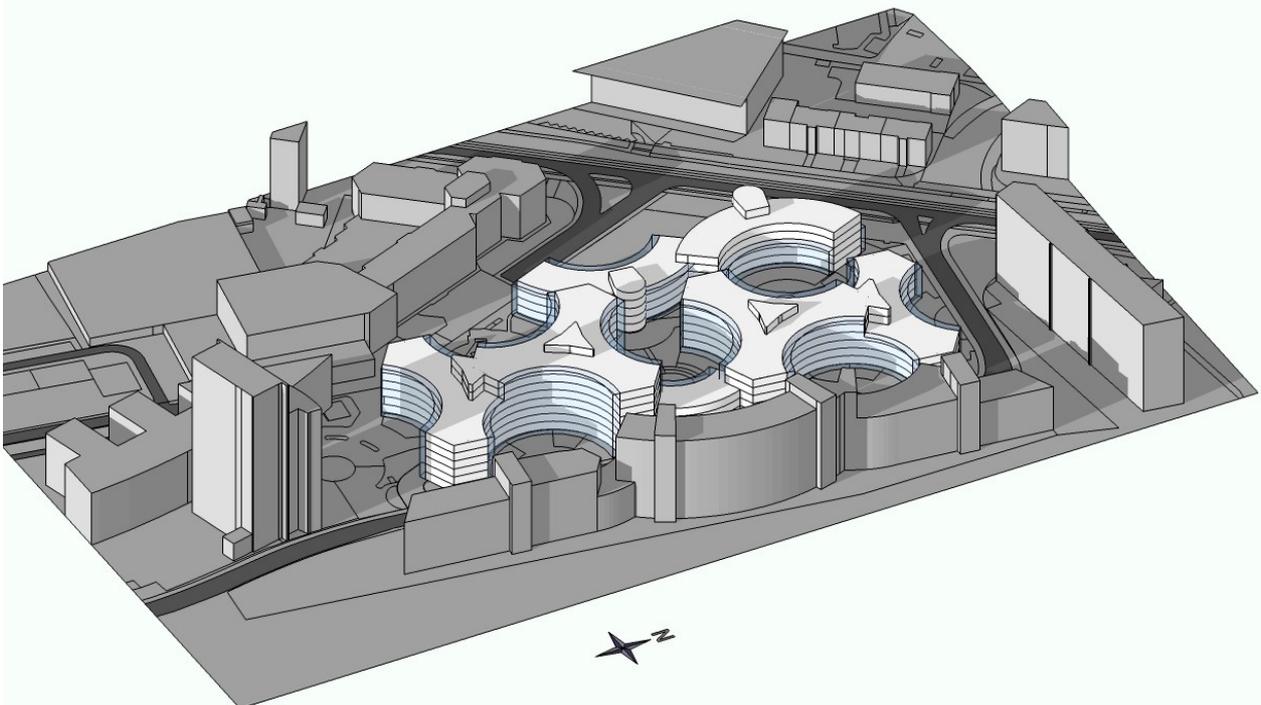
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 10.00 Uhr



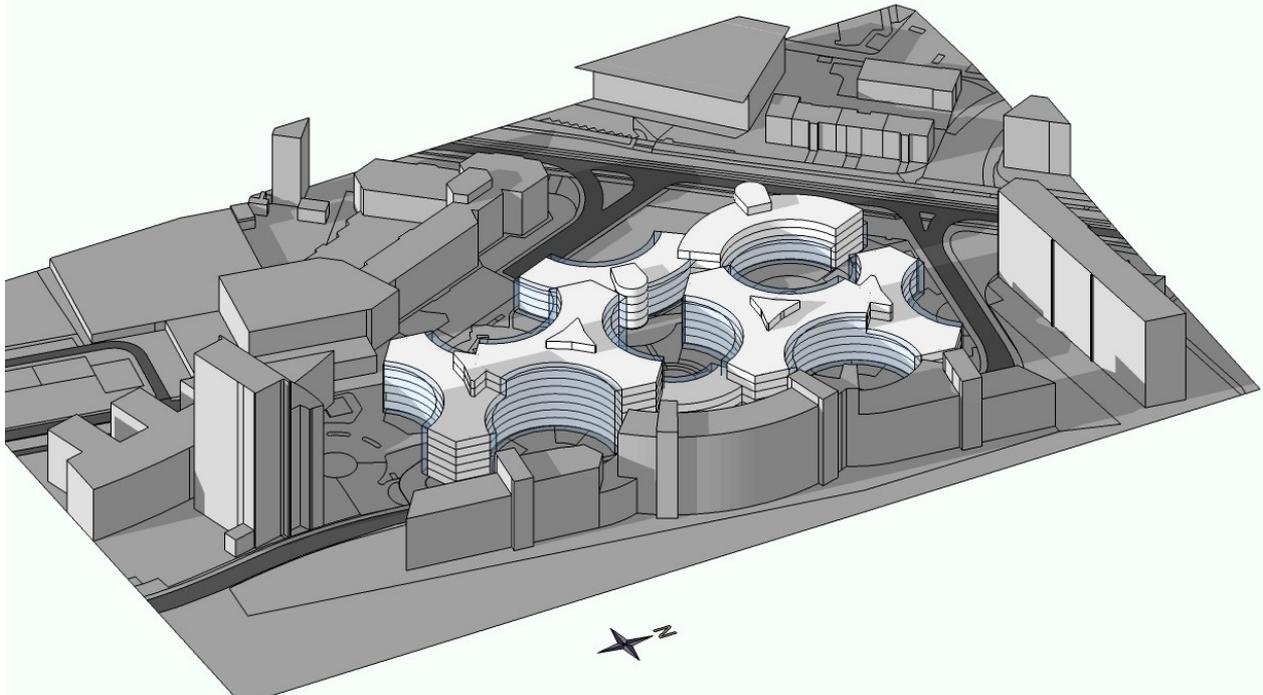
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 11.00 Uhr



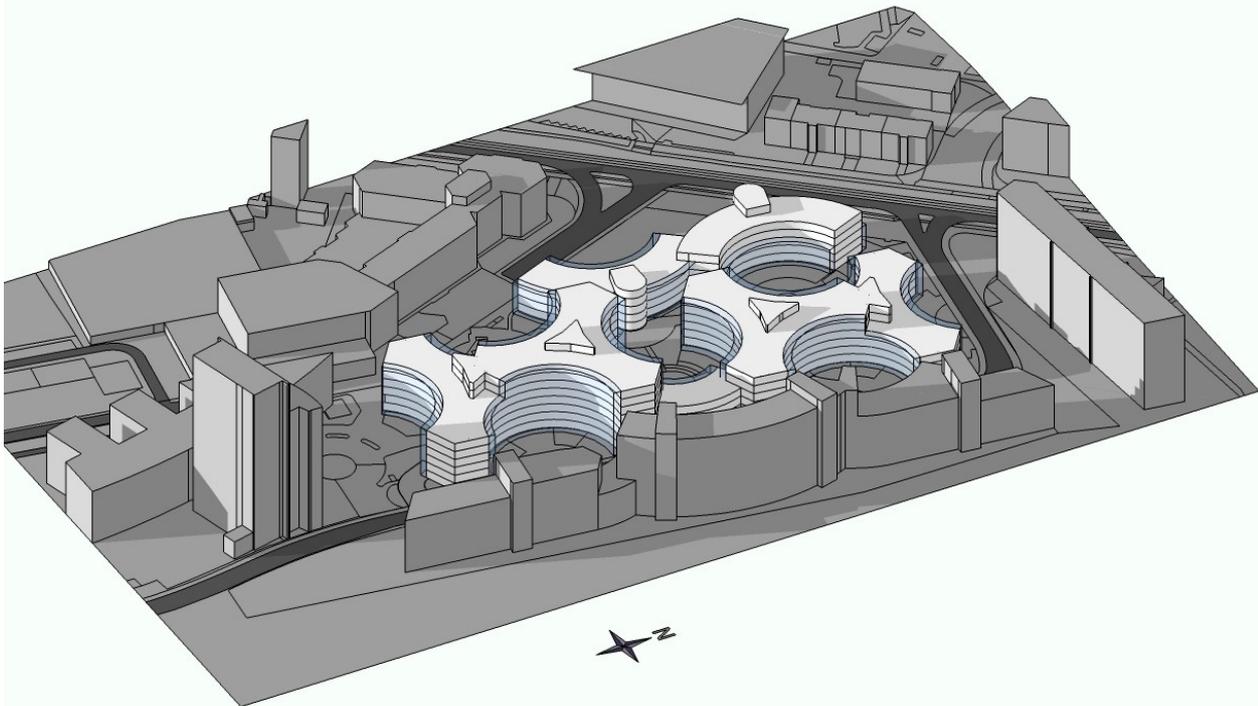
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 12.00 Uhr



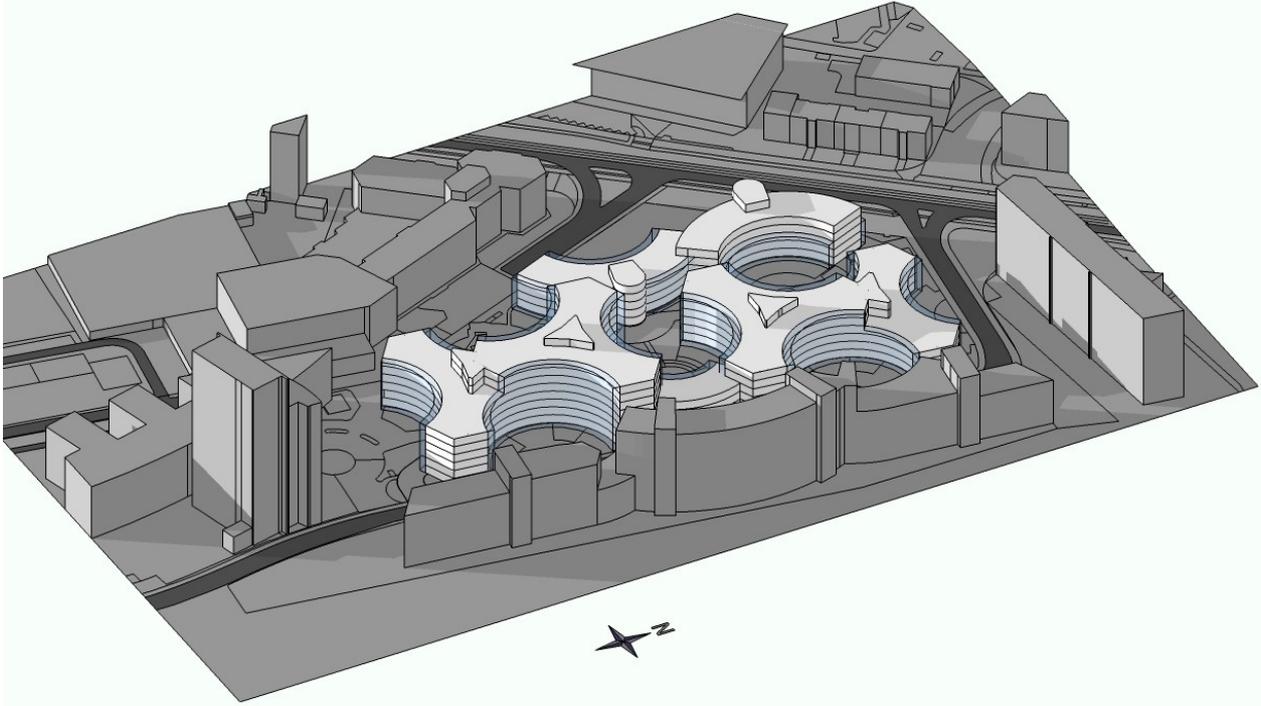
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 13.00 Uhr



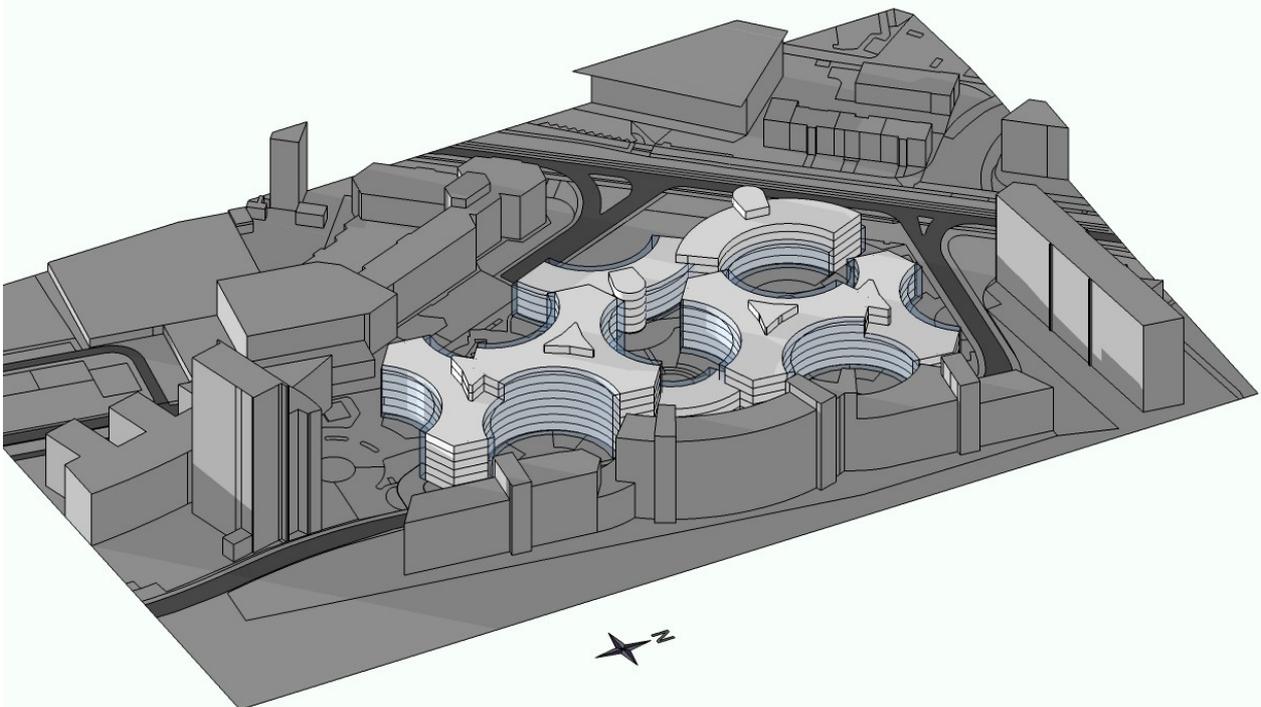
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 14.00 Uhr



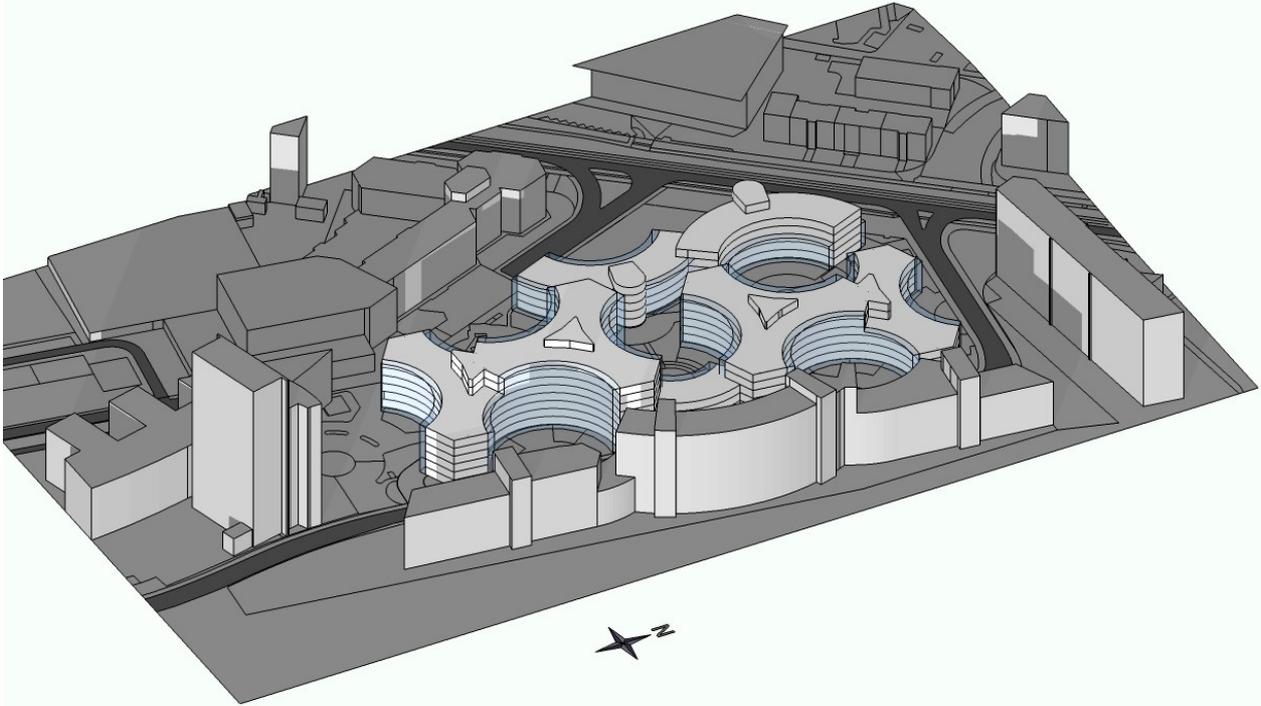
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 15.00 Uhr



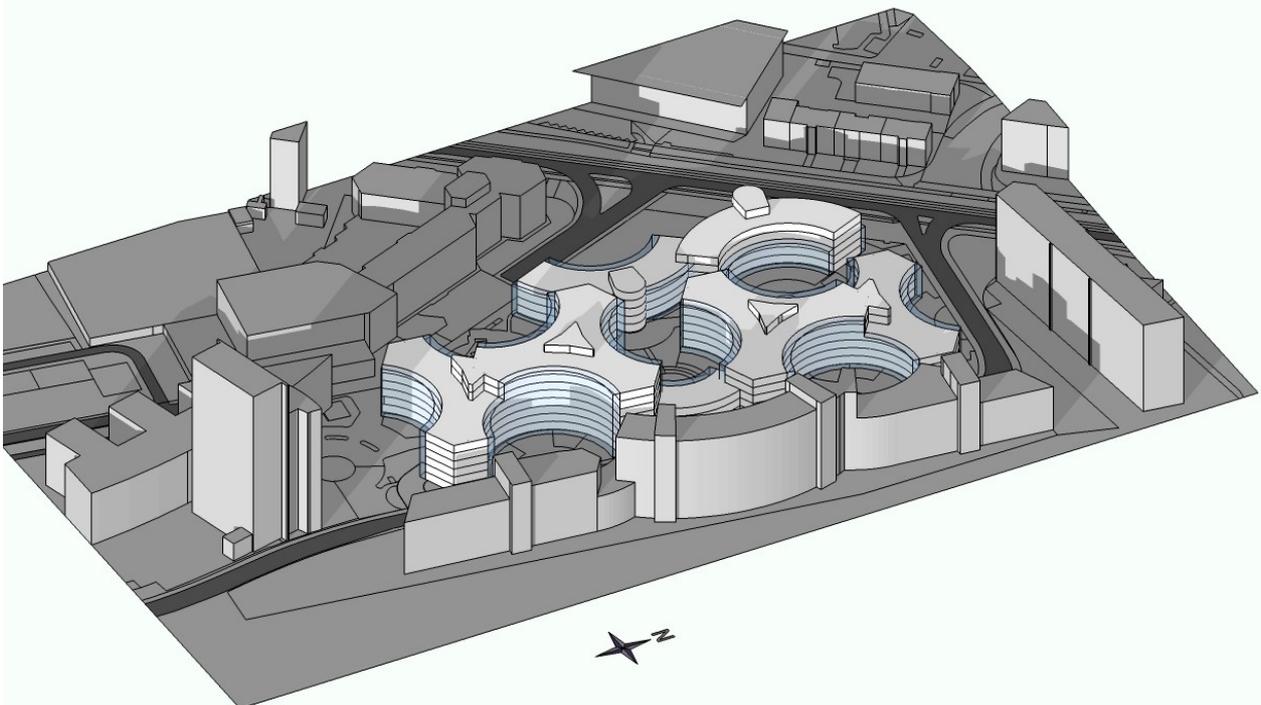
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 17. Januar - 16.00 Uhr



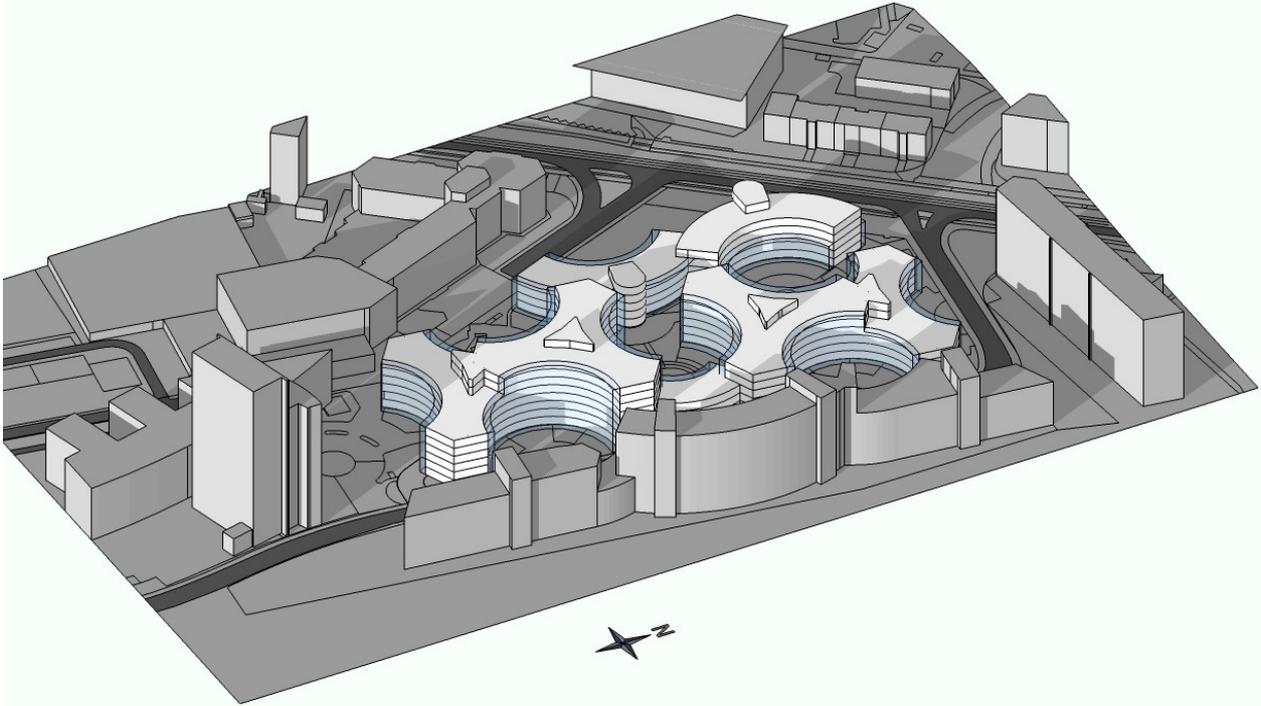
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 9.00 Uhr



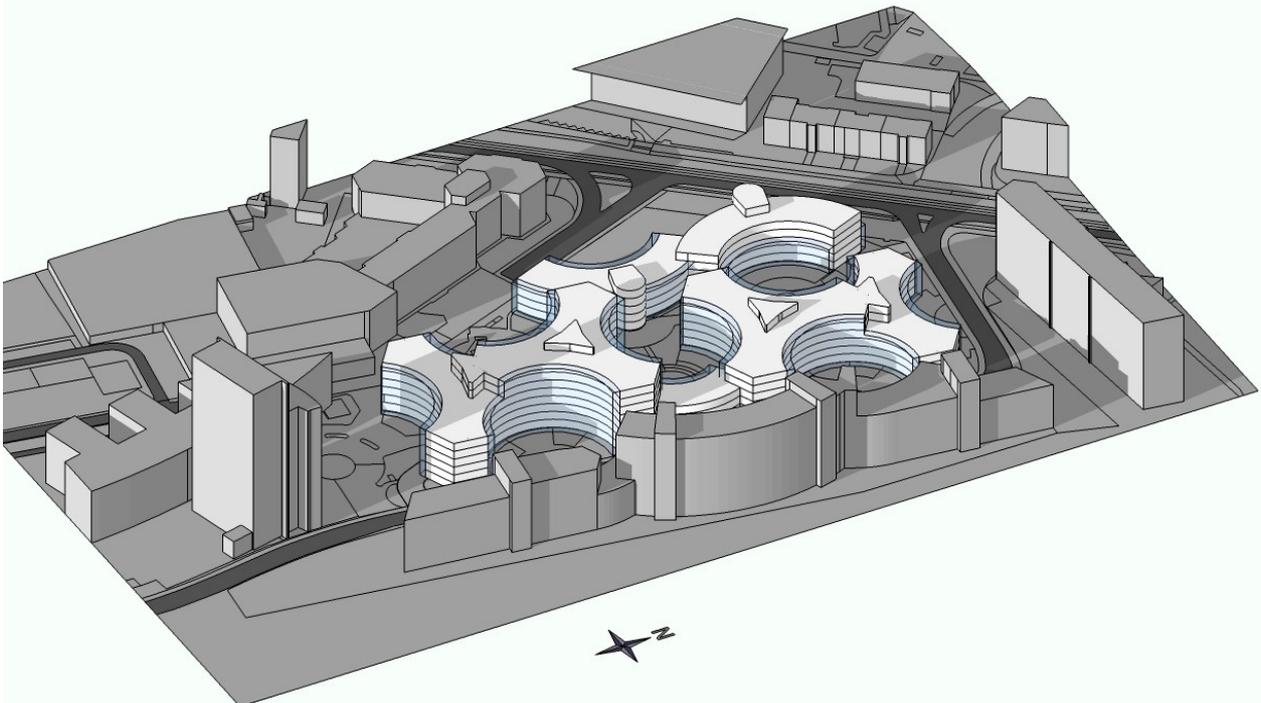
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 10.00 Uhr



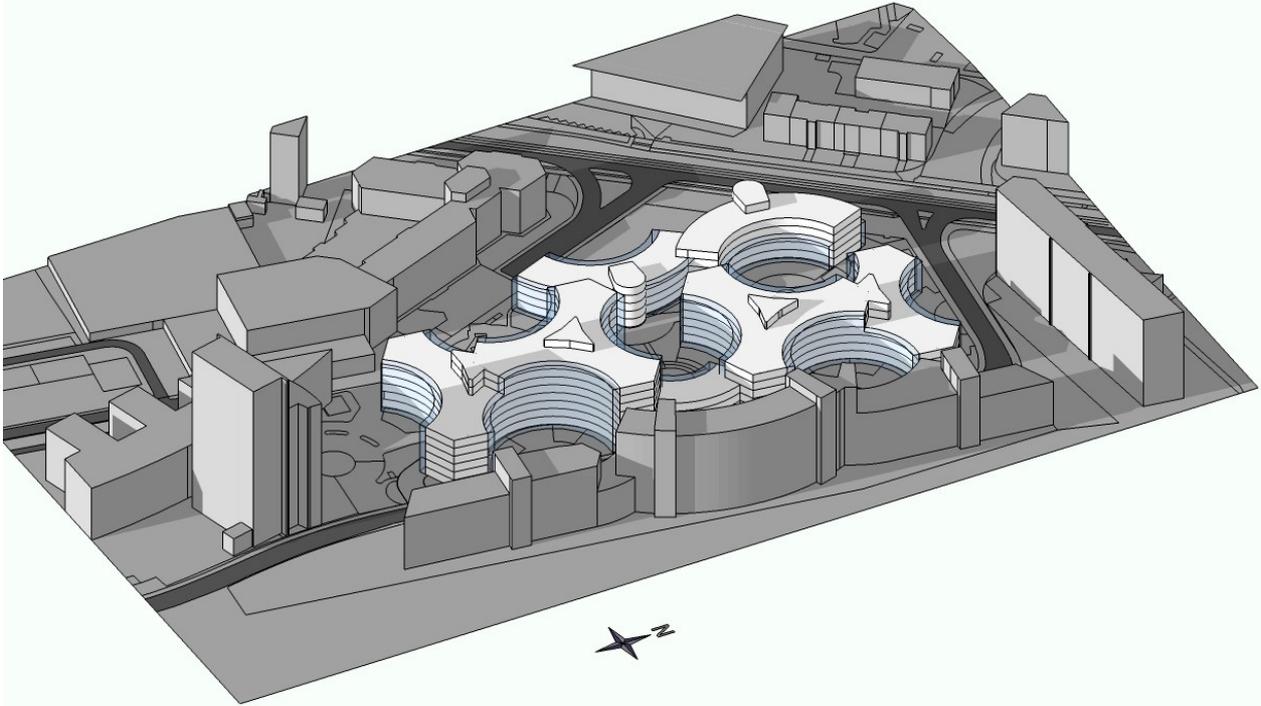
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 11.00 Uhr



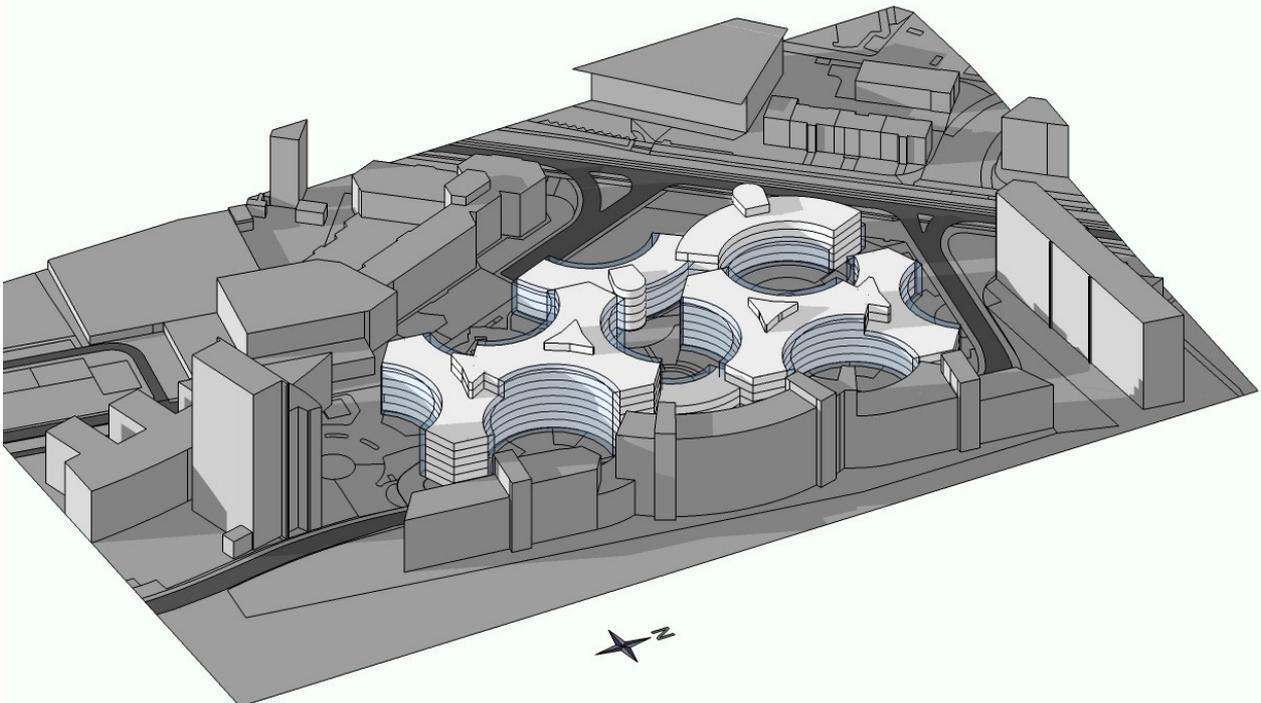
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 12.00 Uhr



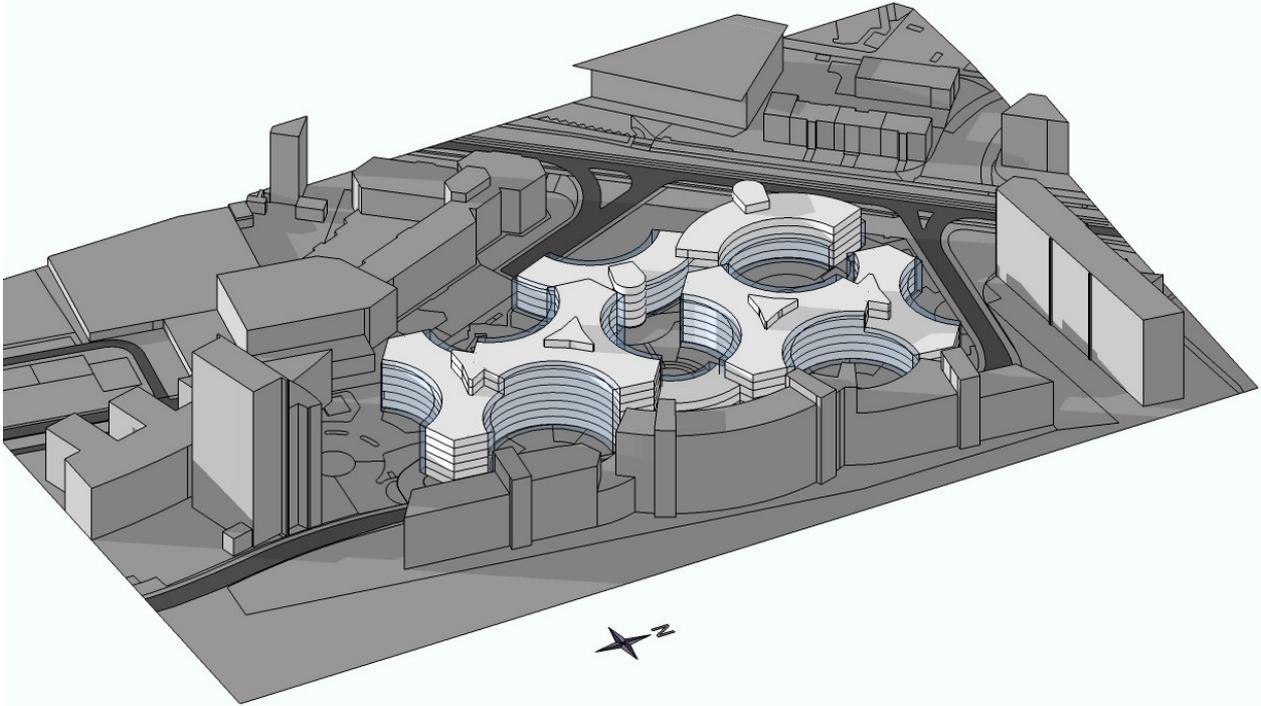
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 13.00 Uhr



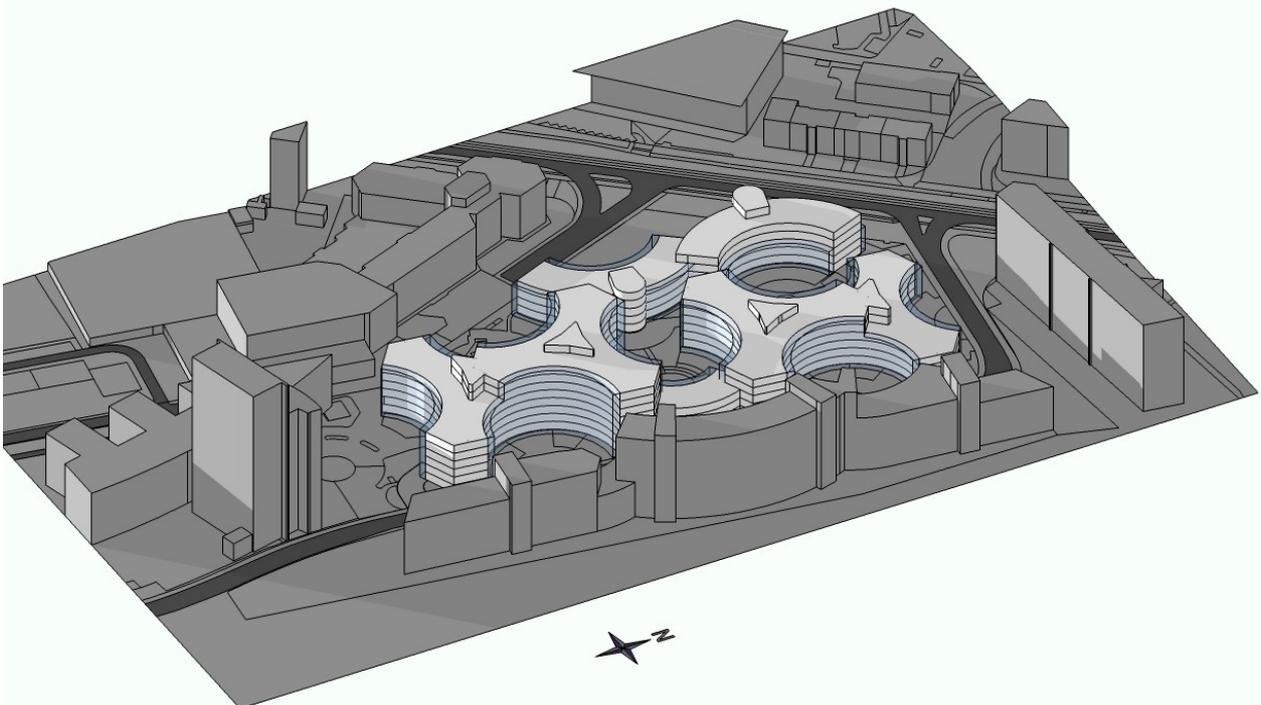
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 14.00 Uhr



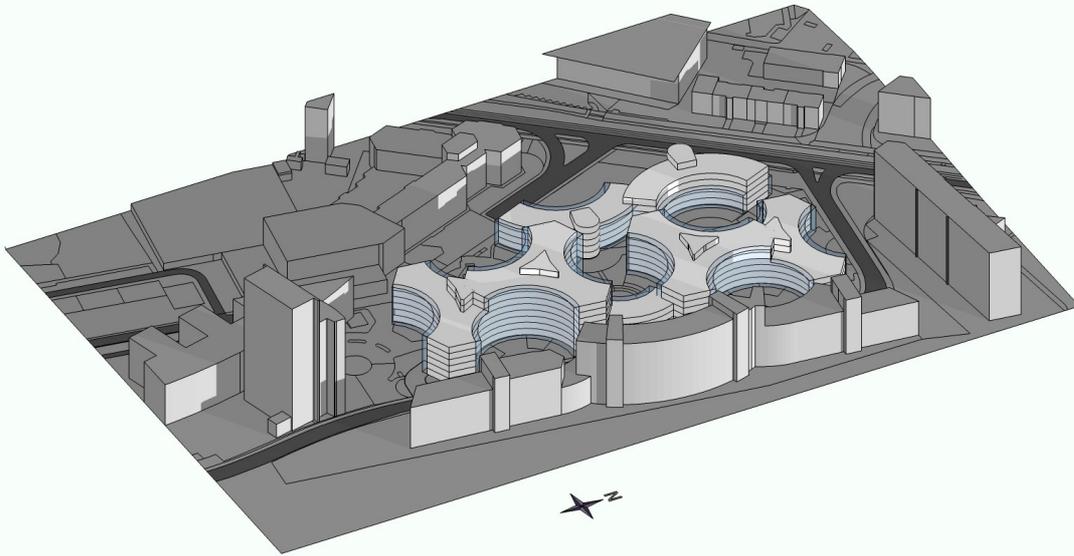
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 15.00 Uhr



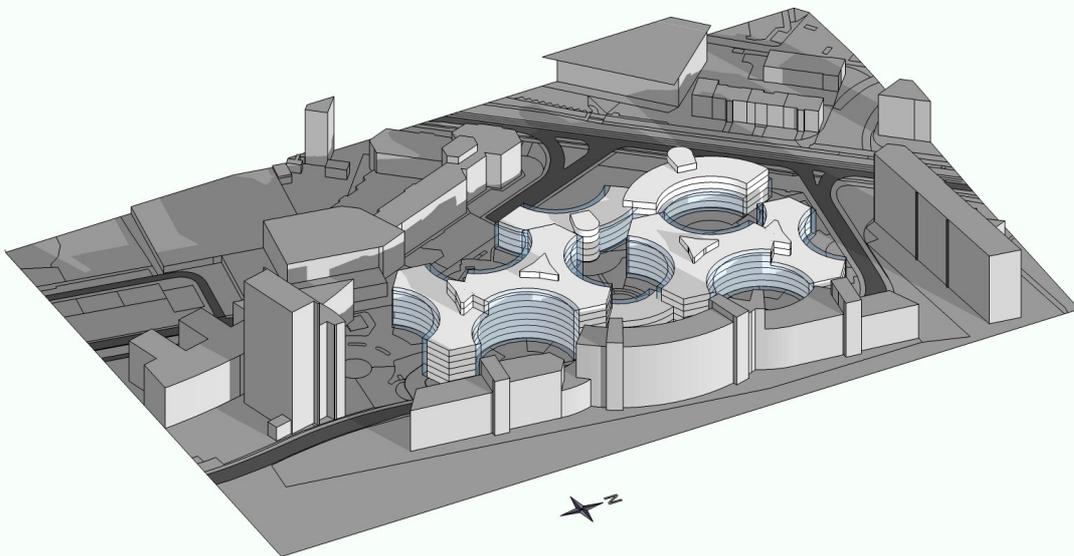
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - Tag- und Nachgleiche - 16.00 Uhr



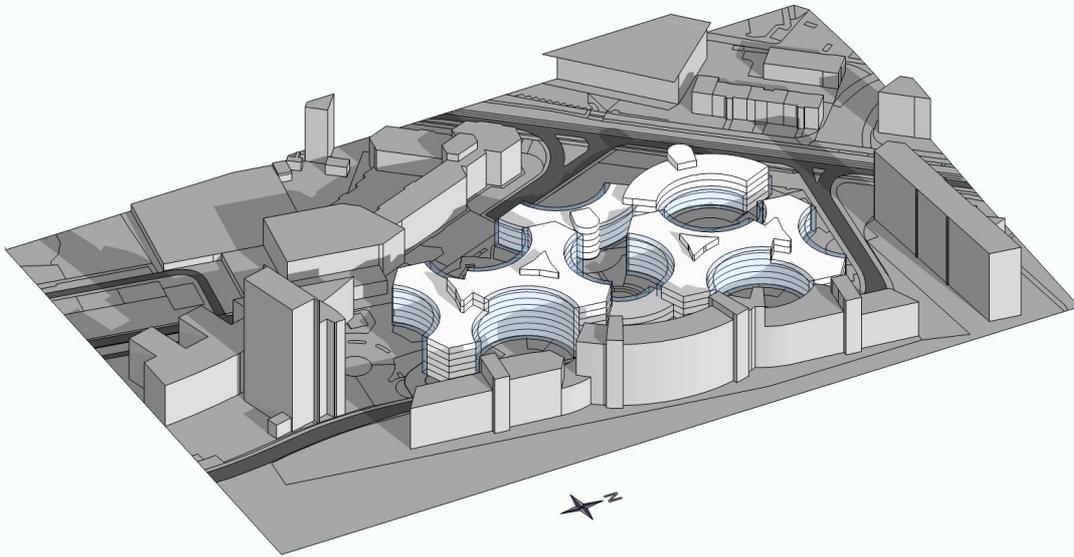
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 5.00 Uhr



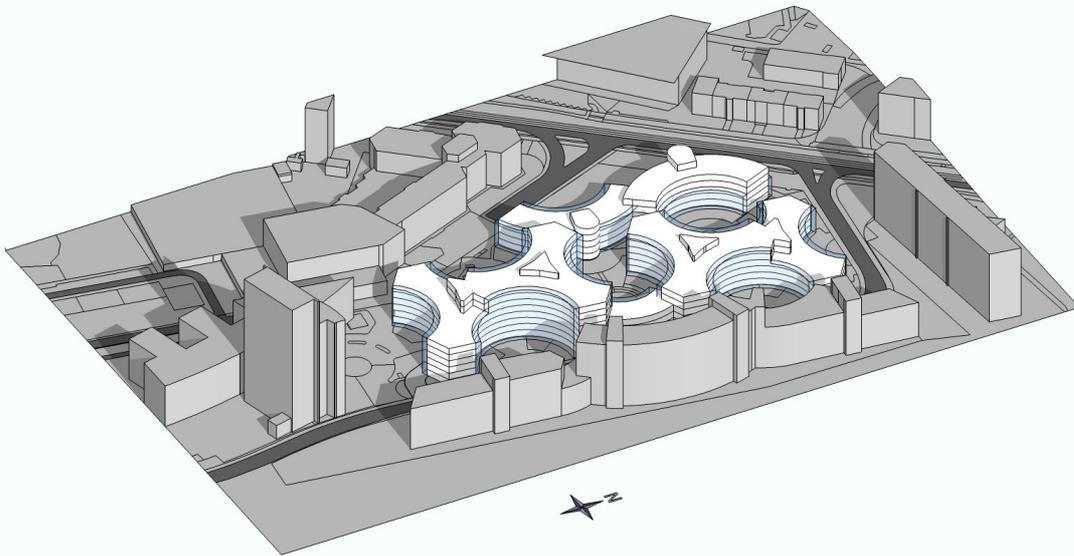
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 6.00 Uhr



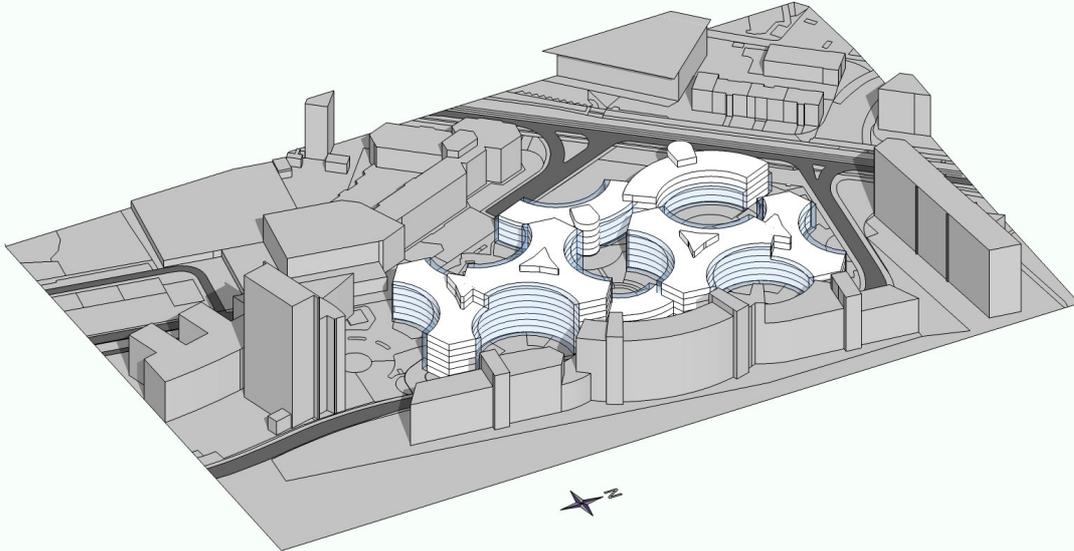
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 7.00 Uhr



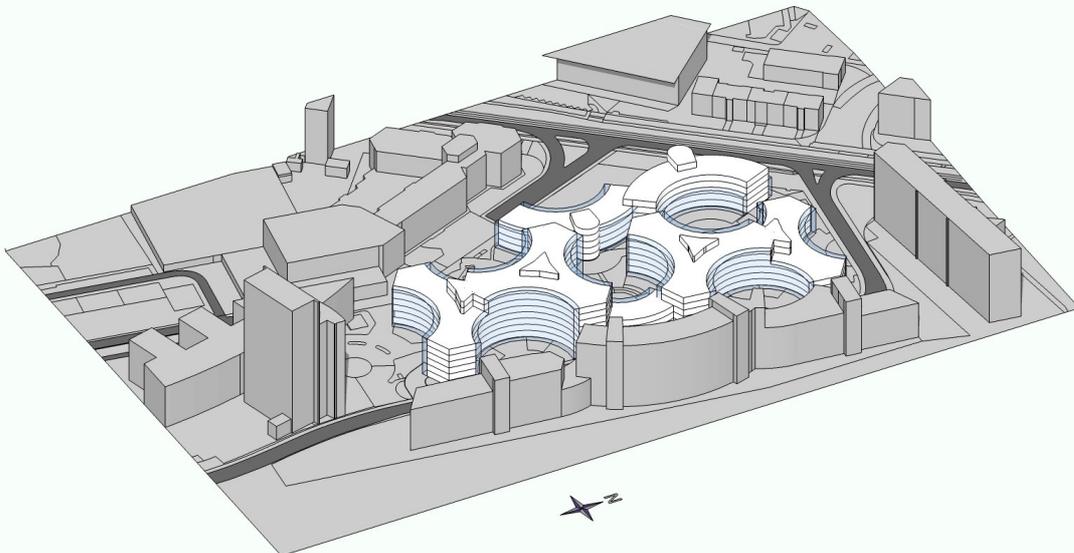
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 8.00 Uhr



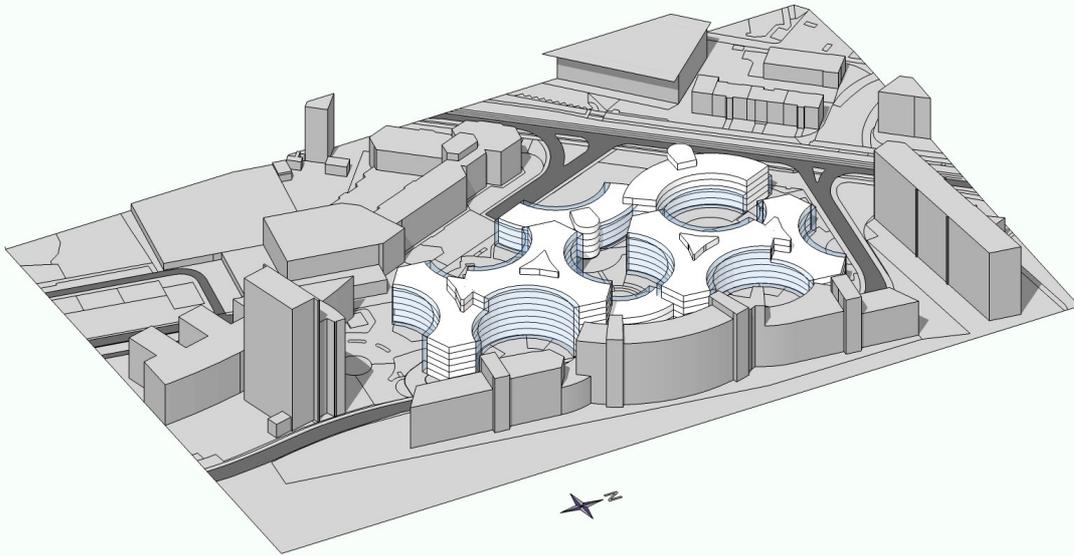
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 9.00 Uhr



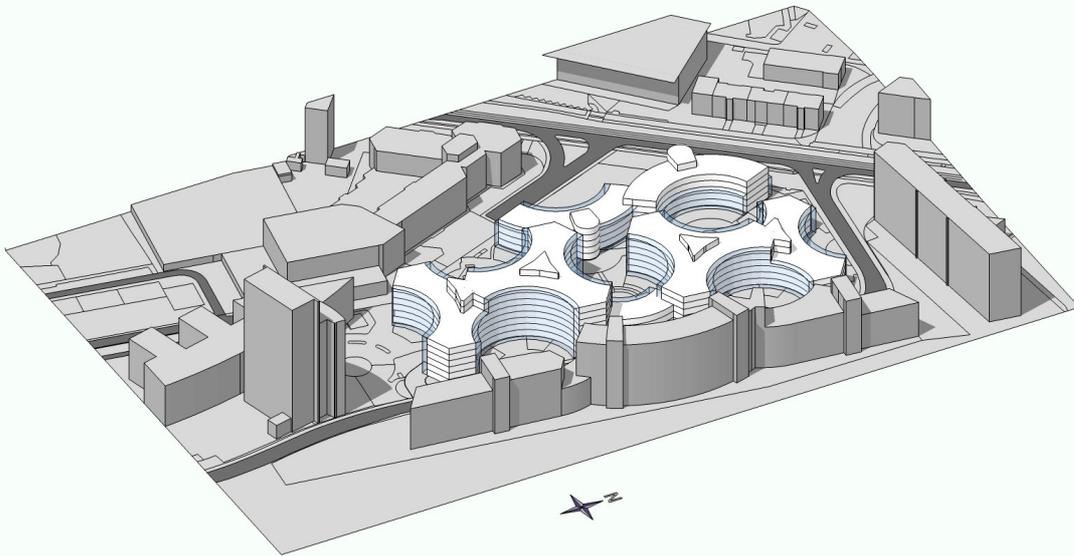
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 10.00 Uhr



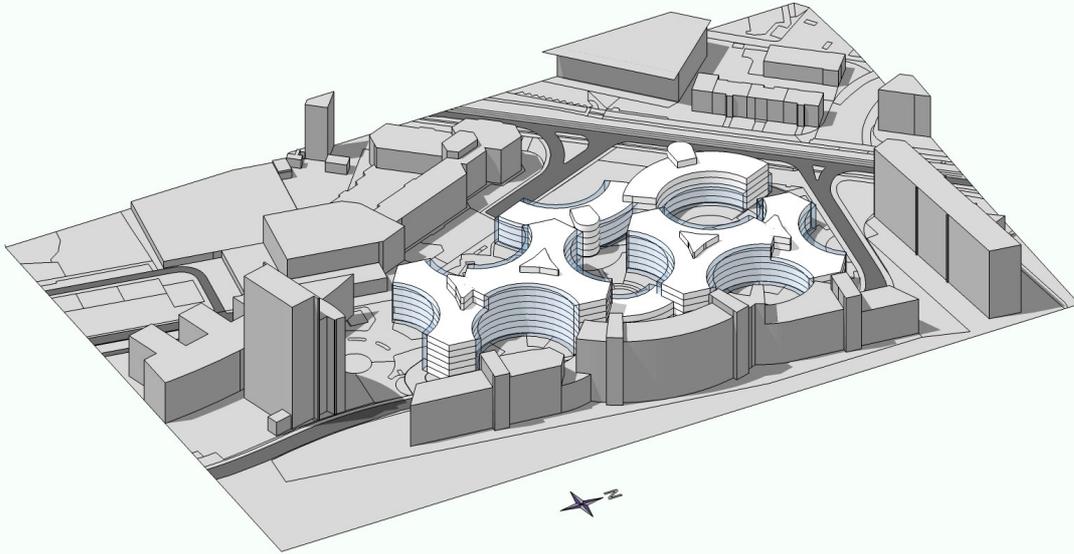
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 11.00 Uhr



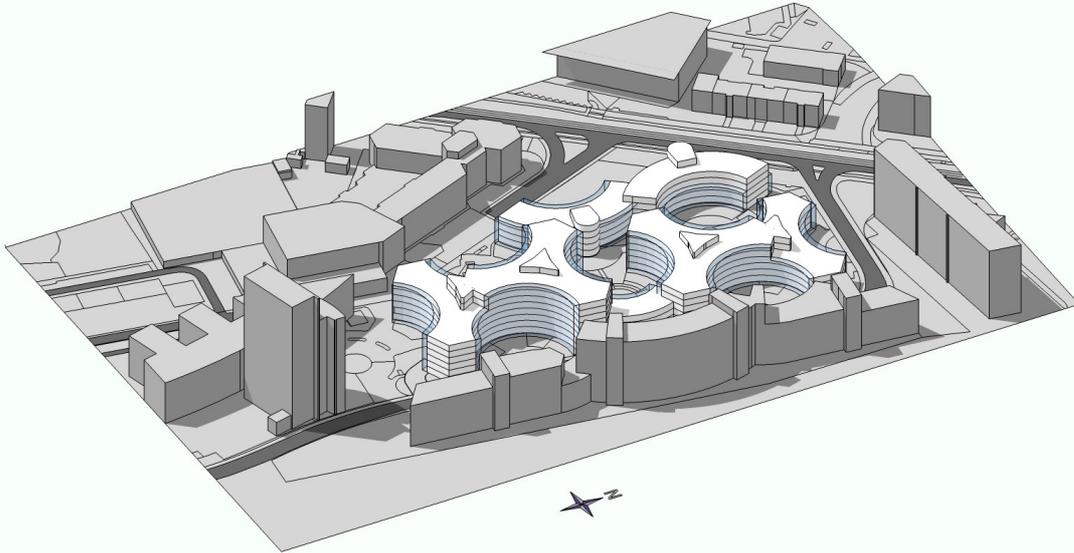
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 12.00 Uhr



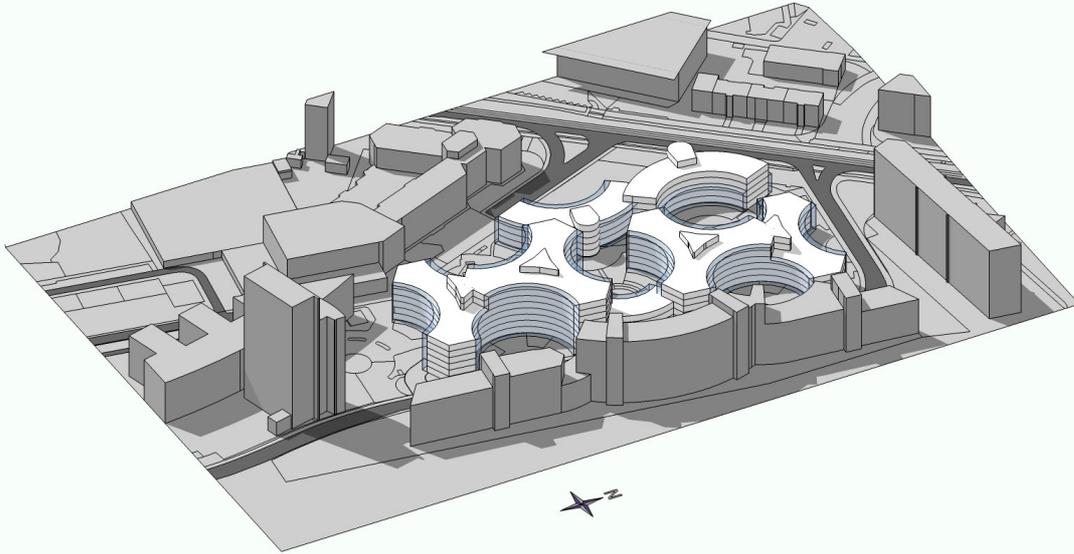
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 13.00 Uhr



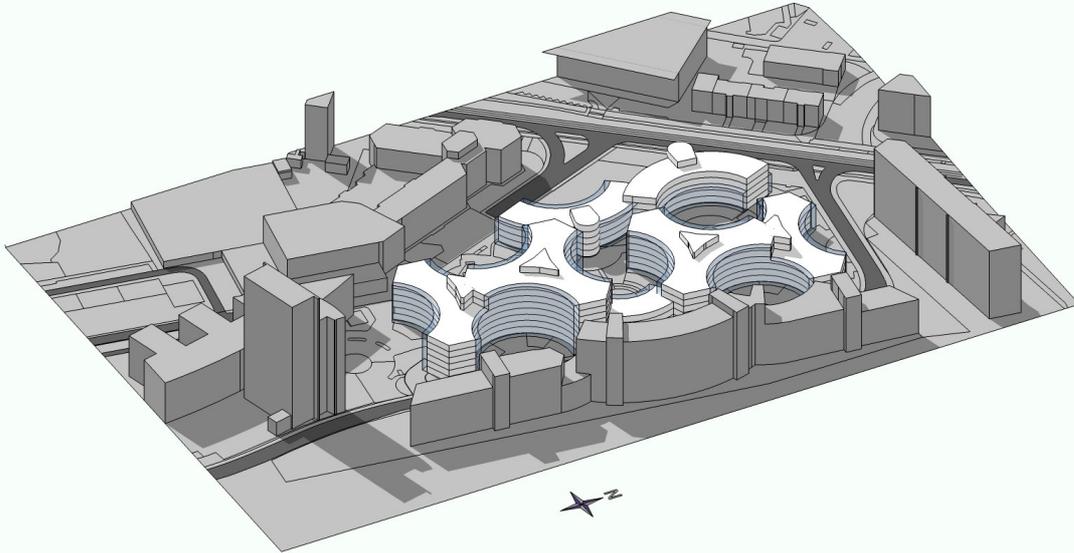
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 14.00 Uhr



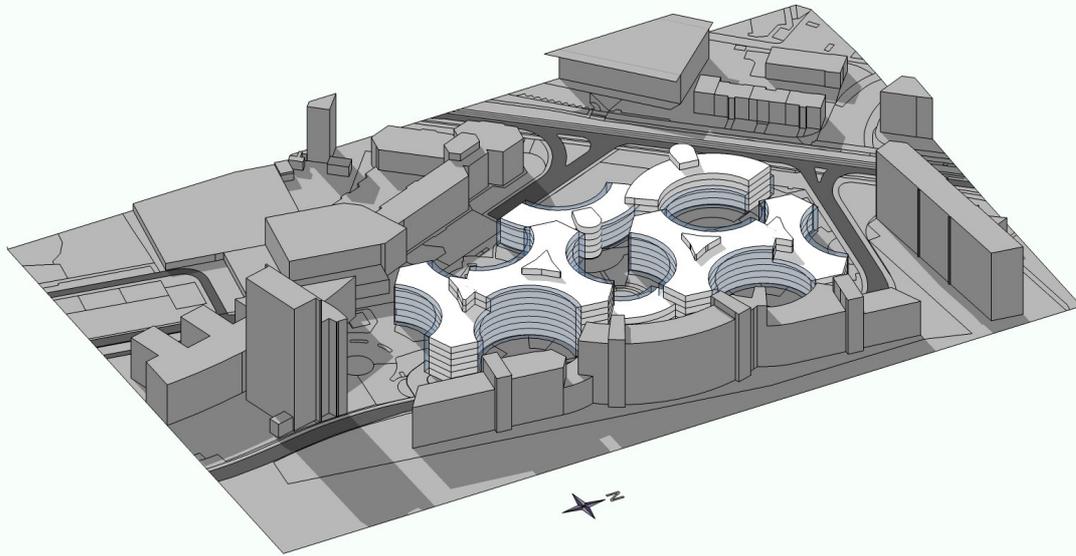
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 15.00 Uhr



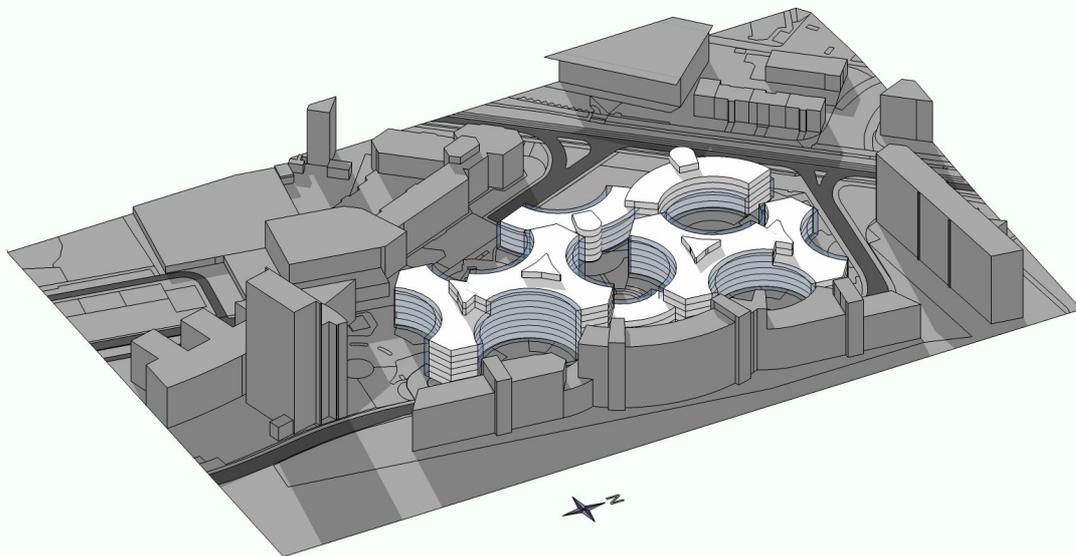
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 16.00 Uhr



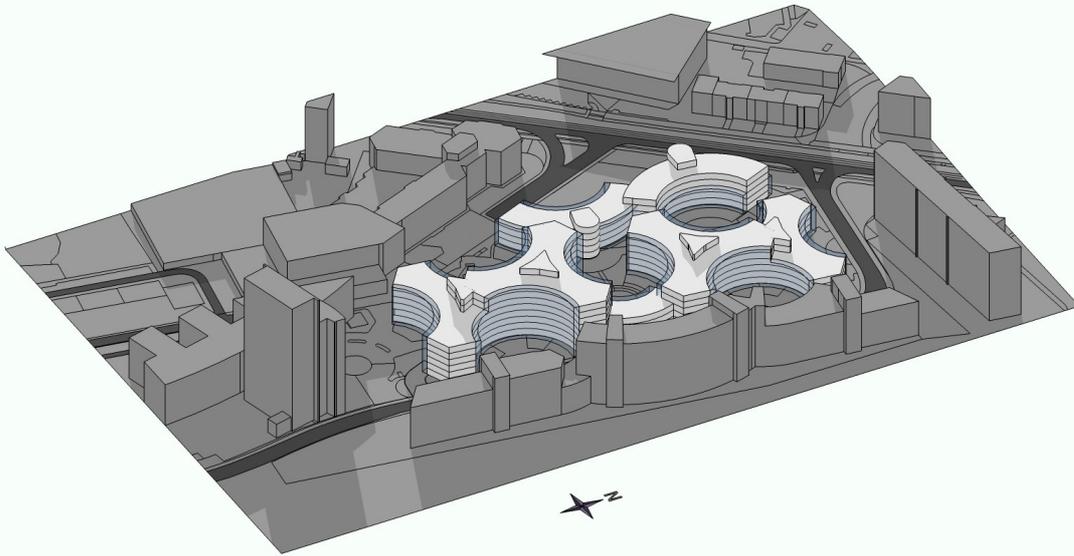
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 17.00 Uhr



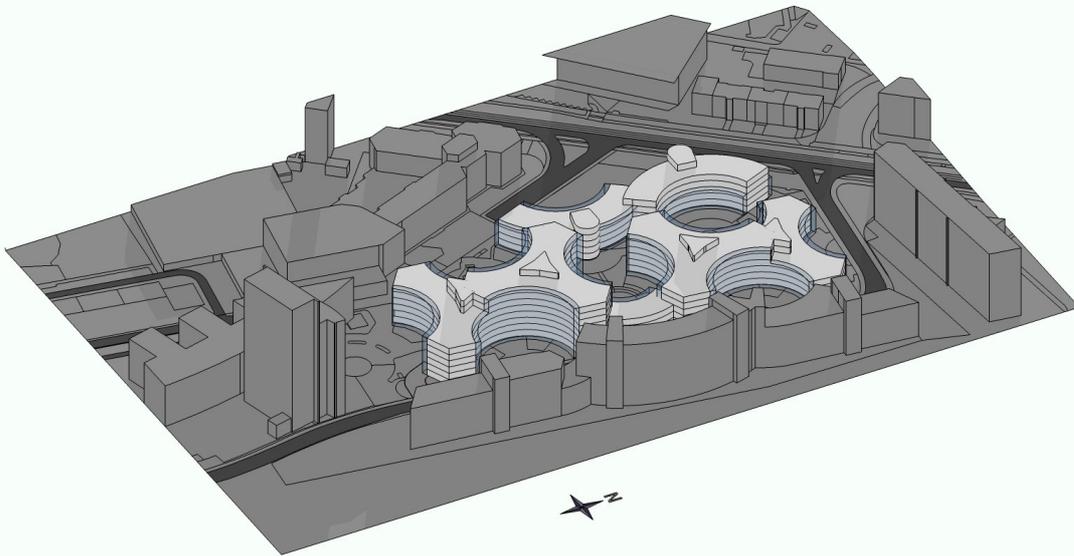
Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 18.00 Uhr



Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 19.00 Uhr

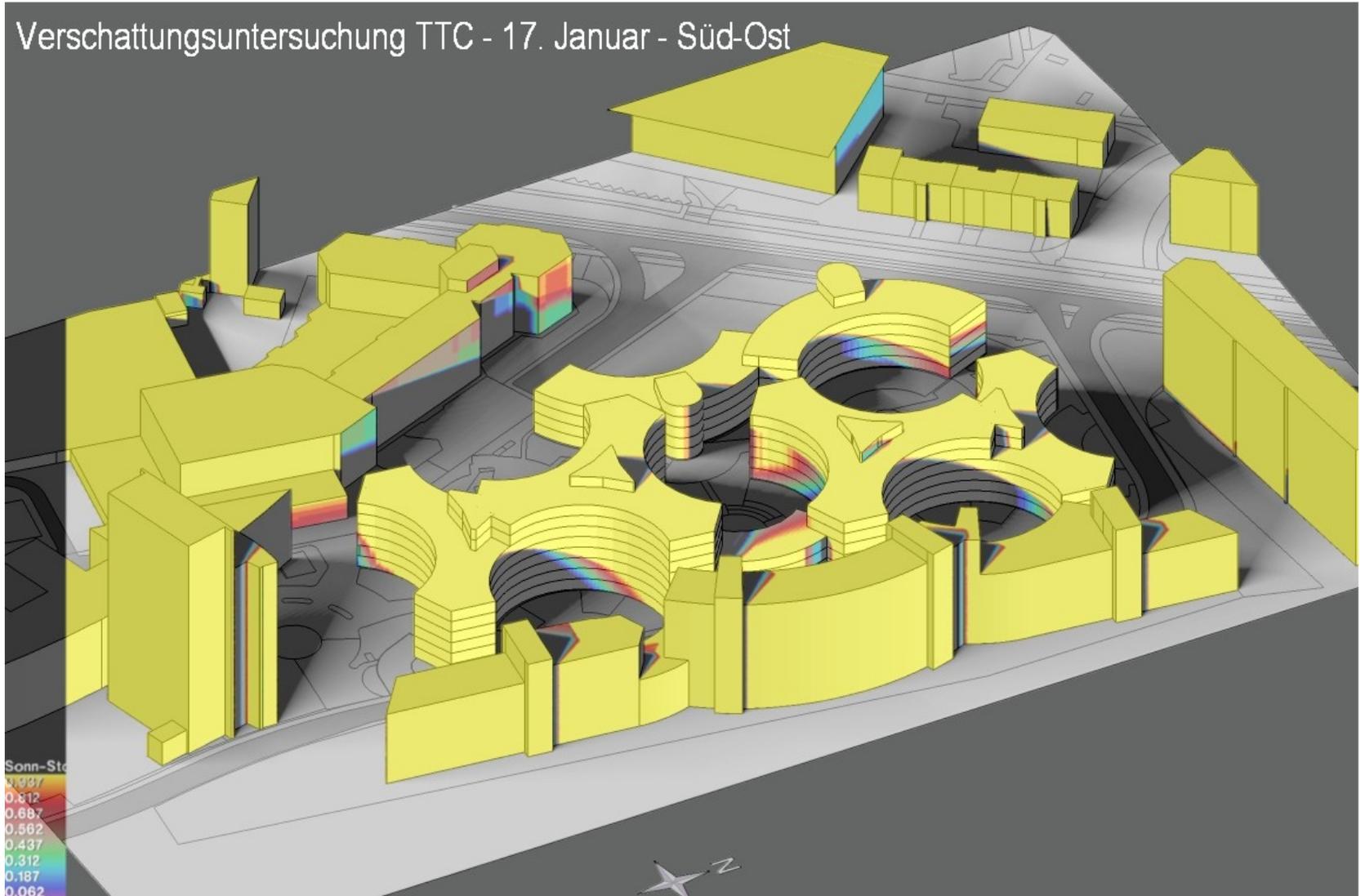


Verschattungsuntersuchung - TTC Düsseldorf - 21. Juni - 20.00 Uhr



Verschattungssimulation – Übersicht 17. Januar
Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

Verschattungsuntersuchung TTC - 17. Januar - Süd-Ost

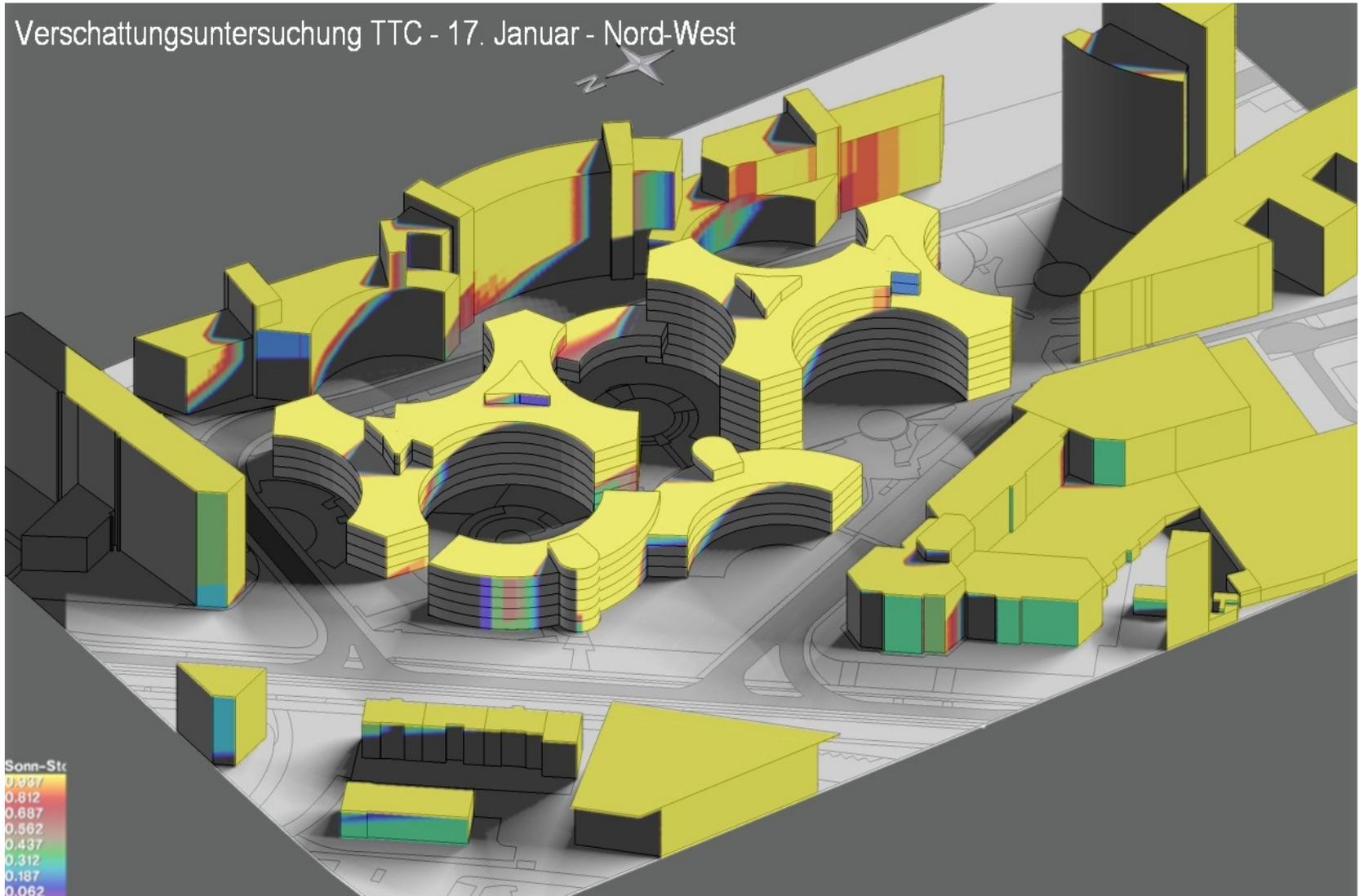


Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 1 Std.
Besonnungszeit pro Tag)

Verschattungssimulation – Übersicht 17. Januar
Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

Verschattungsuntersuchung TTC - 17. Januar - Nord-West

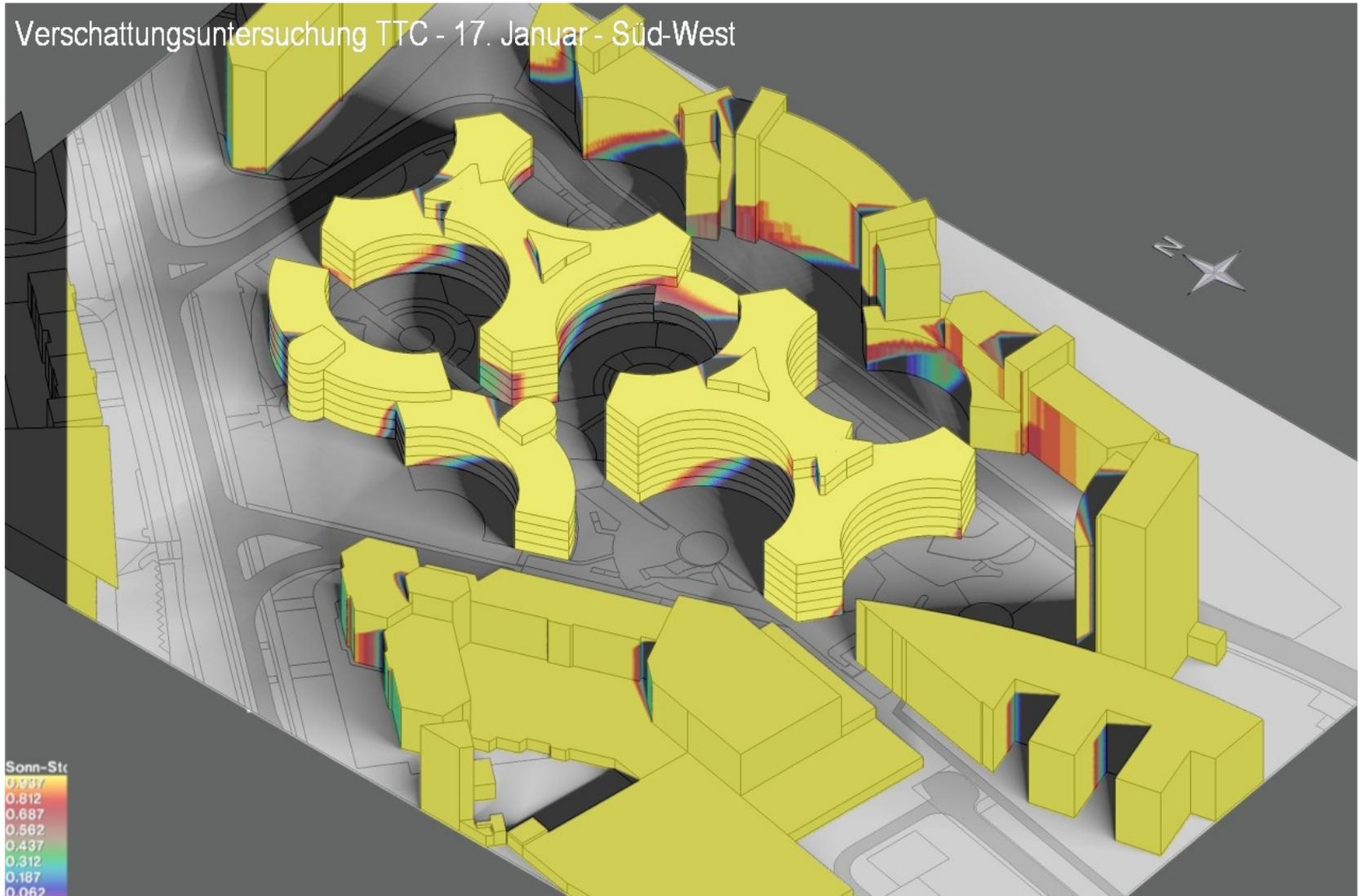


Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 1 Std.
Besonnungszeit pro Tag)

Verschattungssimulation – Übersicht 17. Januar
Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

Verschattungsuntersuchung TTC - 17. Januar - Süd-West

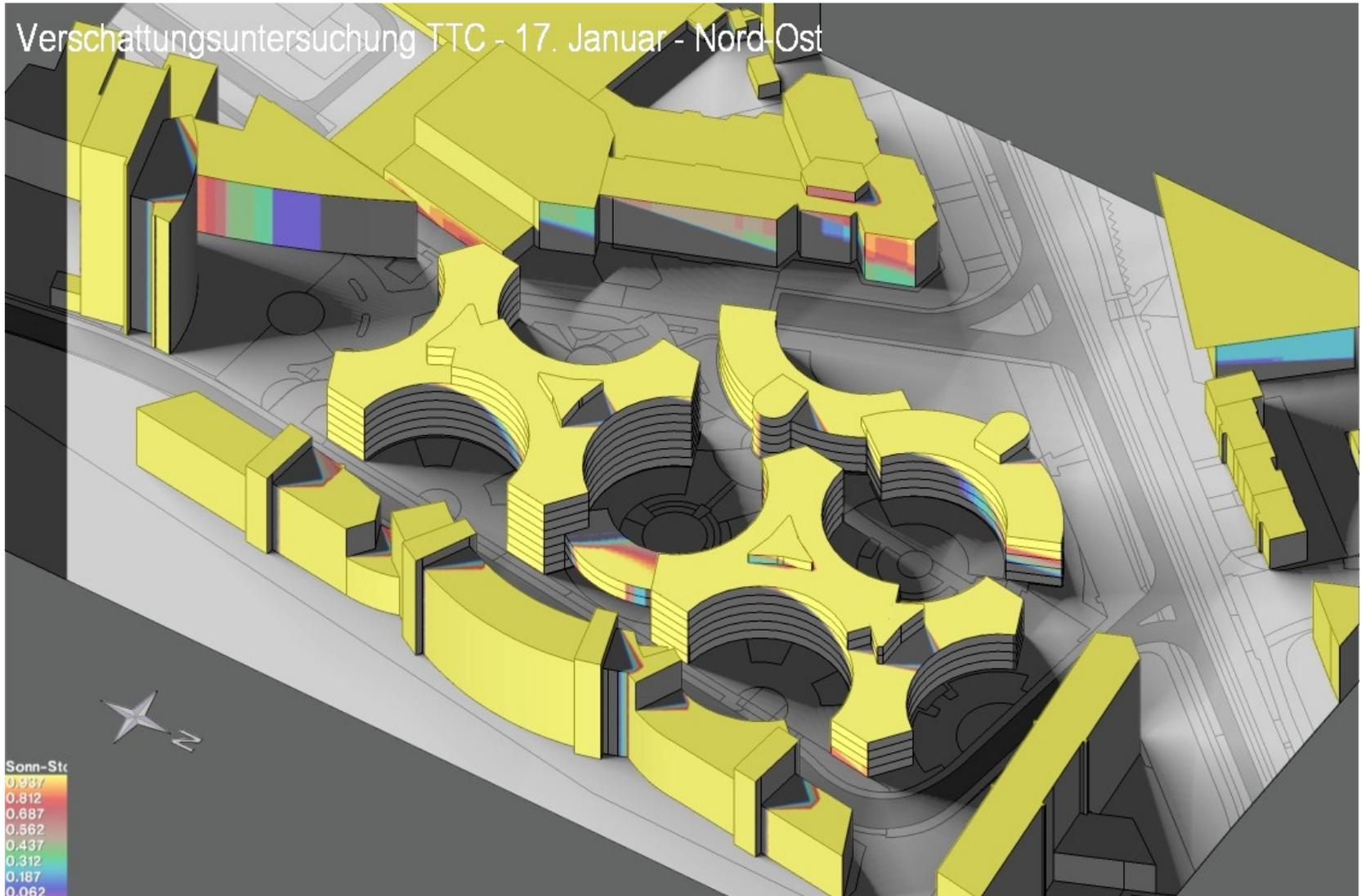


Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 1 Std.
Besonnungszeit pro Tag)

Verschattungssimulation – Übersicht 17. Januar
Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

Verschattungsuntersuchung TTC - 17. Januar - Nord-Ost



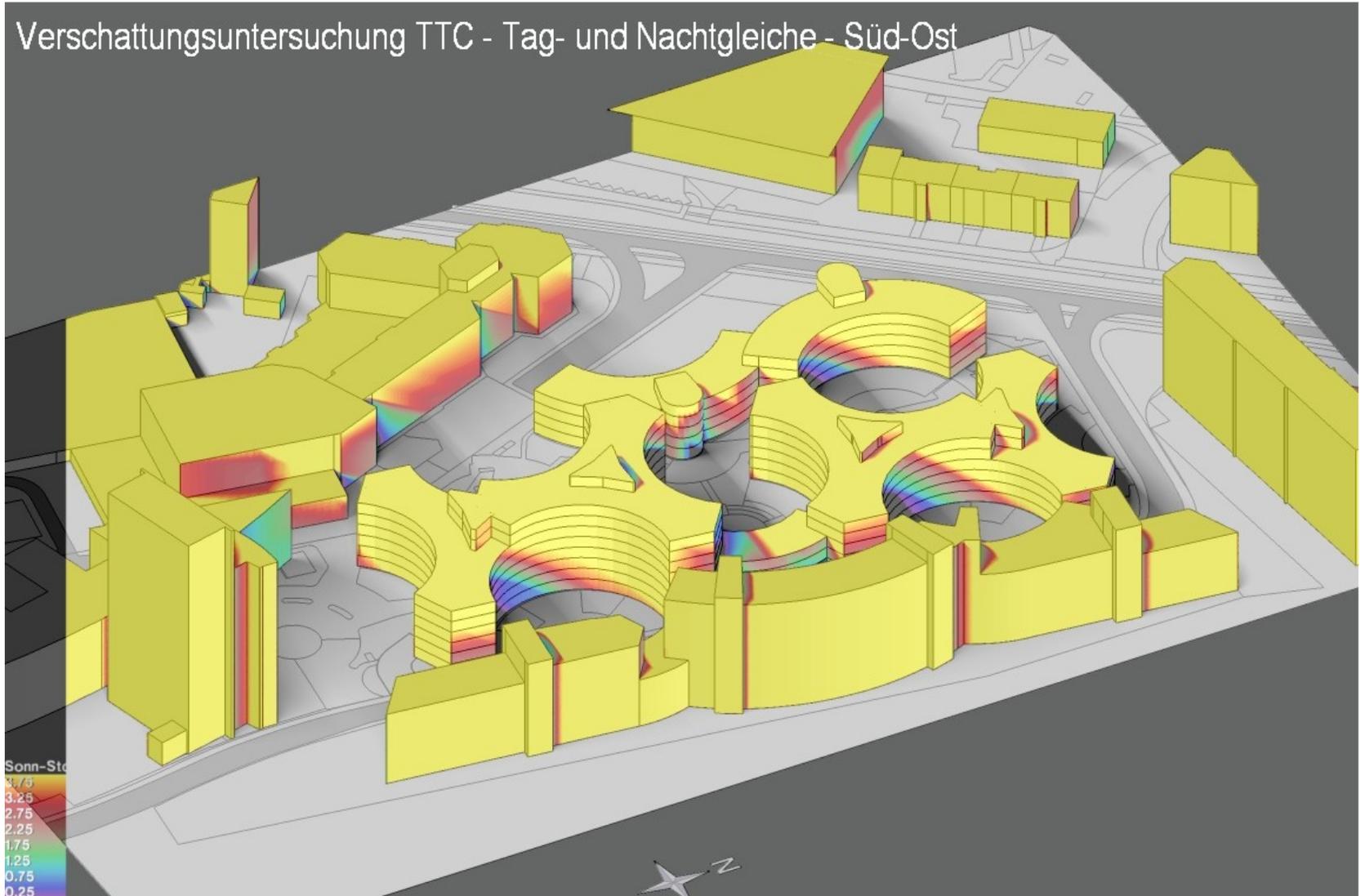
Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 1 Std.
Besonnungszeit pro Tag)

Verschattungssimulation – Übersicht Tag- und Nachtgleiche

Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

Verschattungsuntersuchung TTC - Tag- und Nachtgleiche - Süd-Ost

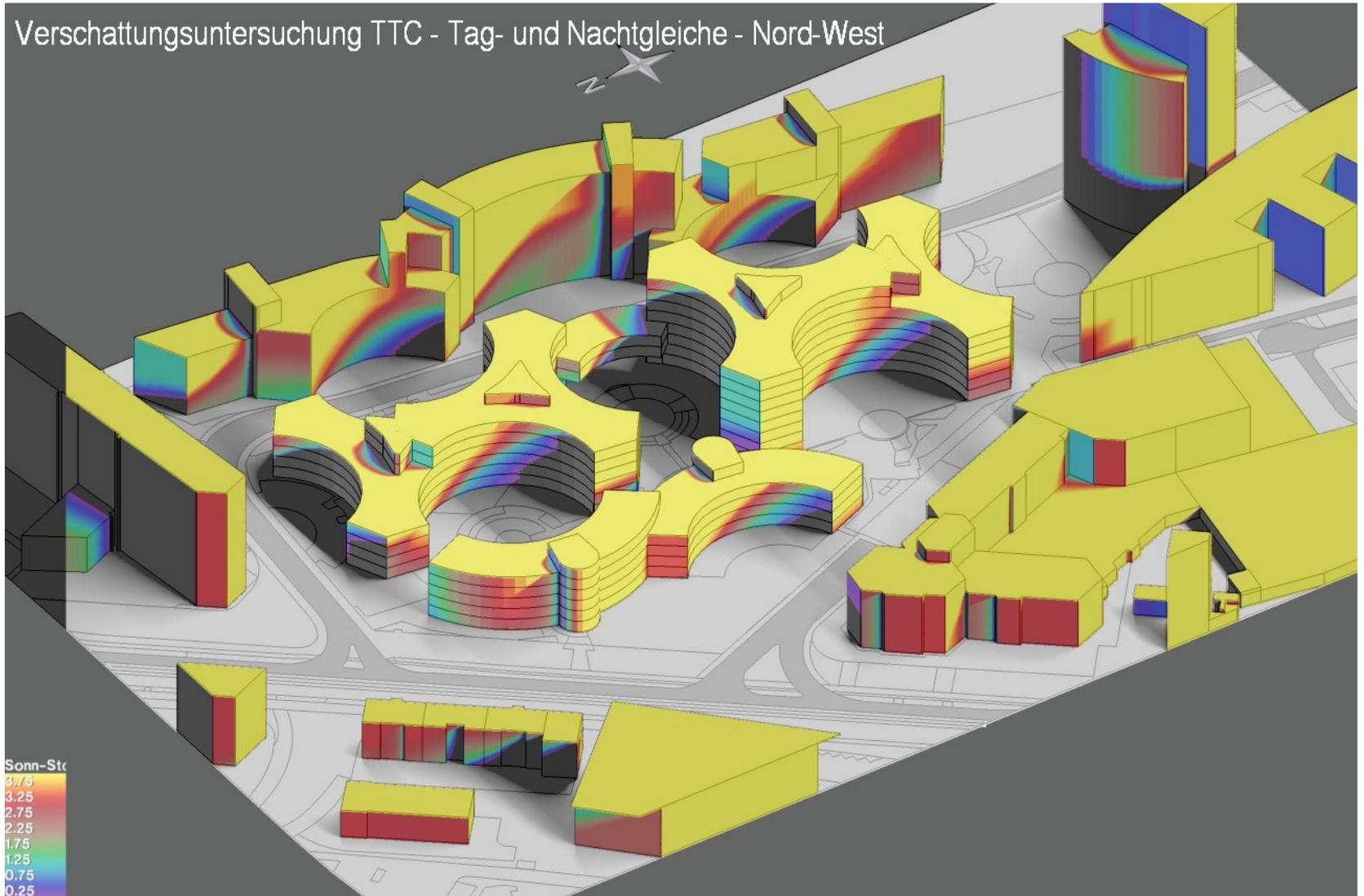


Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 4 Std.
Besonnungszeit pro Tag)



Verschattungsuntersuchung TTC - Tag- und Nachtgleiche - Nord-West



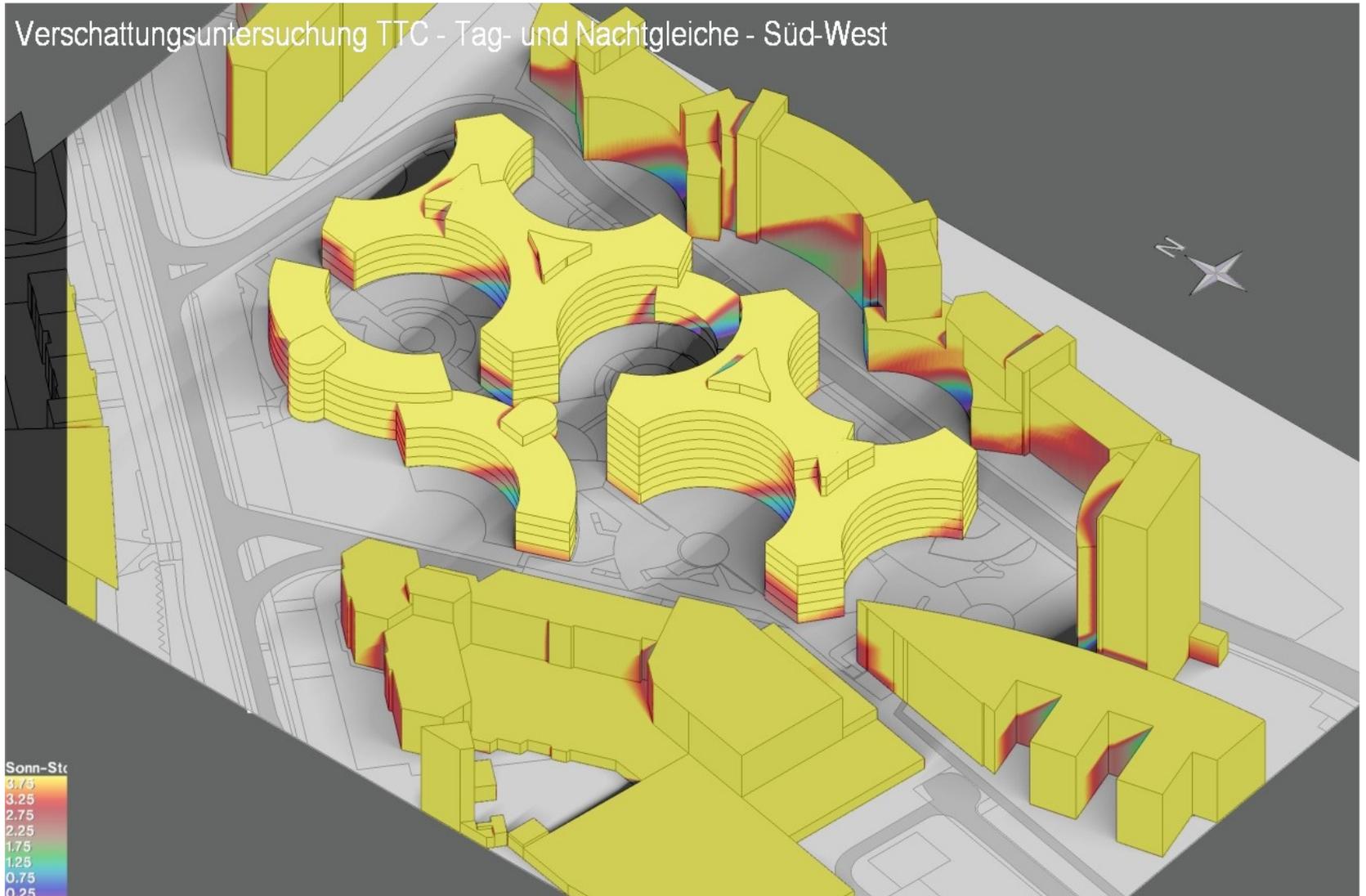
Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 4 Std.
Besonnungszeit pro Tag)

Verschattungssimulation – Übersicht Tag- und Nachtgleiche

Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

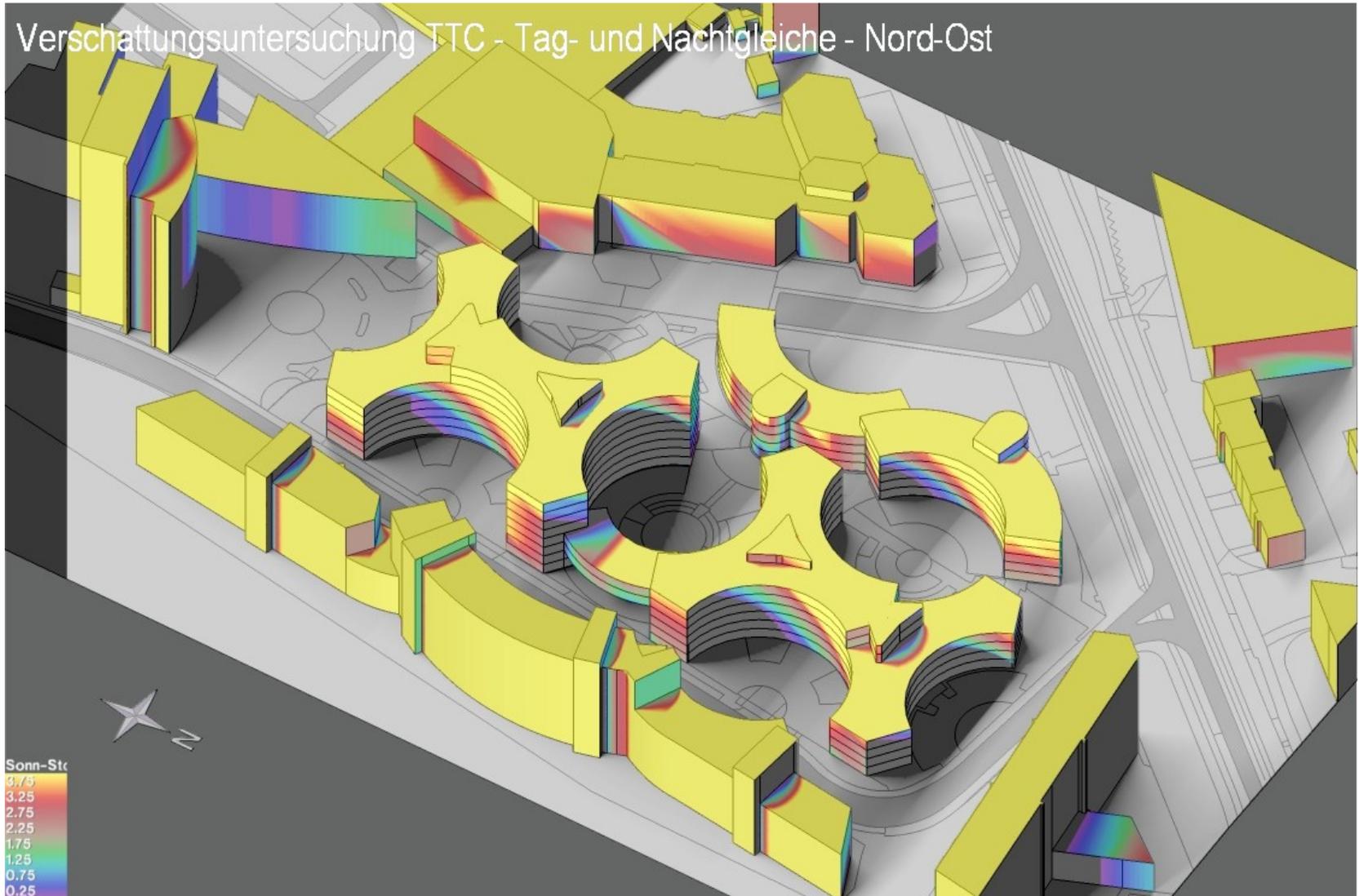
Verschattungsuntersuchung TTC - Tag- und Nachtgleiche - Süd-West



Verschattungssimulation – Übersicht Tag- und Nachtgleiche

Interpolierte Tagesverschattung und Fehlfarbendarstellung

Verschattungsuntersuchung TTC - Tag- und Nachtgleiche - Nord-Ost



Verschattungsdarstellung
mit interpoliertem
Schattenwurf in
Fehlfarbendarstellung

(alle Flächen in Gelb erfüllen
das Kriterium von min. 4 Std.
Besonnungszeit pro Tag)

