

Gutachten Verschattung, Besonnung und solare Einstrahlung

Mit Herzog de Meuron Architekten
und bgsm Architekten Stadtplaner
Für die Büschl Unternehmensgruppe

Transsolar Energietechnik GmbH



1. Verschattung-Besonnung – Zusammenfassung	(Seite 4)
2. Verschattung	
Einführung	(Seite 5)
- Stündliche Verschattung - 21. März	(Seiten 6-18)
- Schatten zu kritischen Zeiten	(Seiten 19-21)
- Stündliche Verschattung - 21. Juni	(Seiten 22-38)
- Schatten zu kritischen Zeiten	(Seiten 39-41)
- Stündliche Verschattung - 21. Dezember	(Seiten 42-50)
- Schatten zu kritischen Zeiten	(Seiten 51-53)
3. Besonnung	
Einführung	(Seite 54)
- 21. März	(Seite 55)
- 21. Juni	(Seite 56)
- 21. Dezember	(Seite 57)
4. Verschattung-Besonnung Übersicht	(Seite 58)
5. Solare Einstrahlung - Zusammenfassung	(Seite 59)
6. Analyse der solaren Einstrahlung	
- Wetterdaten Analyse	(Seite 61)
- Randbedingungen	(Seiten 62-63)
Ergebnisse:	
- Paketposthalle	(Seiten 64-66)
- Dächer Neue Gebäude	(Seite 67)
- Hochhäuser	(Seite 68)
- PV-Potential, Belegungsflächen und CO2 Einsparpotenzial.....	(Seite 69-75)
- Dächer Kontextgebäude	(Seite 76)
- PV-Anlagen Kontextgebäude	(Seiten 77-80)
7. Solare Einstrahlung Übersicht	(Seite 81)

Verschattung-Besonnung

Verschattung-Besonnung

Zusammenfassung



Die Büschl Unternehmensgruppe plant die Errichtung eines neuen Stadtbausteins «Paketpostareal» im direkten Umgriff der denkmalgeschützten Paketposthalle im Münchener Westen. Das Areal soll mit einer blockartigen «Teppichbebauung», sowie mehreren Hochpunkten und mit einer starken Nutzungsdurchmischung entwickelt werden.

Die folgenden Studien konzentrieren sich auf zwei unterschiedliche städtebauliche Lösungen: den bestehenden, rechtsgültigen Bebauungsplan Nr. 1926a, fortan als "B-Plan 1926a" bezeichnet, und den neuen Entwicklungsplan, vorgelegt von Herzog de Meuron Architekten, im Folgenden als "B-Plan Verfahren 2147" bezeichnet. Dieser letztere Plan beinhaltet den Bau von zwei Hochhäusern, ein Merkmal, das die Einstrahlung von direktem Sonnenlicht in den umliegenden Stadtteilen verändern könnte.

Es ist das primäre Ziel dieser Untersuchung, die Auswirkungen der beiden vorgeschlagenen städtebaulichen Entwicklungspläne auf die Sonneneinstrahlung in den betroffenen Gebieten zu bewerten. Genauer gesagt, zielen die Berechnungen darauf ab, den Schatteneffekt zu bewerten, der durch die neuen Strukturen entsteht, und die Stunden der Sonneneinstrahlung in den Nachbarschaften rund um die vorgeschlagenen Entwicklungen zu quantifizieren.

Der Fokus liegt hierbei bei den Außenräumen und der Qualität der Stadträume. Die Mindestbesonnung von Wohn- und Aufenthaltsräumen nach DIN EN 17037 wird in diesem Bericht nicht betrachtet.

Verschattung

Einführung



Die erste durchgeführte Studie ist eine detaillierte Schattenanalyse, die darauf abzielt, die Auswirkungen der Neubauten im "B-Plan 1926a" und "B-Plan Verfahren 2147" auf die Sonneneinstrahlung der umliegenden Wohngebiete und neu vorgeschlagenen öffentlichen Freiräume zu bewerten.

Diese Studie wurde an drei spezifischen Tagen des Jahres durchgeführt:

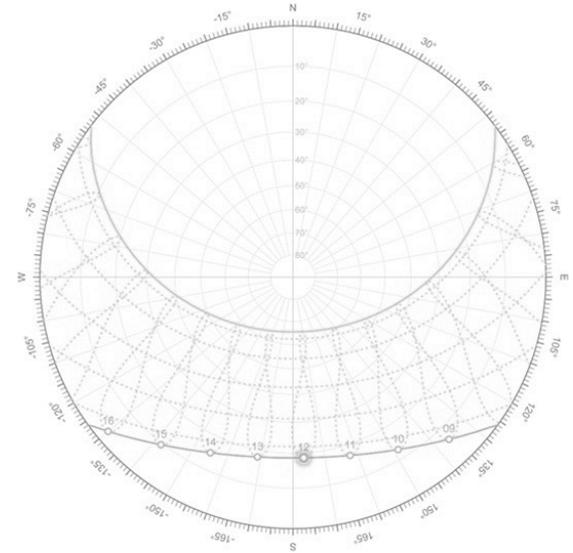
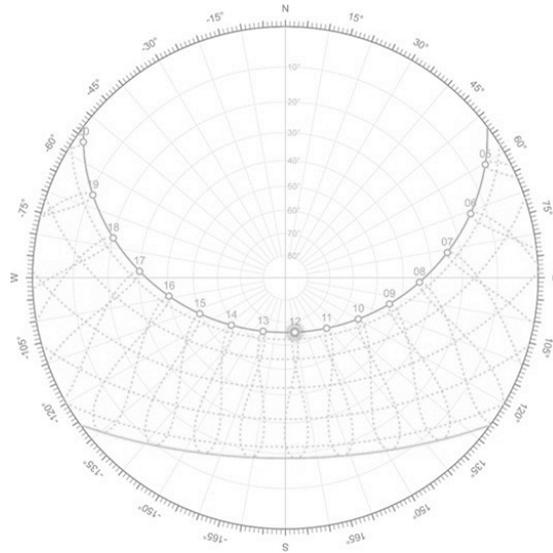
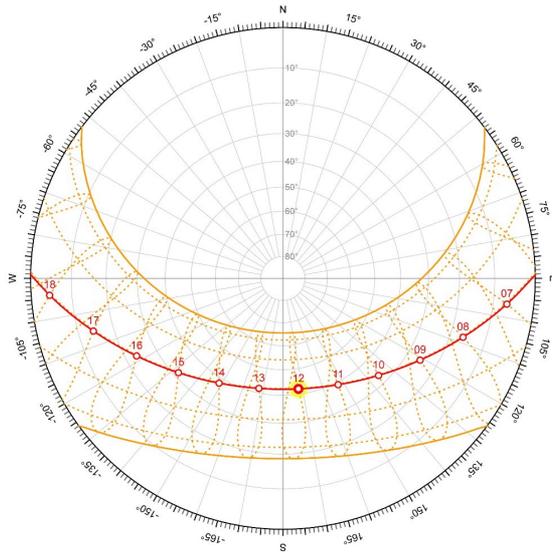
- Der 21. März der Frühlingsäquinox und gleichzeitig repräsentativ für den Herbstäquinox - Tag-Nacht-Gleiche entspricht dem durchschnittlichen Sonnenstand an dem untersuchten Standort
- Der 21. Juni, der Sommersonnenwende - Längster Tag im Jahr mit längster möglicher Besonnungsdauer und höchstem Sonnenstand
- Der 21. Dezember, die Wintersonnenwende - Kürzester Tag im Jahr mit kürzester Besonnungsdauer und dem niedrigsten Sonnenstand.

Die Analyse zeigt den stündlichen Schattenwurf, der von bestehenden und vorgeschlagenen Gebäuden für beide Stadtentwicklungspläne geworfen wird. Gelb bedeutet dabei 'Unverschattet' für die besonnten Bereiche; grau 'Verschattet durch bestehenden Kontext' für Bereiche, die von bestehenden Gebäuden verschattet werden; und blau 'Verschattet durch neue Gebäude' für Bereiche, die von den neu geplanten, momentan nicht existenten Gebäuden verschattet werden. Besondere Aufmerksamkeit sollte den blauen Bereichen gewidmet werden, da diese den geänderten Schattenwurf repräsentieren, die von den vorgeschlagenen Gebäuden erzeugt werden, und daher entscheidend für die Bewertung der potenziellen Auswirkungen jedes Entwicklungsplans auf das bestehende städtische Gefüge sind.

Zusätzlich zur stündlichen Schattenstudie wurden die ausschließlich von den Türmen geworfenen Schatten für drei kritische Stunden, die den frühen Morgen, Mittag und späten Abend repräsentieren, weiter analysiert. Dies geschieht, um zu bewerten, wie weit diese Schatten in den angrenzenden bebauten Kontext des Stadtraumes ragen.

Verschattung

Tag-Nacht-Gleiche (21.März / 12 Sonnenstunden / 7:00 – 18:00)

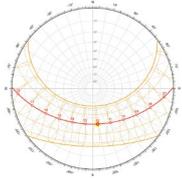


Verschattung

Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



07:00 Uhr

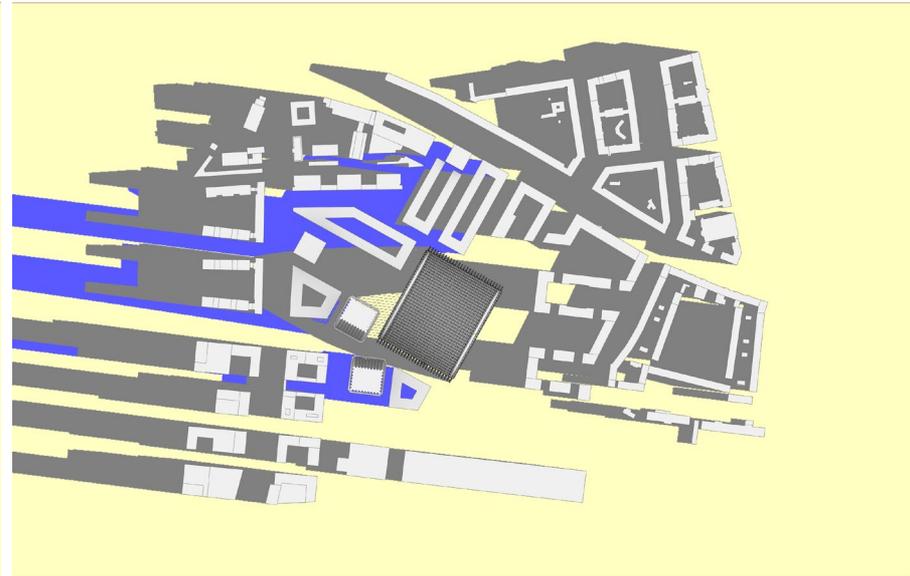


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

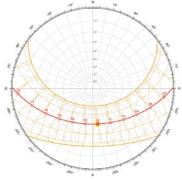
Unverschattet

Verschattung

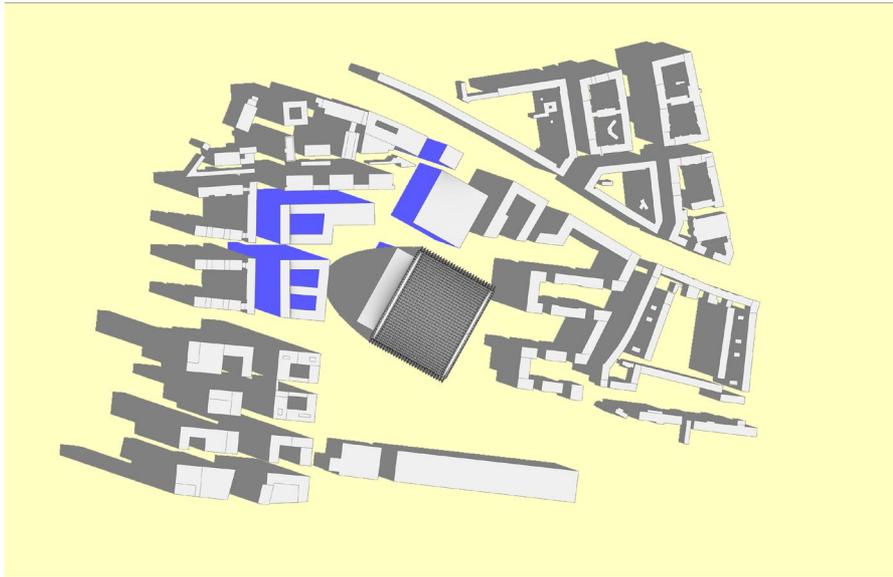
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



08:00 Uhr

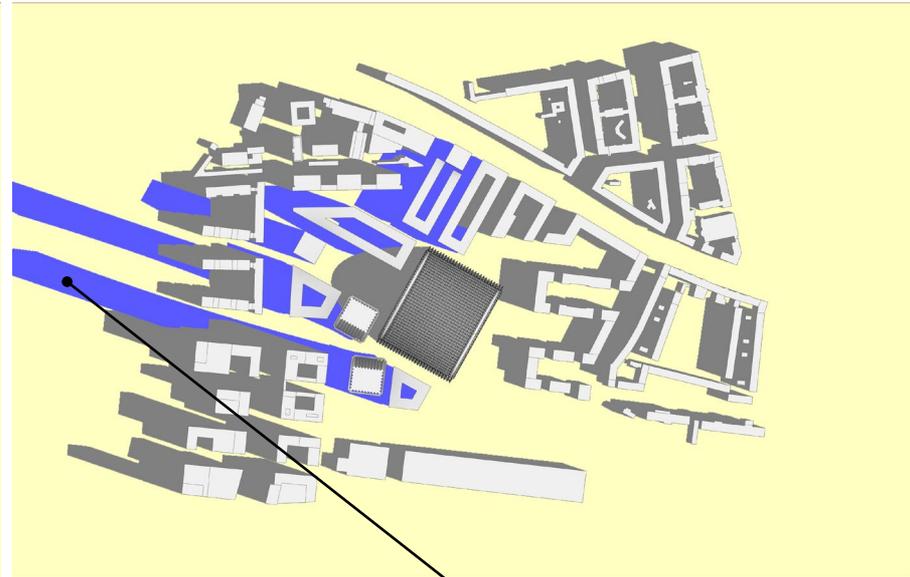


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

Unverschattet

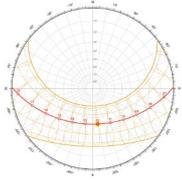
Längere Schatten von den Türmen in Richtung Nordwesten des Paketposthallen-Geländes und über dessen Grenzen hinaus.

Verschattung

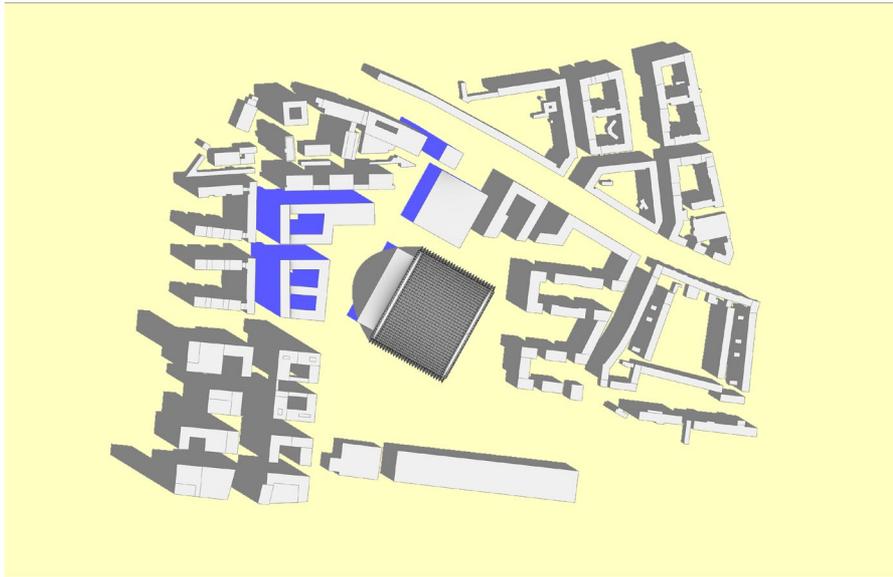
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



09:00 Uhr

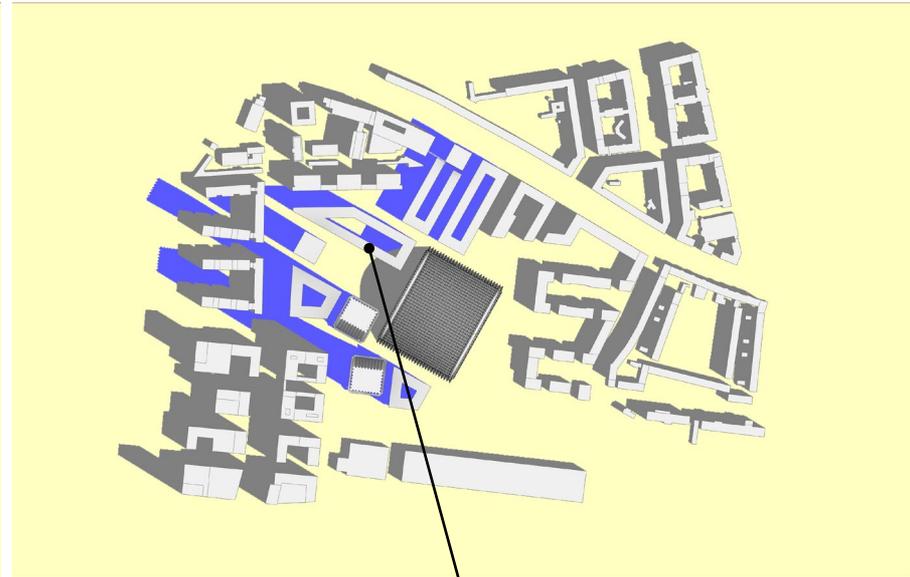


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

Unverschattet

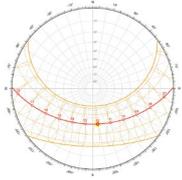
Eigenverschattung im hervorgehobenen Innenhof geringer, so dass die Hoffläche sowie partiell die inneren Fassadenflächen direkt besonnt werden.

Verschattung

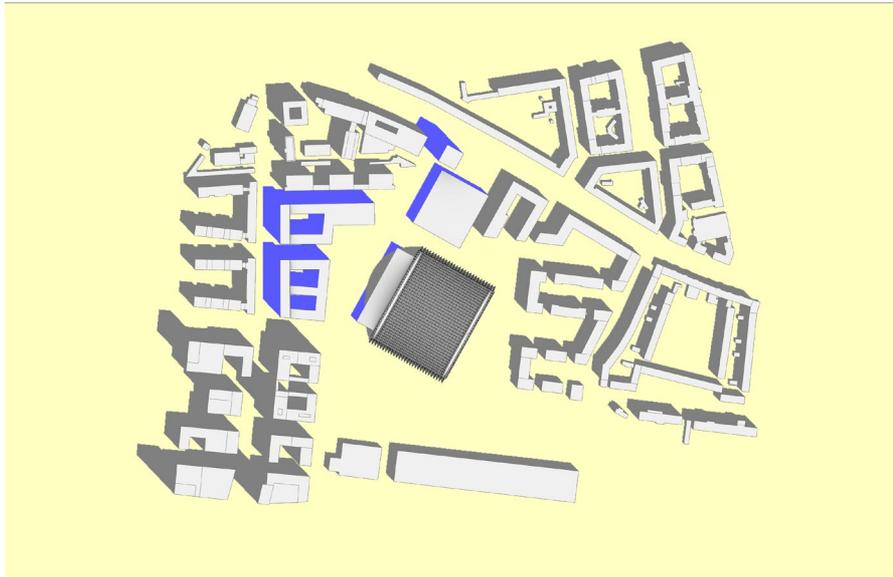
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



10:00 Uhr

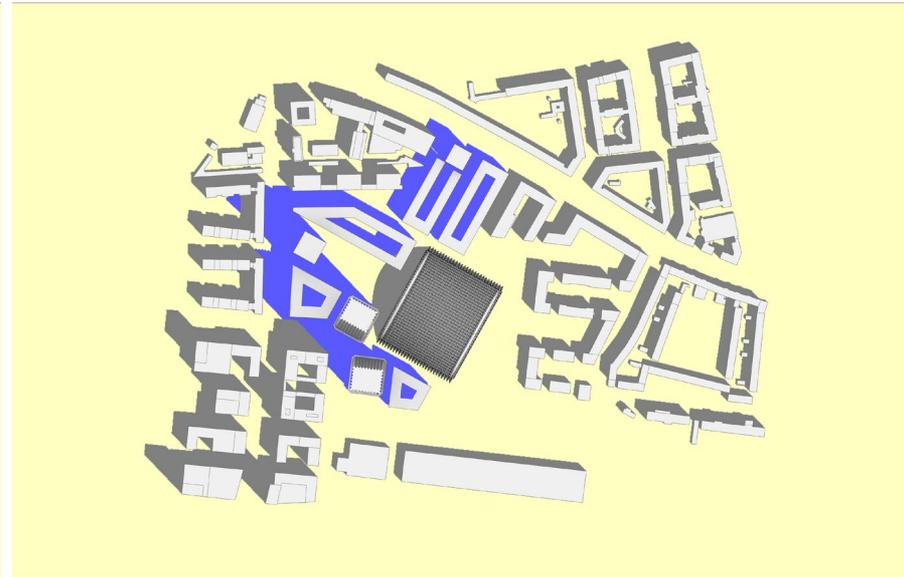


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

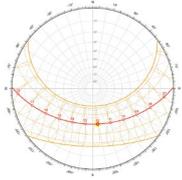
Unverschattet

Verschattung

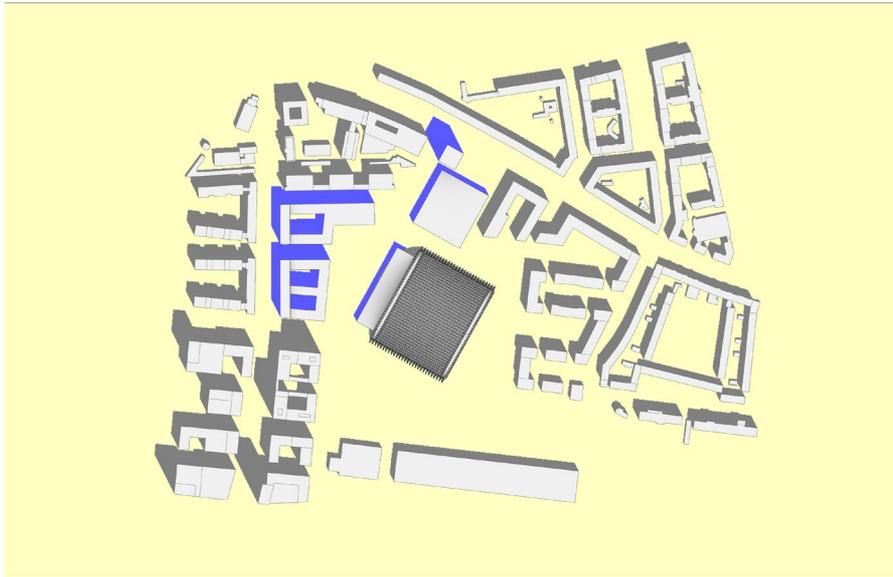
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



11:00 Uhr

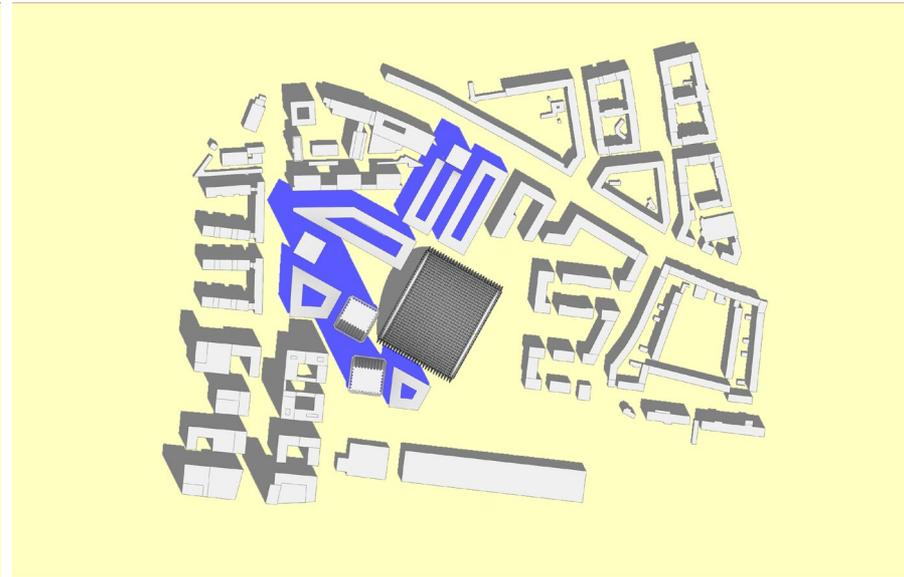


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

Unverschattet

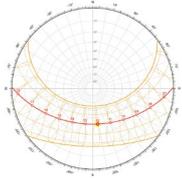
Die von den Türmen geworfenen Schatten verbleiben innerhalb der Grenzen des Entwicklungsgebietes und beeinflussen die bestehenden Gebäude in der Nachbarschaft nicht.

Verschattung

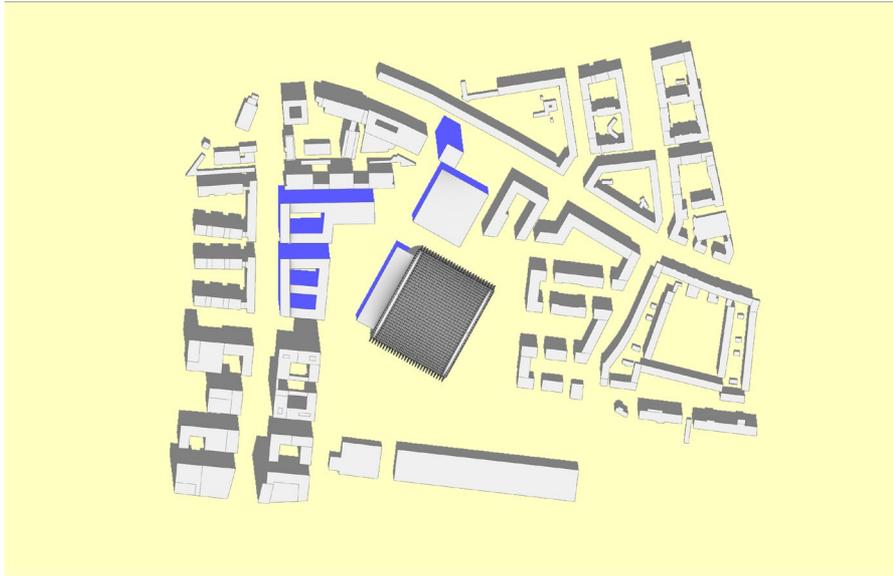
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



12:00 Uhr

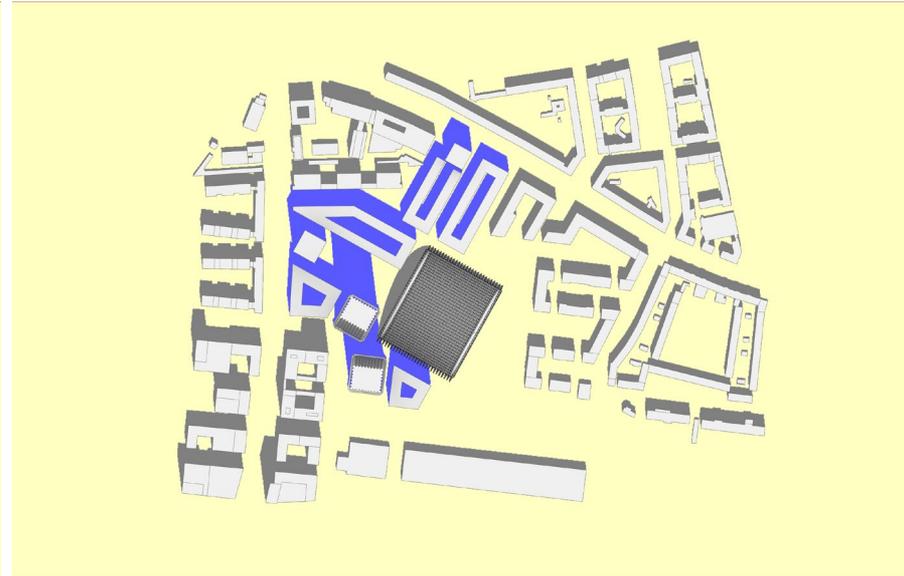


Planungsrecht B-Plan 1926a

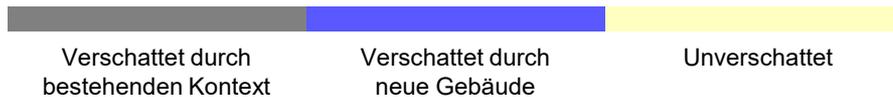


Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



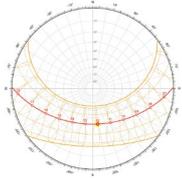
Die Schattenwirkung der Türme verringert jedoch die Besonnung des Quartiersparks nordwestlich der Paketposthalle. Diese Situation besteht bis zum Ende des Tages (im Gegensatz zum B-Plan 1926a, wo eine kritische Verschattung der gleichen Freiflächen erst nach 16:00 Uhr beginnt).

Verschattung

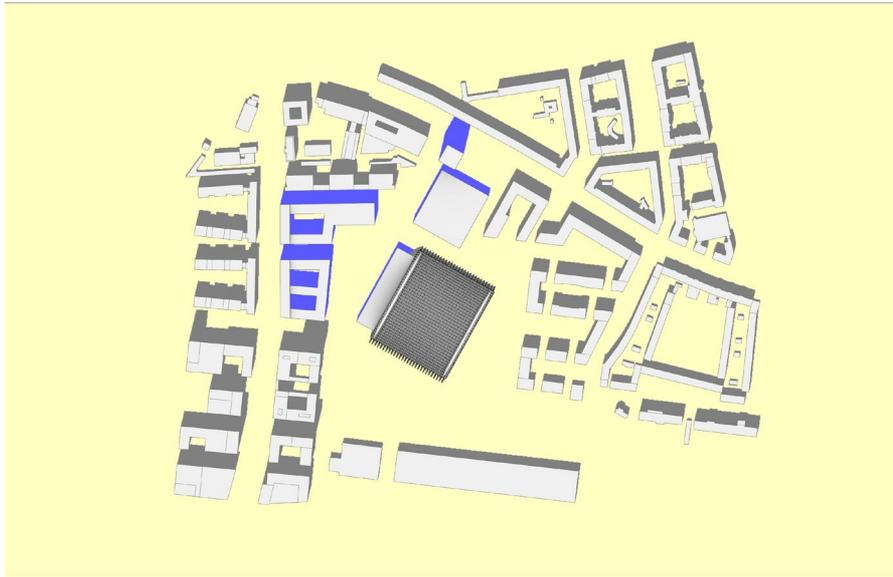
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



13:00 Uhr

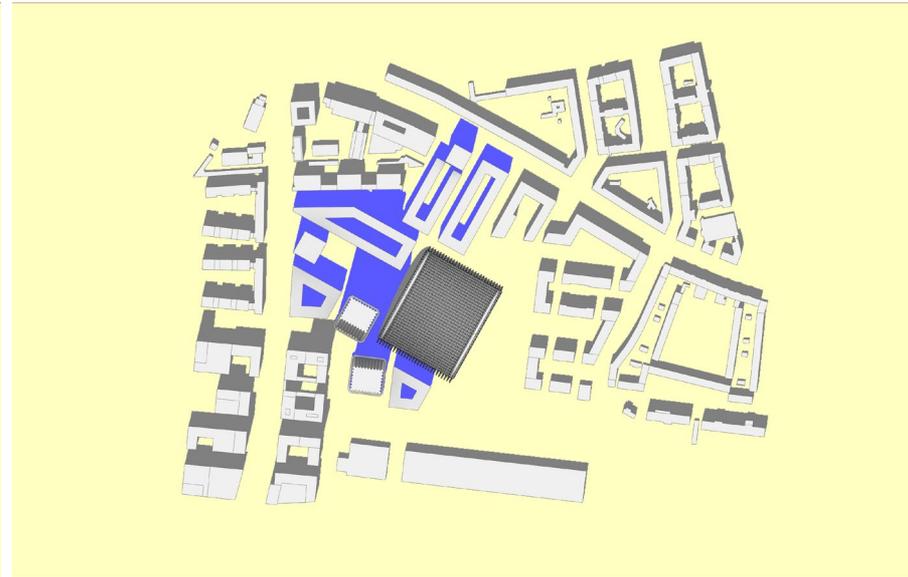


Planungsrecht B-Plan 1926a

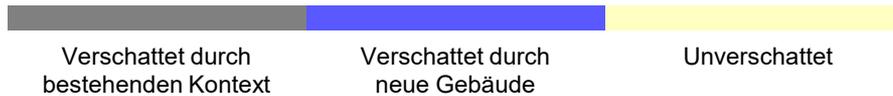


Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

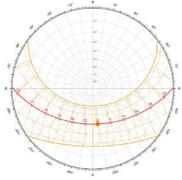


Verschattung

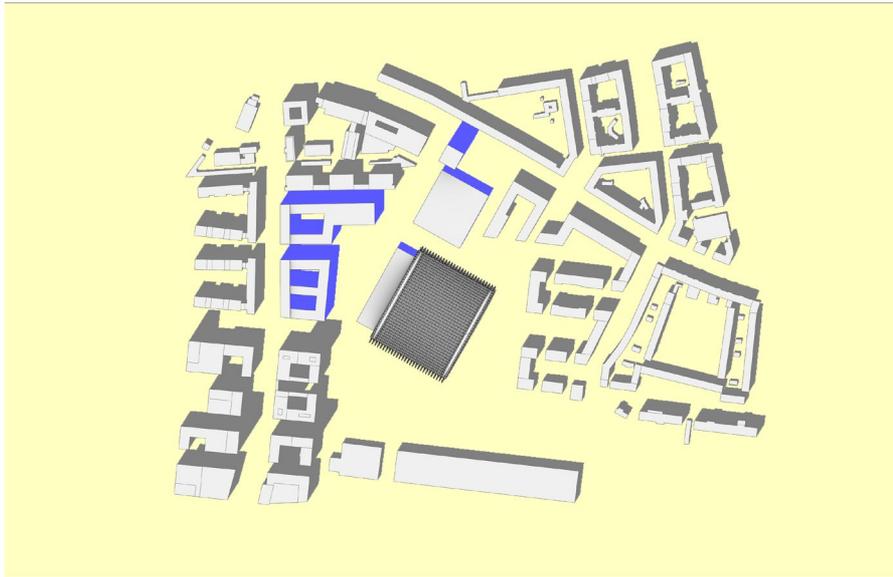
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



14:00 Uhr

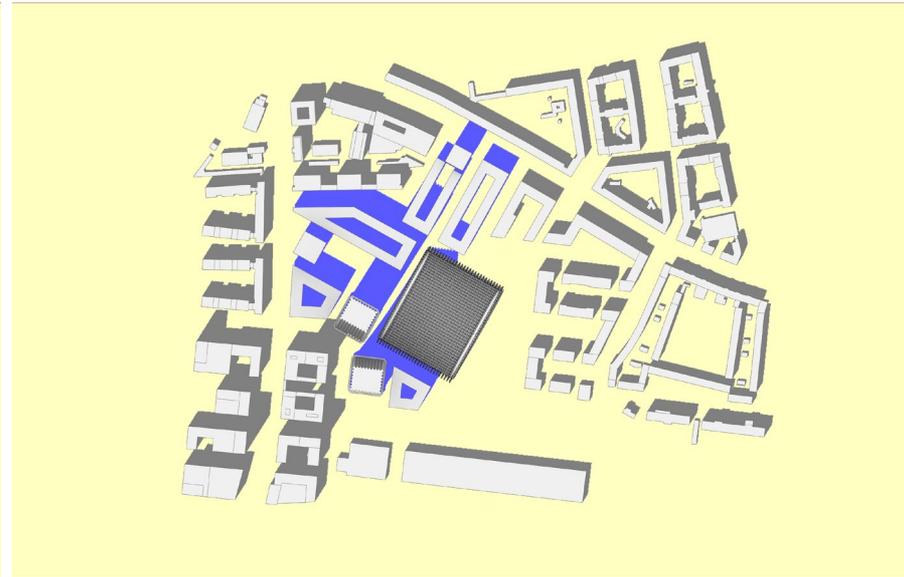


Planungsrecht B-Plan 1926a

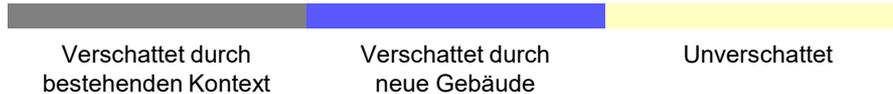


Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

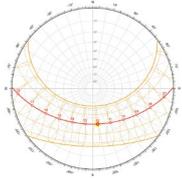


Verschattung

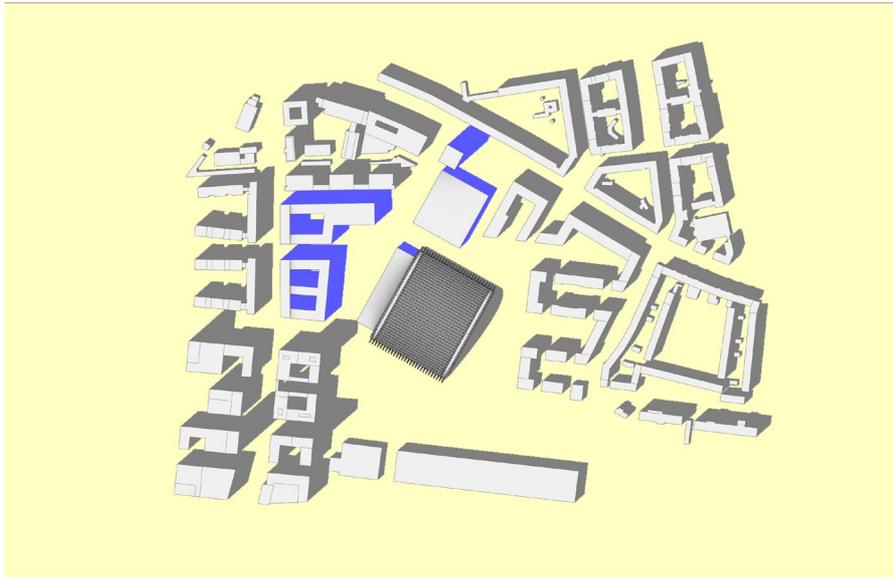
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



15:00 Uhr

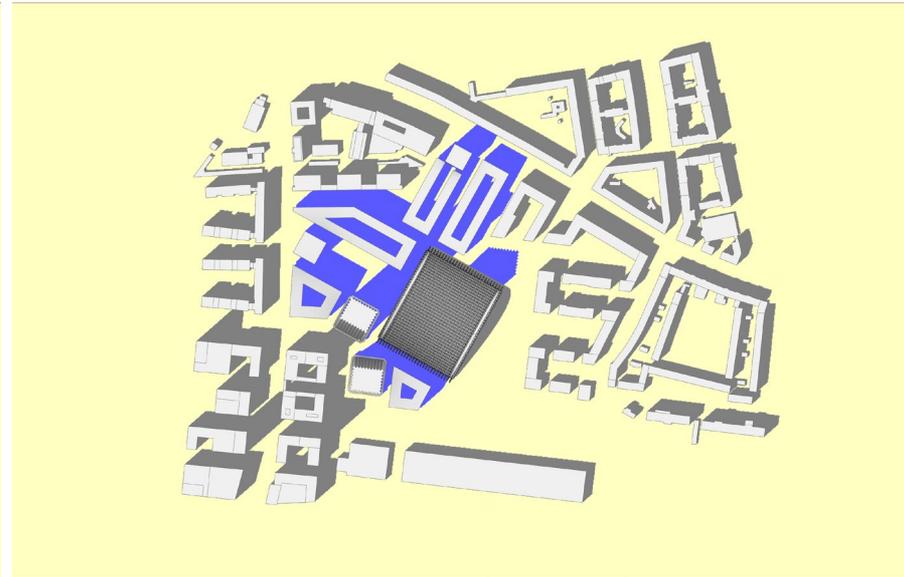


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron

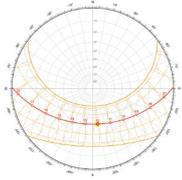


Verschattung

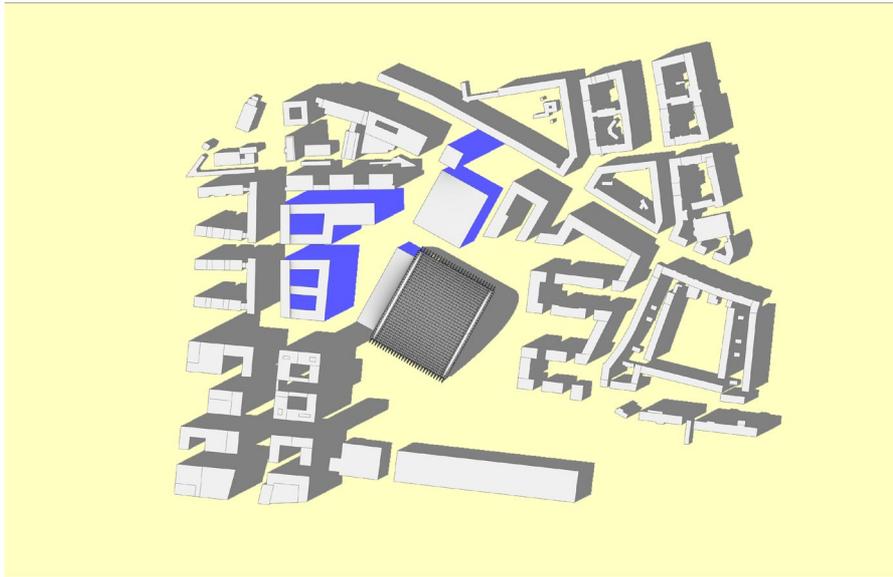
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



16:00 Uhr

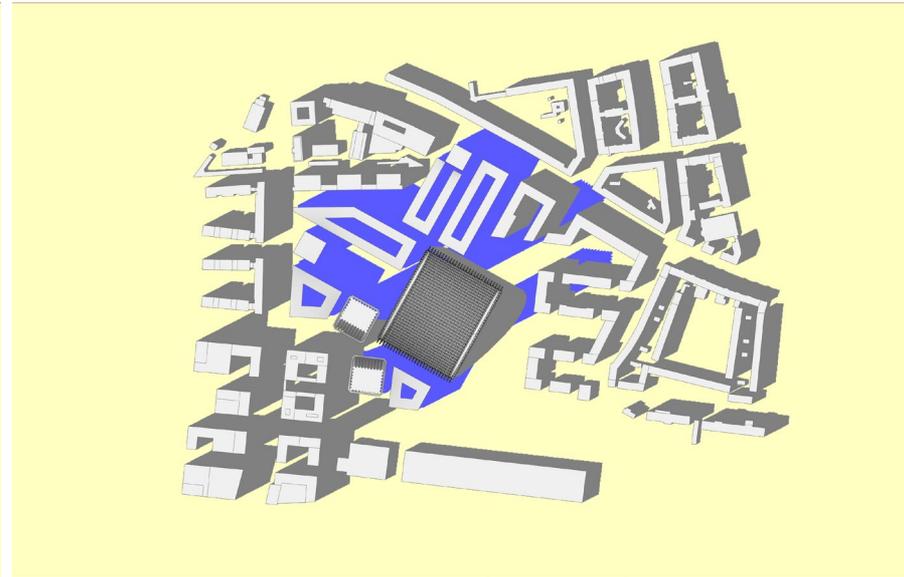


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron

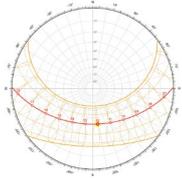


Verschattung

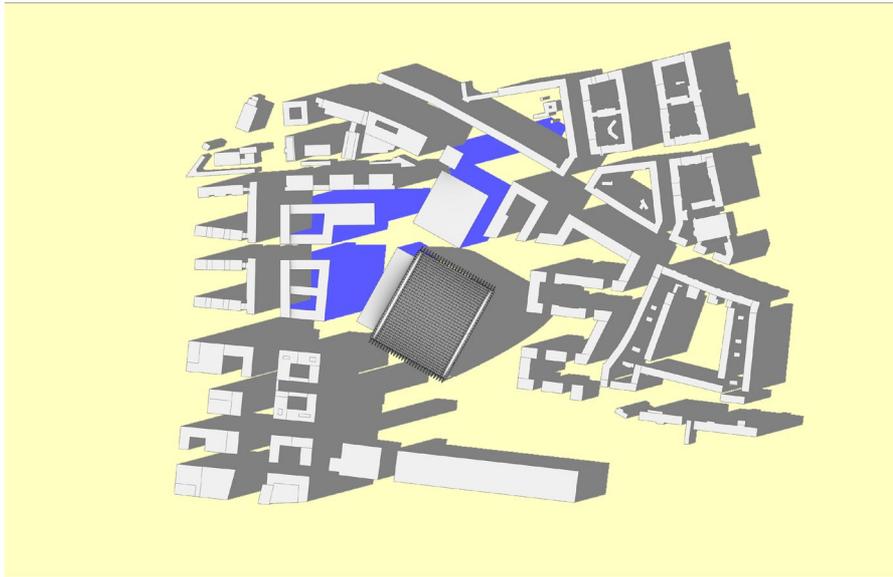
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



17:00 Uhr

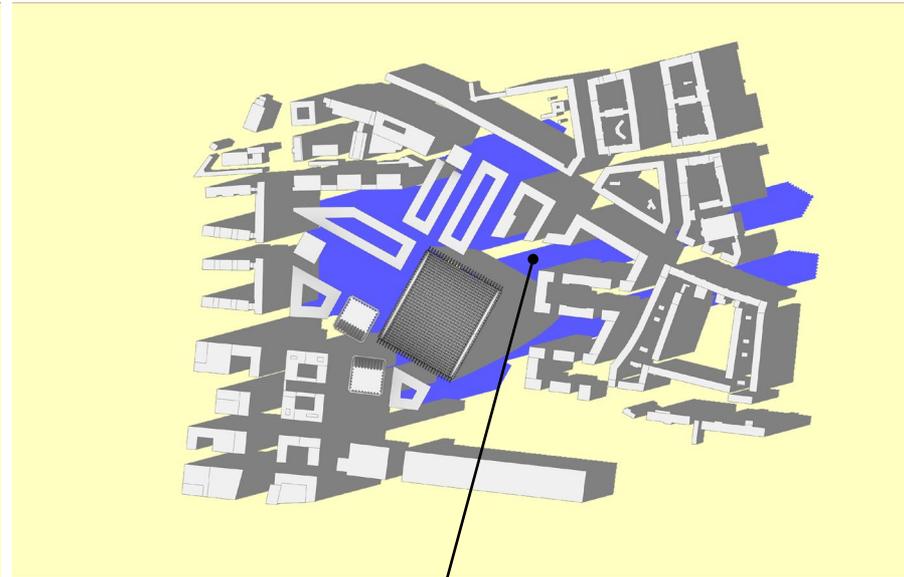


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



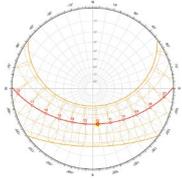
Während der Abendstunden werden längere Schatten in Richtung Nordost geworfen. Daher ist die Besonnung der Freiflächen nordöstlich des Paketposthalle eingeschränkt.

Verschattung

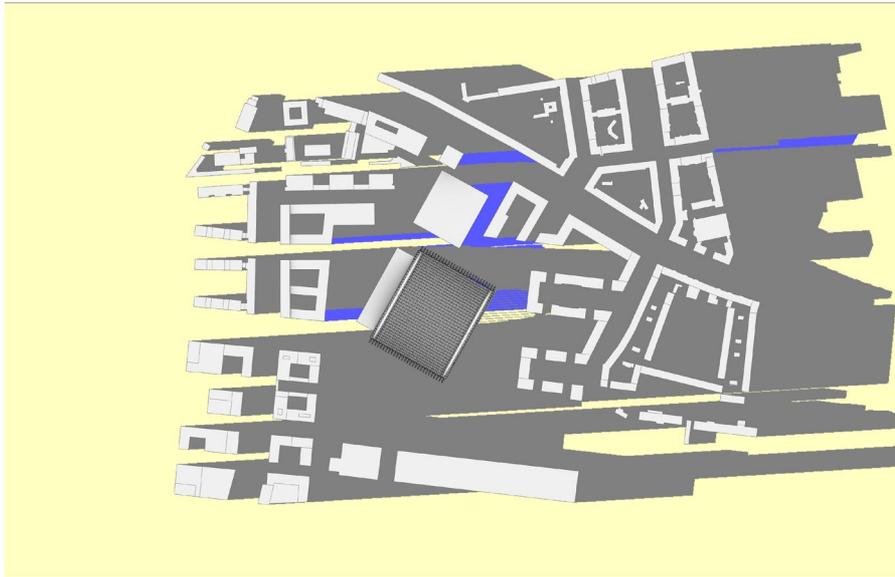
Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



18:00 Uhr

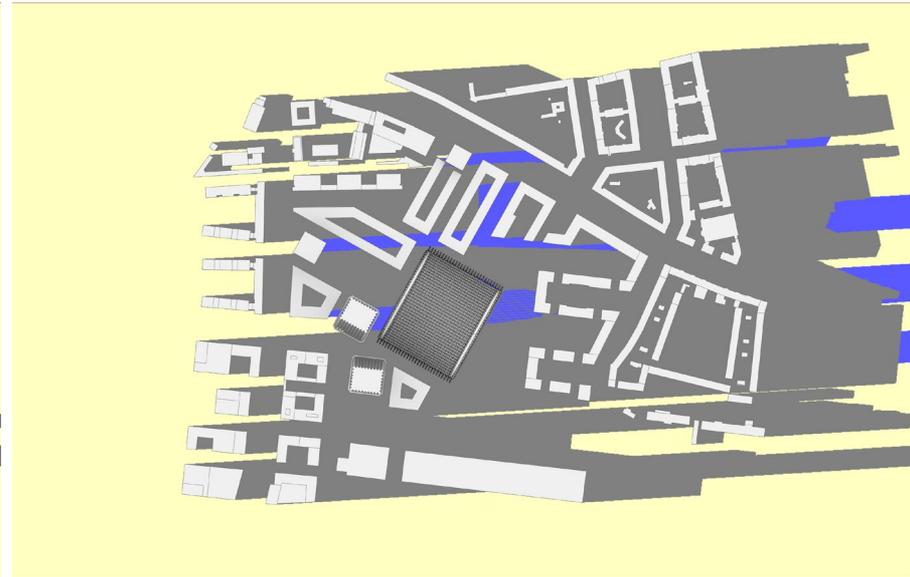


Planungsrecht B-Plan 1926a

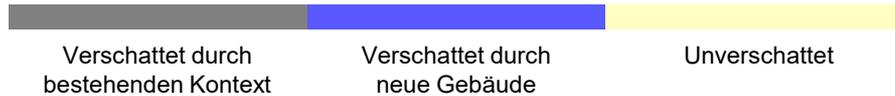


Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



Zeitschritt unkritisch, da allgemeine Verschattung des Stadtraumes beinahe vollständig.

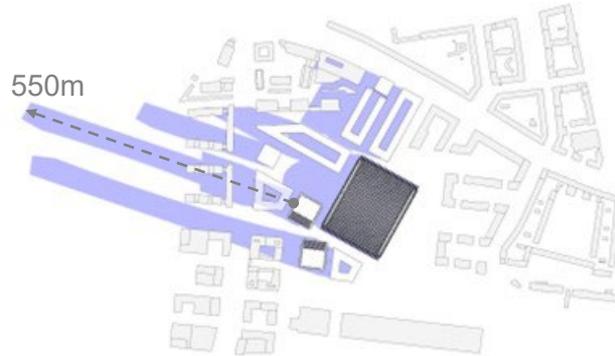
Verschattung

Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



08:00 Uhr 

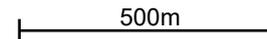
Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)



Bei klarem Himmel an einem typischen Frühlings- oder Herbsttag können sich in den Morgenstunden die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, bis zu 550m nordwestlich des Paketposthalle-Gebiets erstrecken und die östlichen Bereiche des Hirschgartens erreichen.

Der erste Zeitschritt (7:00) des Tages wurde explizit nicht untersucht, da bei sehr niedrigem beinahe horizontalem Streiflicht die generelle Verschattung sehr hoch ist.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



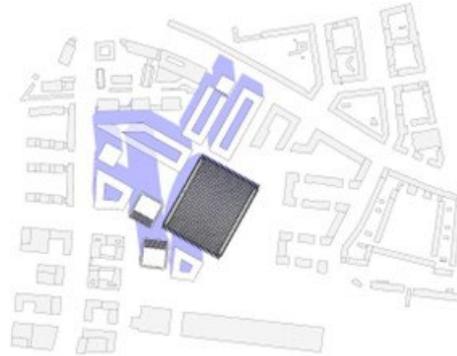
Verschattung

Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



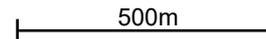
Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)

12:00 Uhr 



Während der Mittagsstunden sind die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, aufgrund des höheren Sonnenstandes weniger ausgeprägt und verbleiben daher innerhalb des Paketposthallen-Areals.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



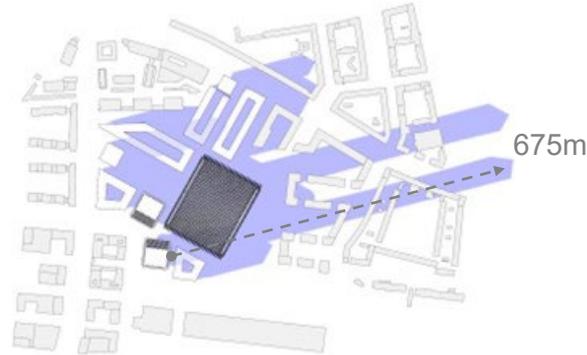
Verschattung

Tag-Nacht-Gleiche (21.März)



Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)

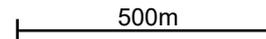
17:00 Uhr



Unter sonnigen Himmelsbedingungen an einem typischen Frühlings- oder Herbsttag können sich während der Abendstunden (bis zum Ende des Tages) die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, bis zu 675m nordöstlich des Paketposthalle-Gebiets erstrecken und über die angrenzende Nachbarschaft nach Osten hinausgehen.

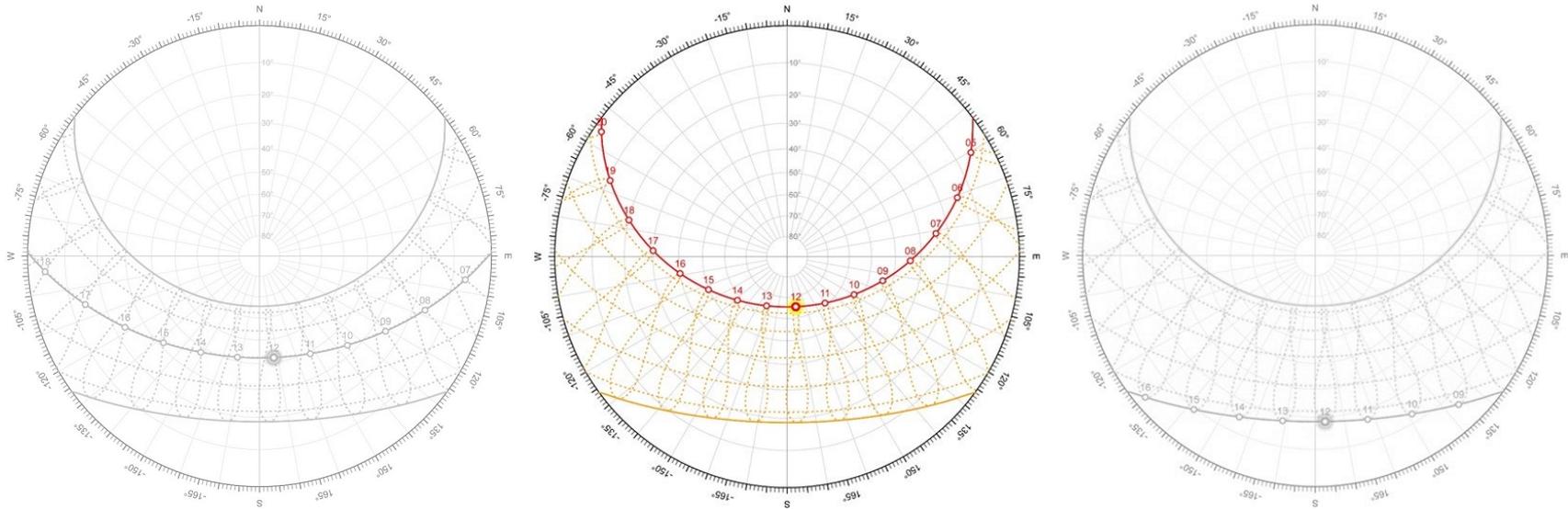
Dies wird als nicht kritisch angesehen, da in diesen späten Stunden aufgrund der niedrigeren Sonnenstandes auch andere Gebäude ähnlich lange Schatten werfen und damit die meisten Innenhöfe und Urban umbauten Freiflächen verschattet sind.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



Verschattung

Sommersonnenwende (21.Juni / 16 Sonnenstunden / 5:00 – 20:00)

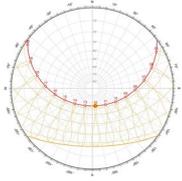


Verschattung

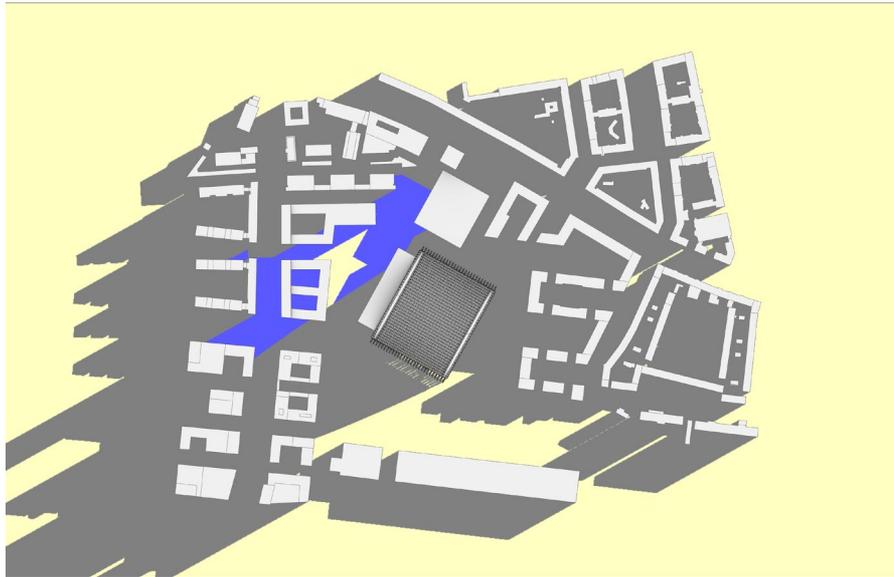
Sommersonnenwende (21. Juni)



05:00 Uhr

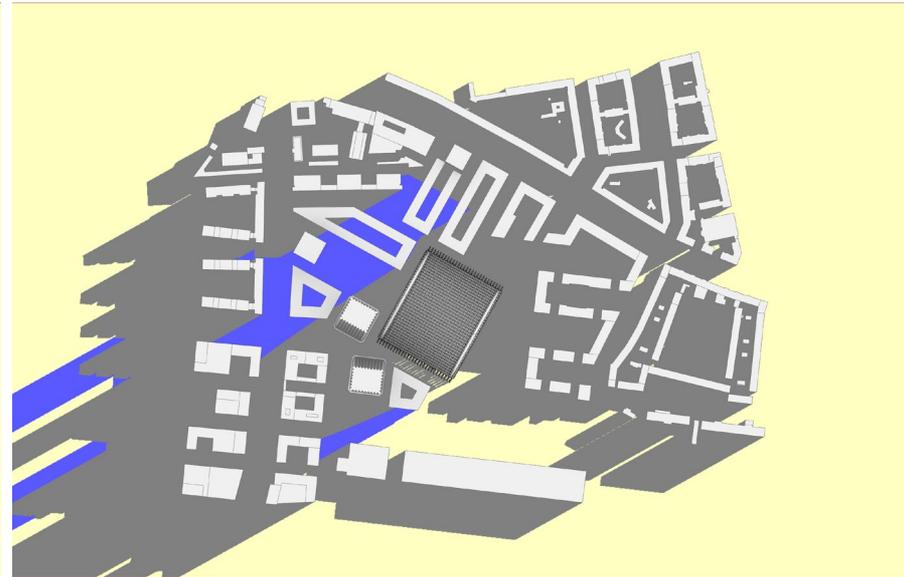


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Zeitschritt unkritisch, da allgemeine Verschattung des Stadtraumes beinahe vollständig.



Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

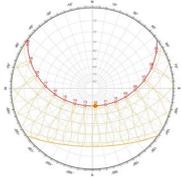
Unverschattet

Verschattung

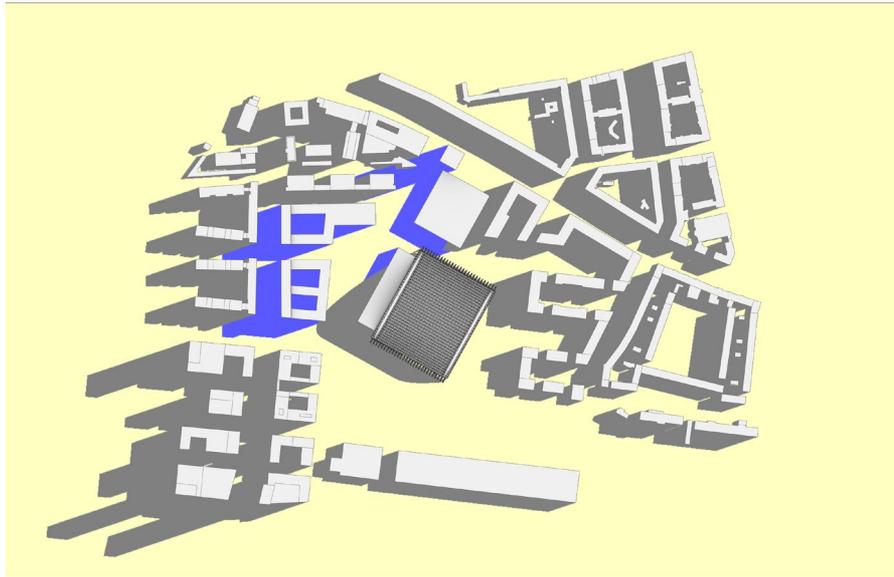
Sommersonnenwende (21. Juni)



06:00 Uhr

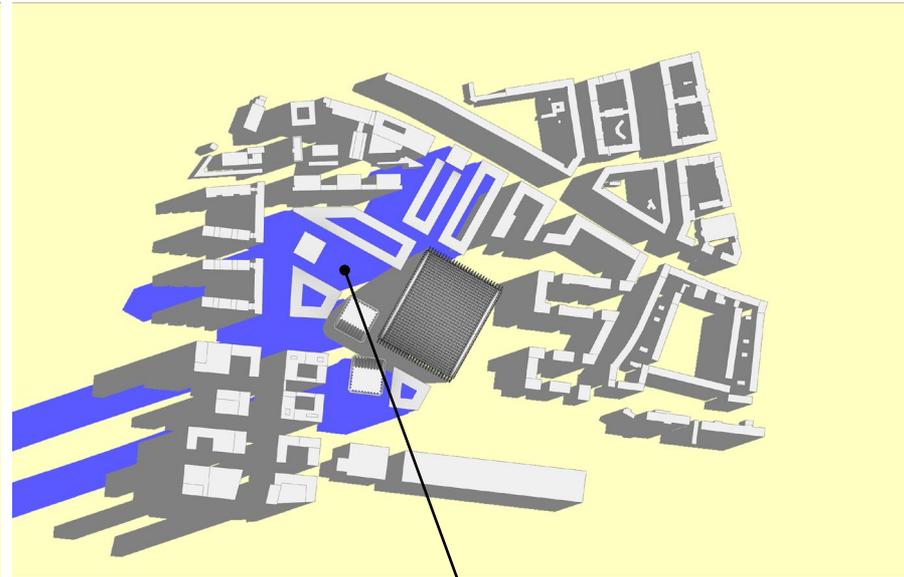


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



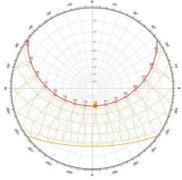
Während der frühen Morgenstunden sind die Freiflächen stark verschattet. Dies wird jedoch weniger kritisch gesehen, da die Aussenanlagen zu dieser Zeit wahrscheinlich wenig genutzt werden. Außerdem ist es im Sommer wünschenswert, die direkte Sonneneinstrahlung zu begrenzen, um solare Wärmegewinne zu reduzieren und den thermischen Komfort im Freien zu verbessern.

Verschattung

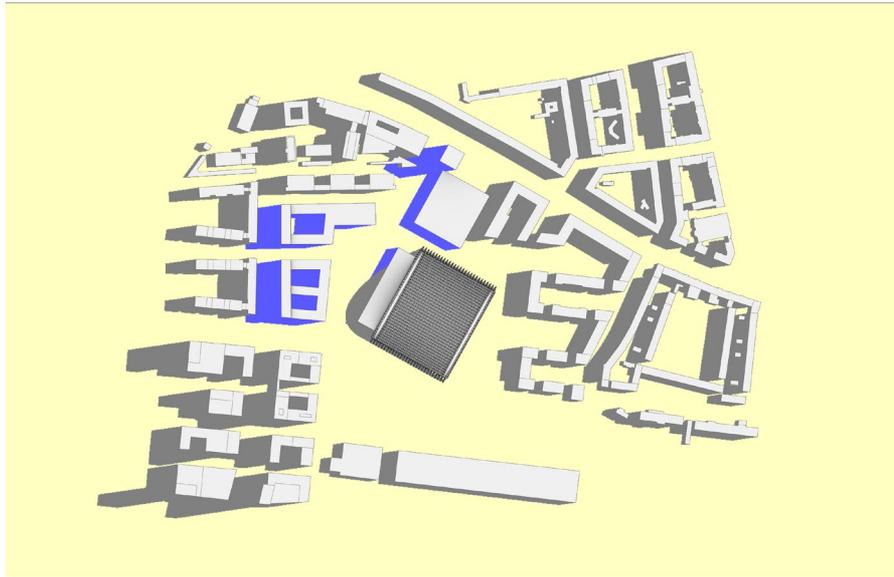
Sommersonnenwende (21.Juni)



07:00 Uhr

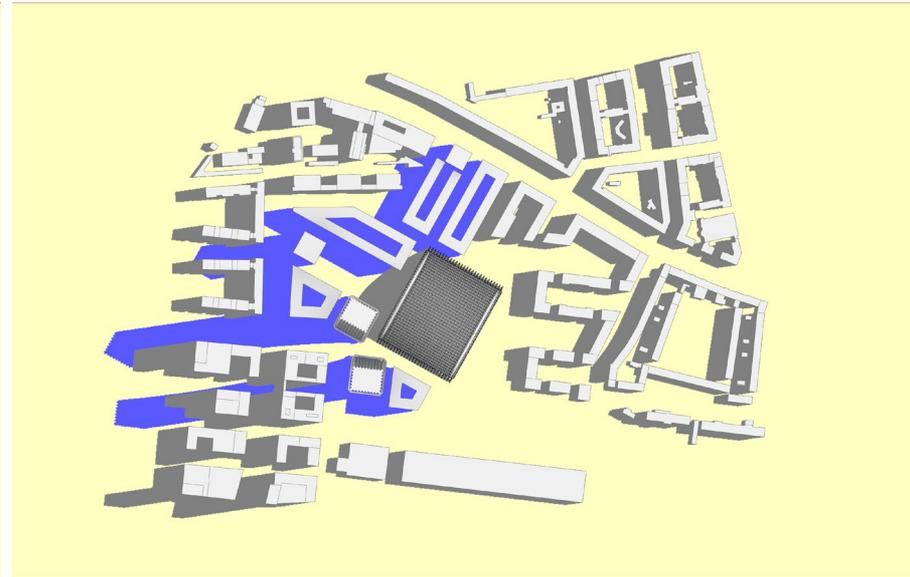


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

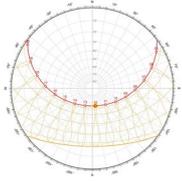
Unverschattet

Verschattung

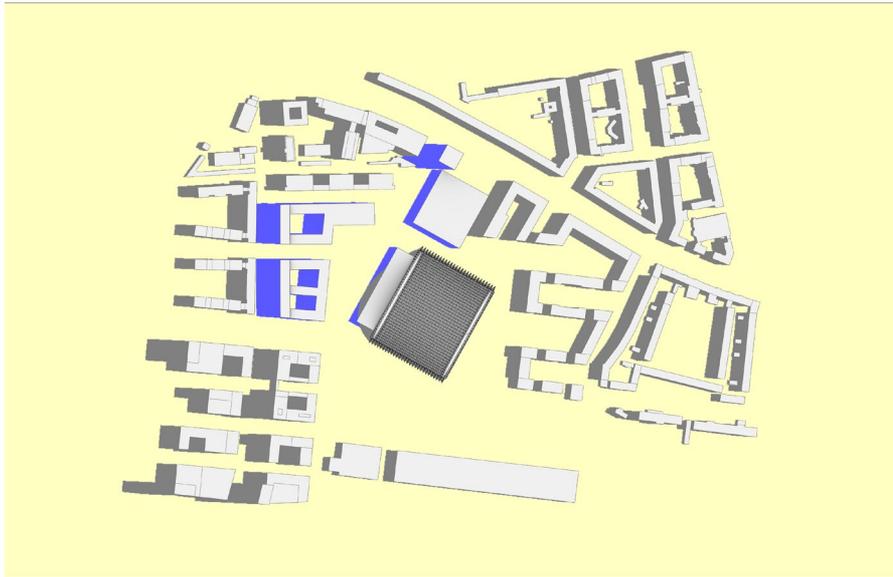
Sommersonnenwende (21.Juni)



08:00 Uhr

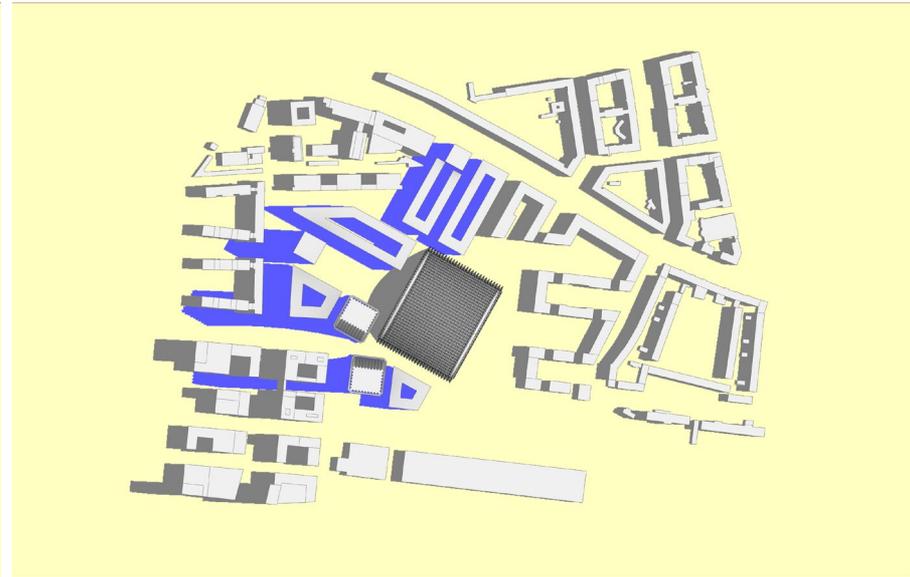


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

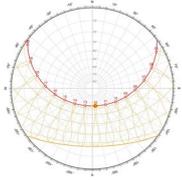
Unverschattet

Verschattung

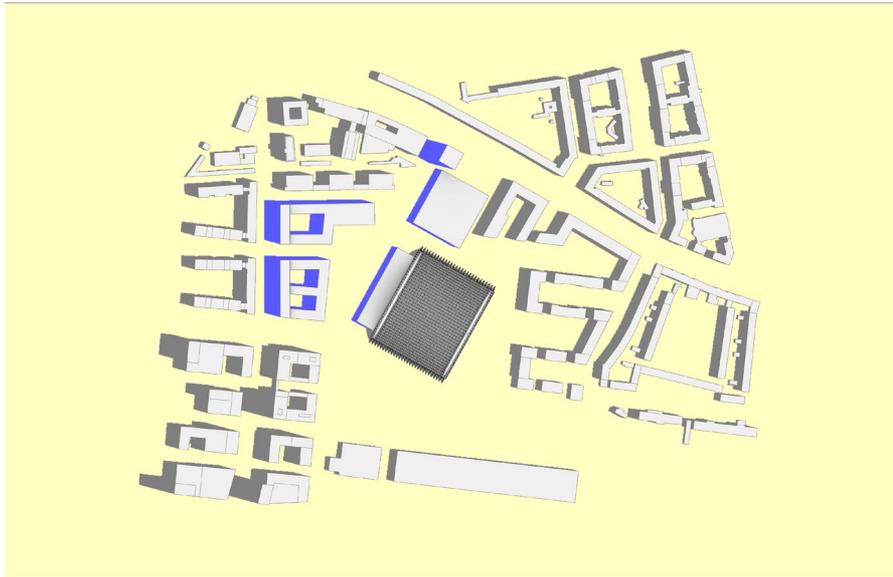
Sommersonnenwende (21. Juni)



09:00 Uhr

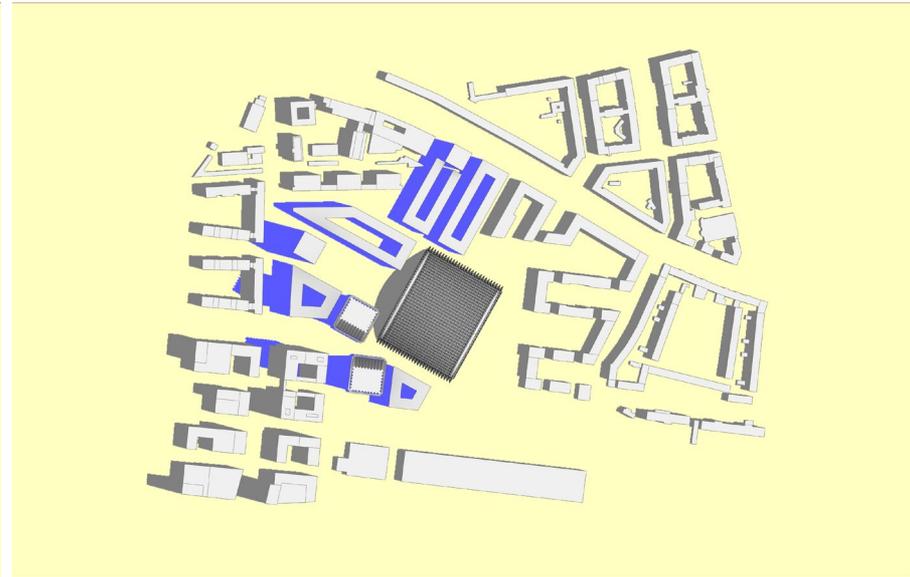


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

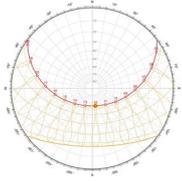
Unverschattet

Verschattung

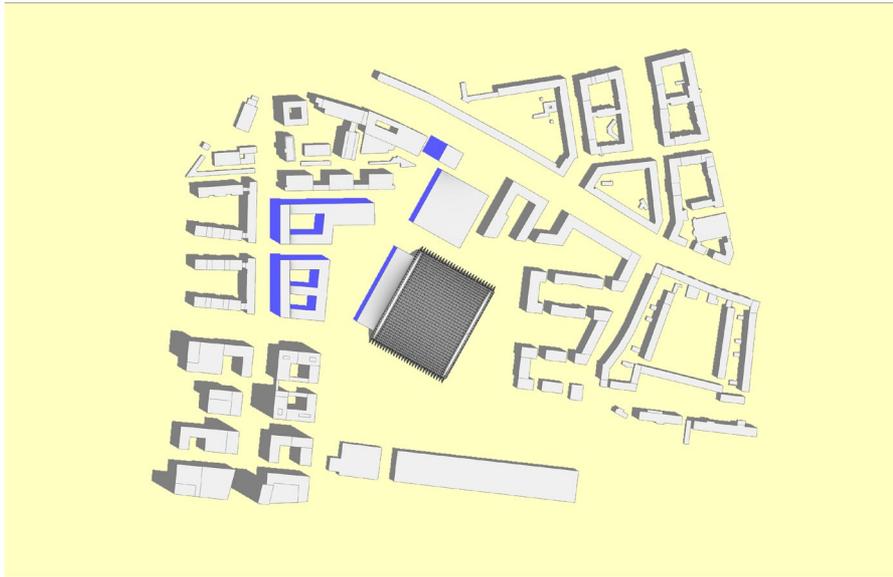
Sommersonnenwende (21. Juni)



10:00 Uhr

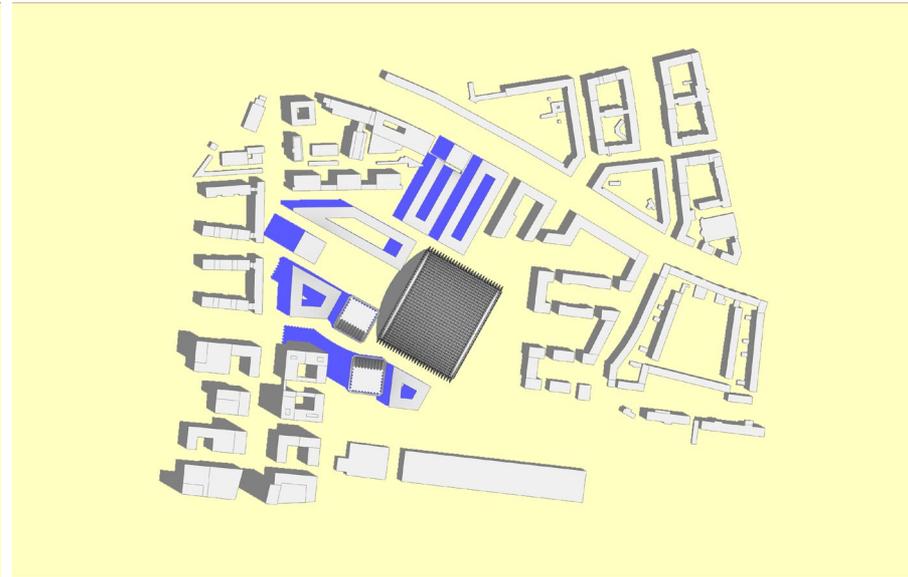


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

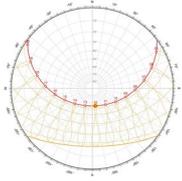
Unverschattet

Verschattung

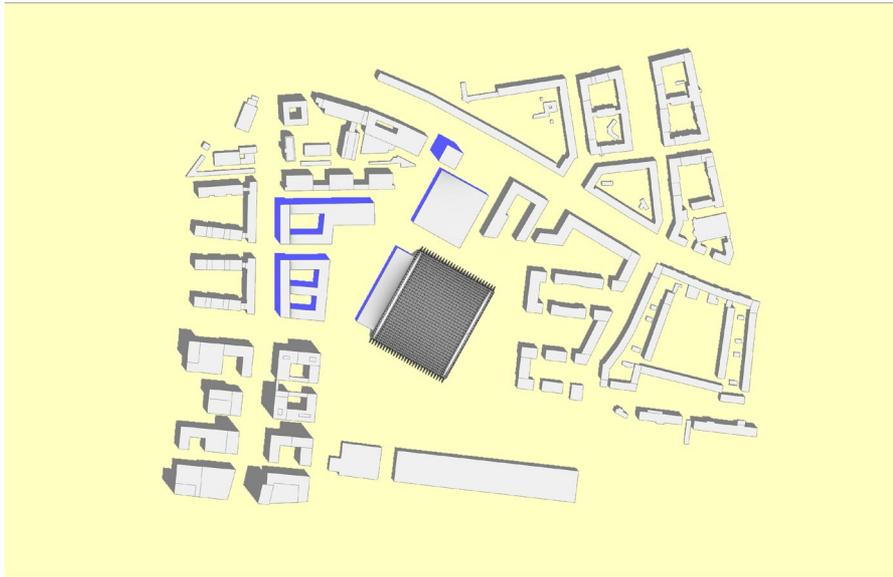
Sommersonnenwende (21. Juni)



11:00 Uhr

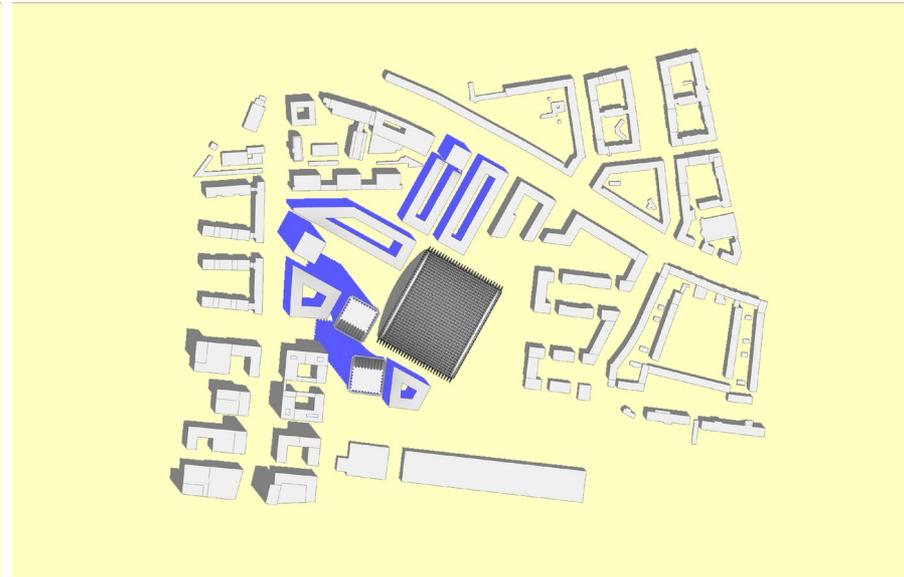


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

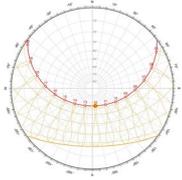
Unverschattet

Verschattung

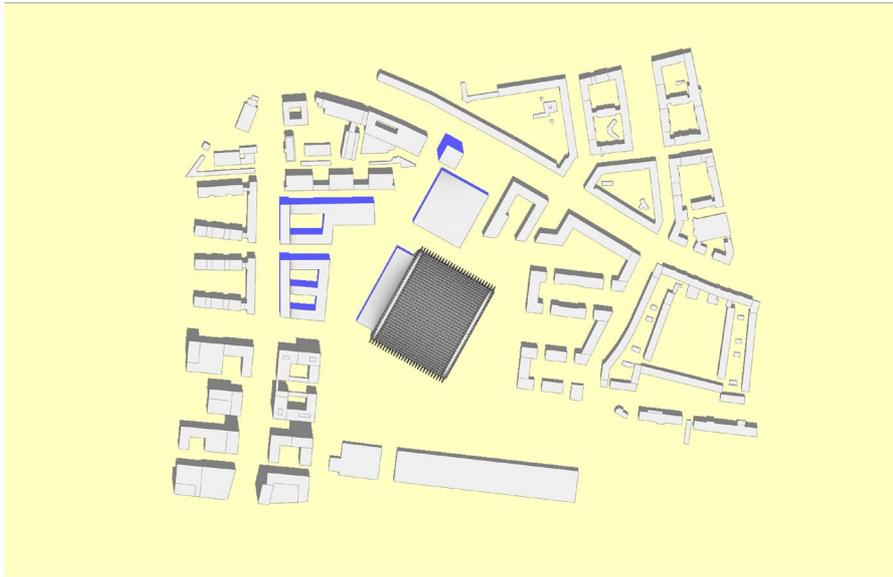
Sommersonnenwende (21. Juni)



12:00 Uhr

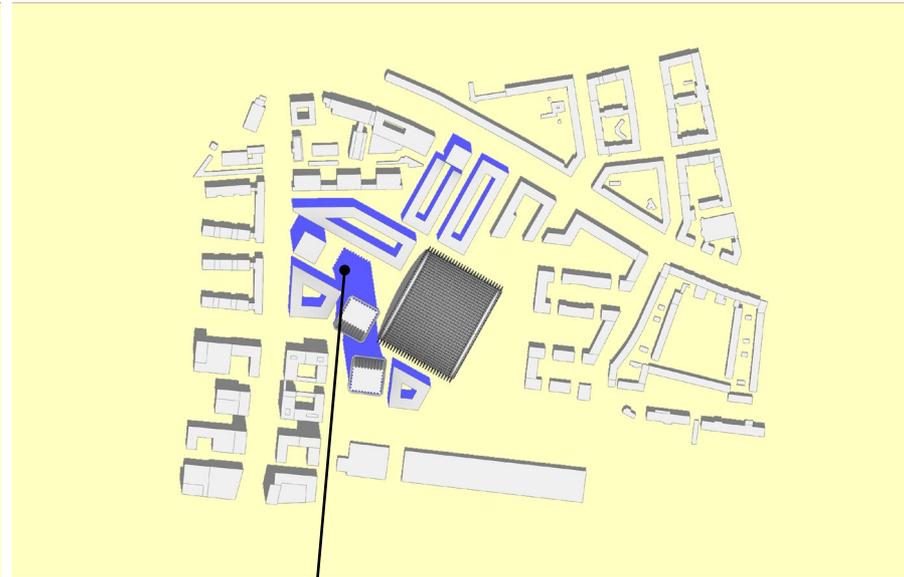


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

Unverschattet

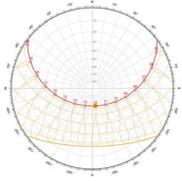
Während der späten Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsstunden schützt der Schattenwurf der Türme Freiflächen und nahegelegene niedrigere Gebäude vor direkter solarer Einstrahlung.

Verschattung

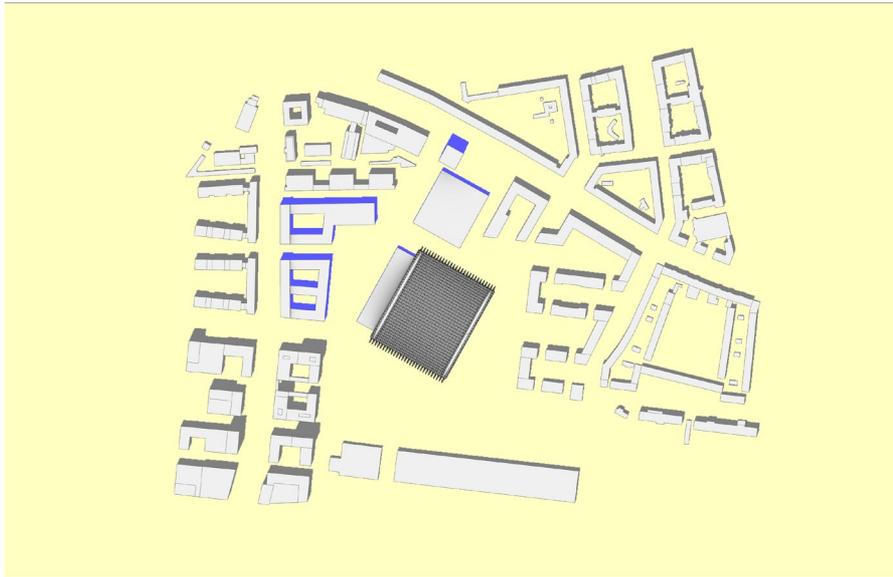
Sommersonnenwende (21.Juni)



13:00 Uhr

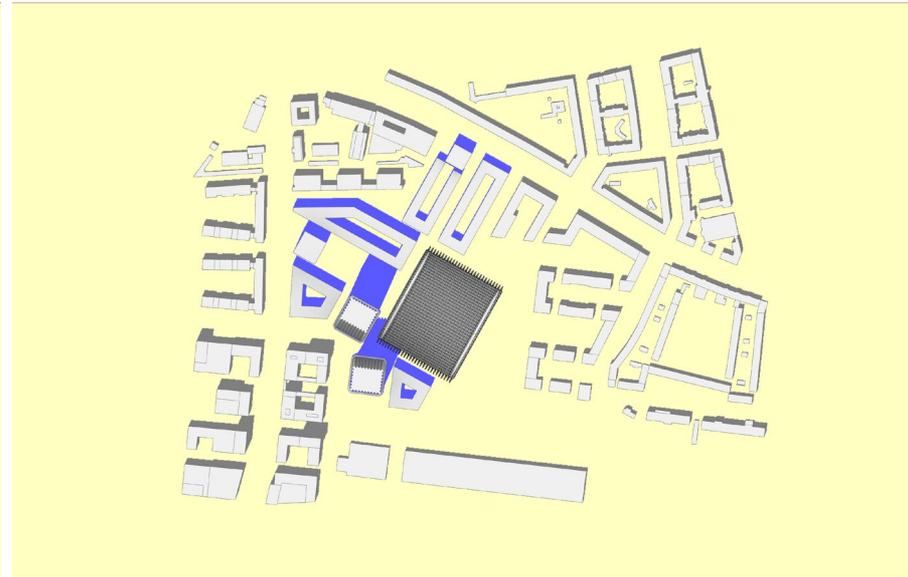


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

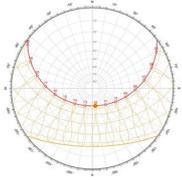
Unverschattet

Verschattung

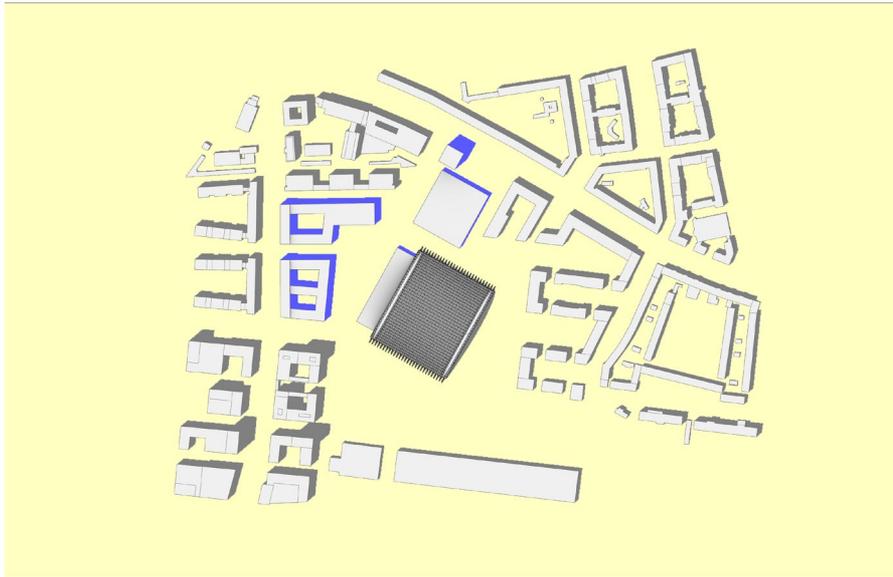
Sommersonnenwende (21.Juni)



14:00 Uhr



Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

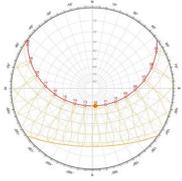
Unverschattet

Verschattung

Sommersonnenwende (21.Juni)



15:00 Uhr

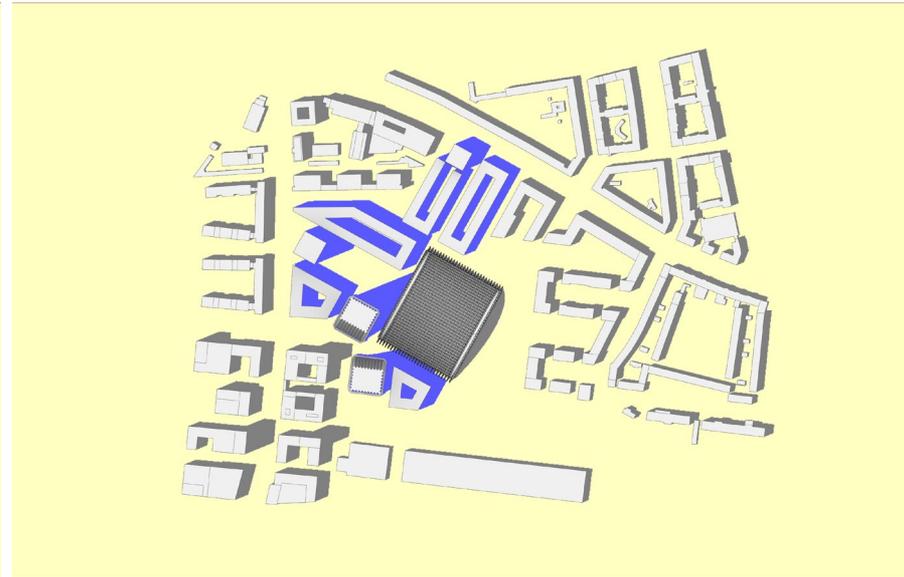


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

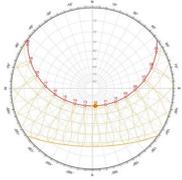
Unverschattet

Verschattung

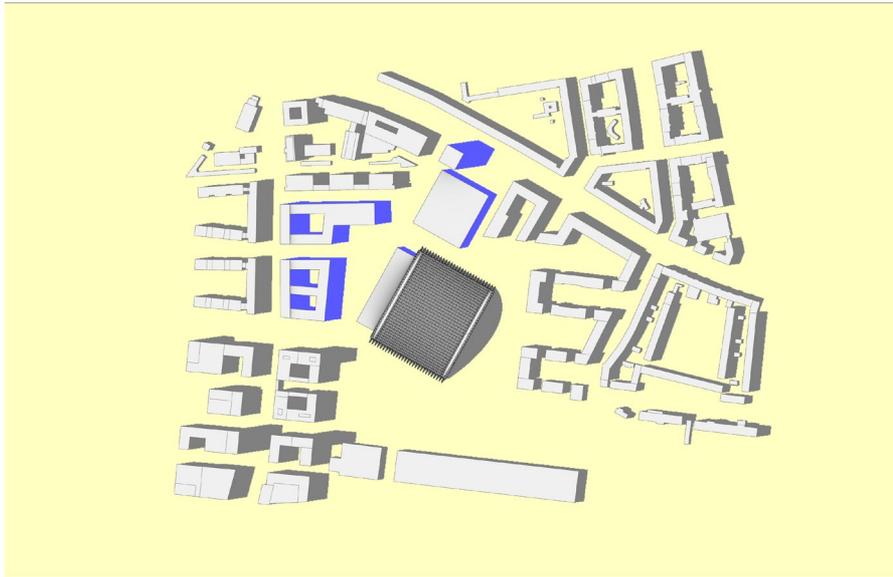
Sommersonnenwende (21. Juni)



16:00 Uhr

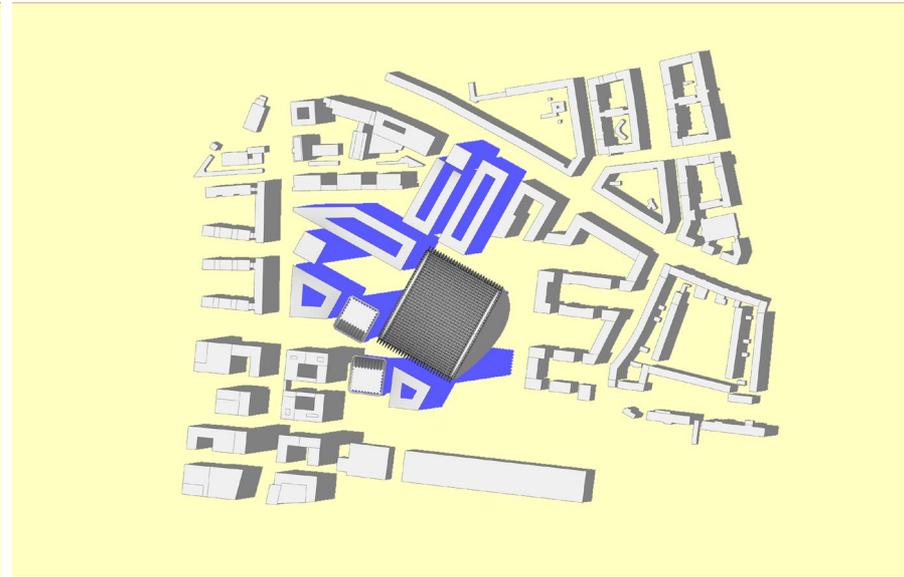


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

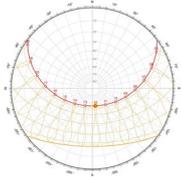
Unverschattet

Verschattung

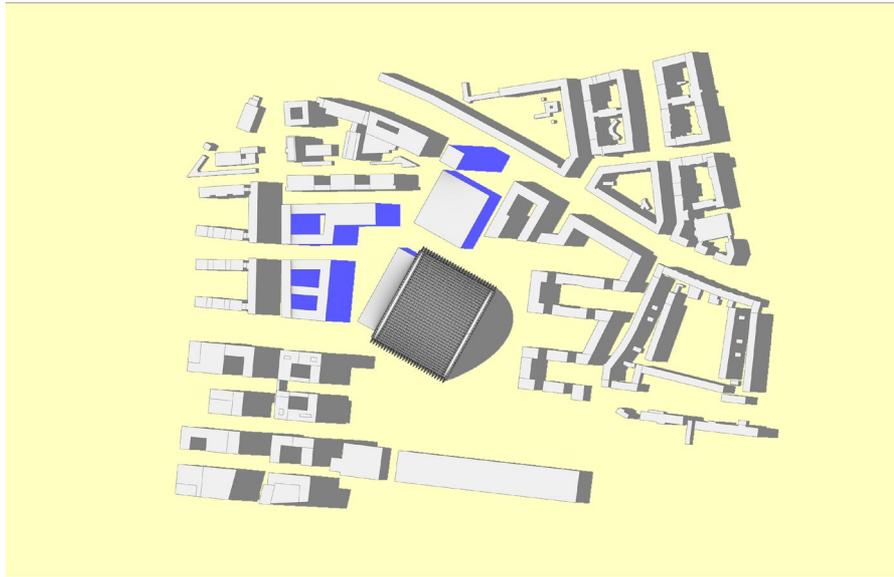
Sommersonnenwende (21.Juni)



17:00 Uhr

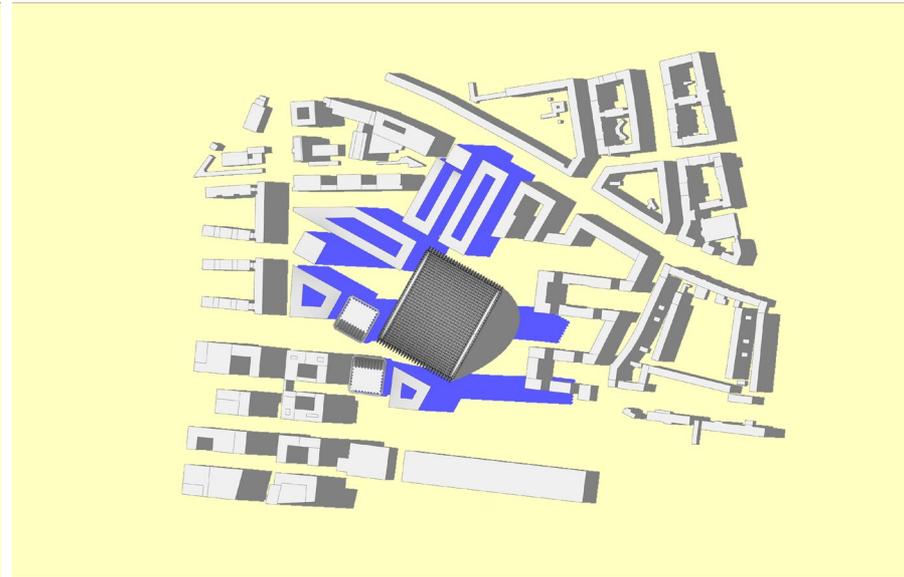


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

Unverschattet

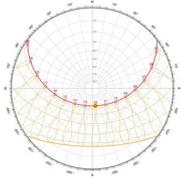
Der zusätzliche Schattenwurf der neuen Gebäude im B-Plan Verfahren 2147 bietet einen verstärkten Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung, was die solaren Wärmelasten verringern, den Außenkomfort potenziell verbessern und den städtischen Wärmeinsel-Effekt mildern kann.

Verschattung

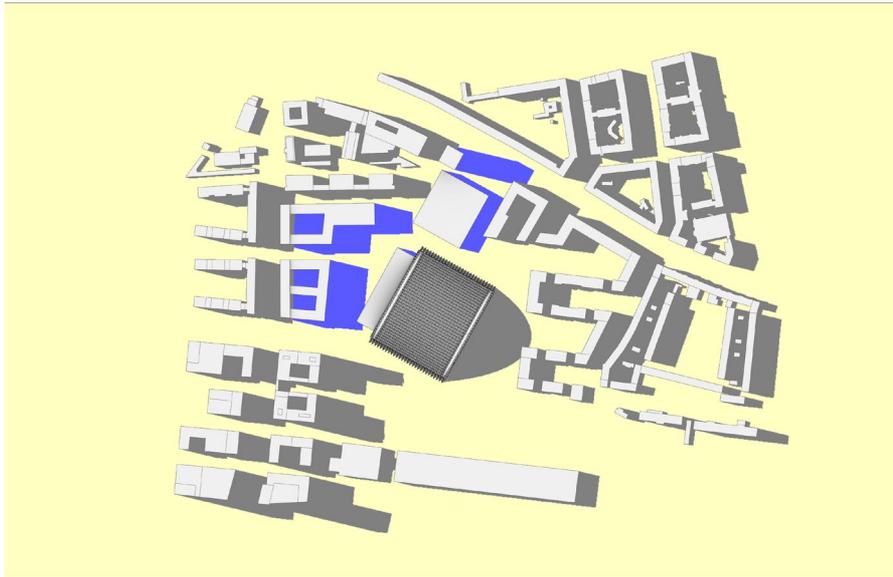
Sommersonnenwende (21. Juni)



18:00 Uhr

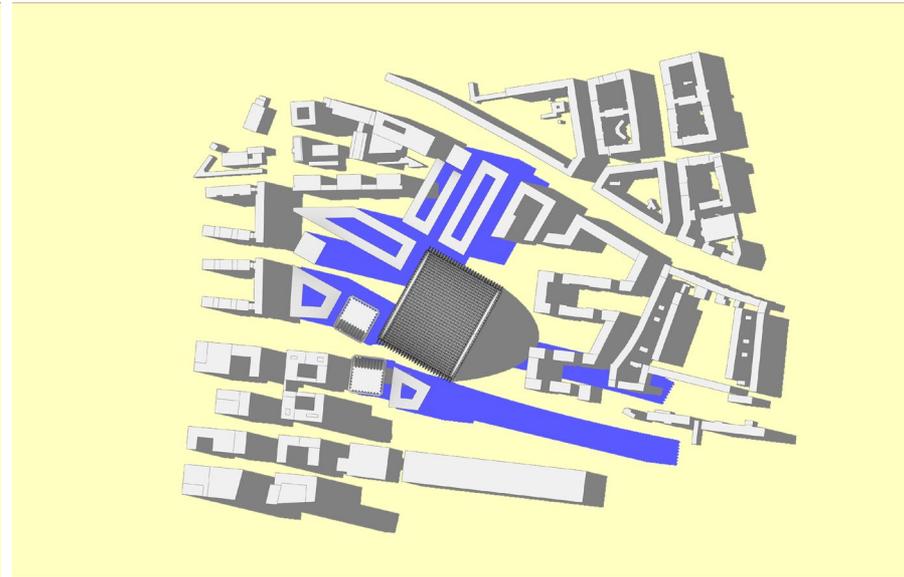


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

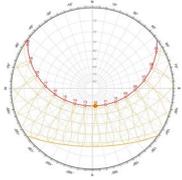
Unverschattet

Verschattung

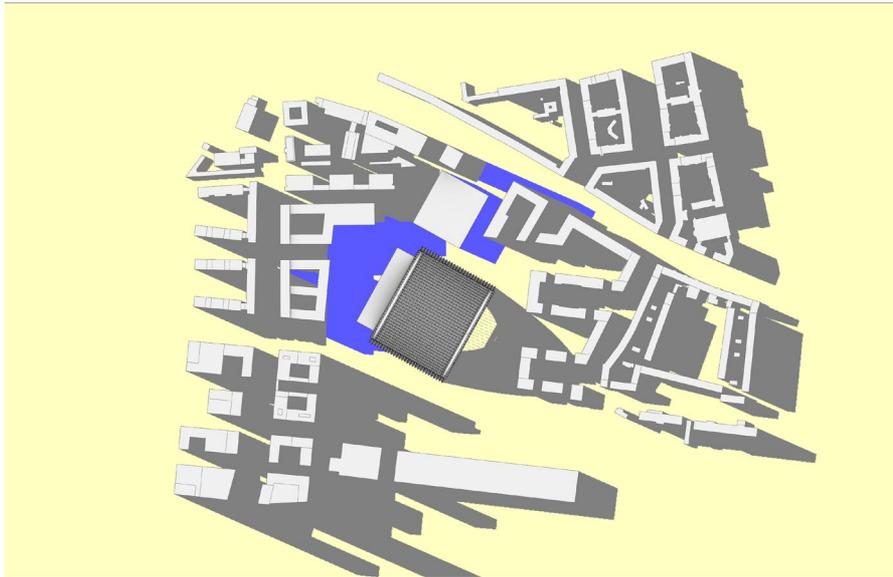
Sommersonnenwende (21.Juni)



19:00 Uhr

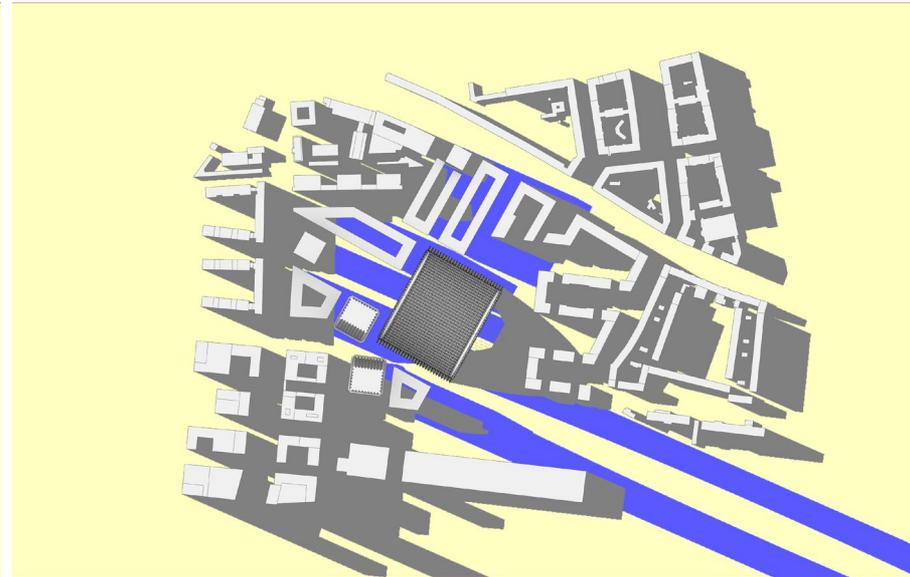


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

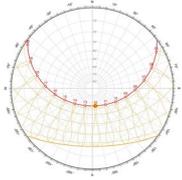
Unverschattet

Verschattung

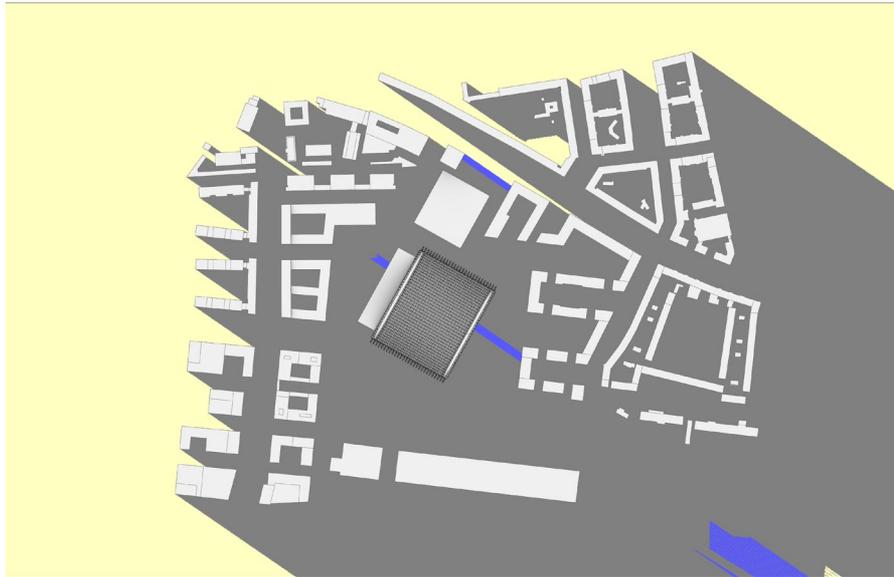
Sommersonnenwende (21. Juni)



20:00 Uhr

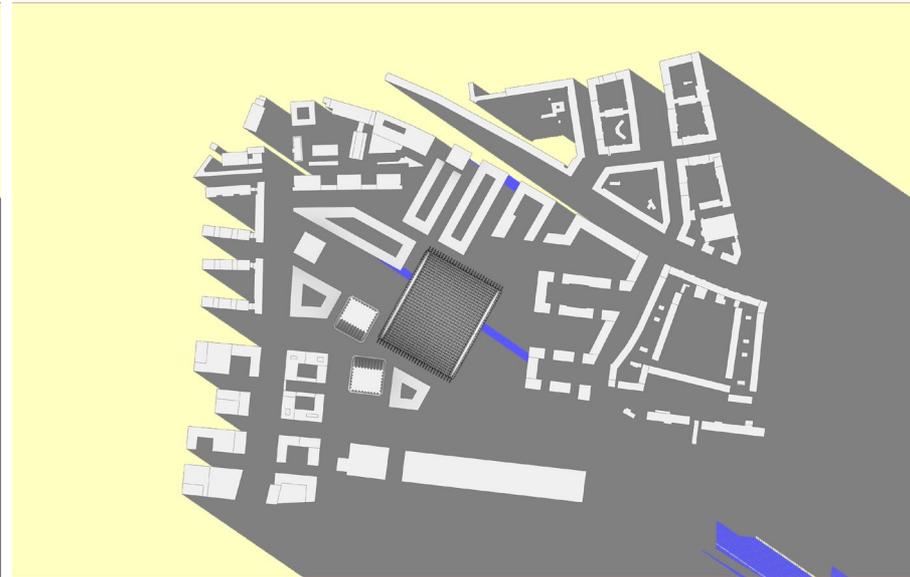


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

Unverschattet

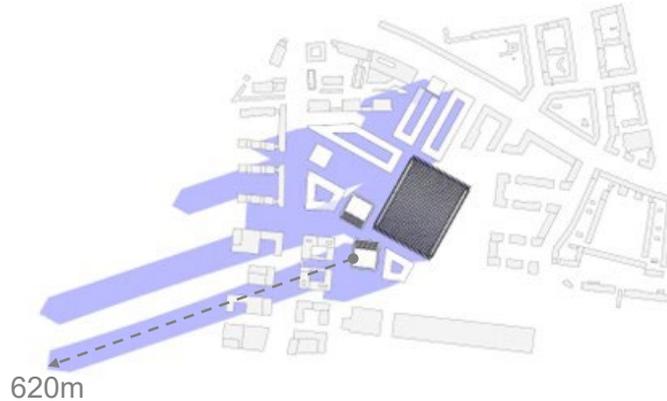
Verschattung

Sommersonnenwende (21. Juni)



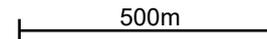
Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)

06:00 Uhr 



Unter sonnigen Bedingungen an einem typischen Sommertag können sich in den frühen Morgenstunden (ersten zwei Stunden des Tages) die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, bis zu 620m südwestlich des Paketposthallen-Gebiets erstrecken, das Wohngebiet südlich des Hirschgartens erreichen und bis zu den Eisenbahnschienen reichen.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



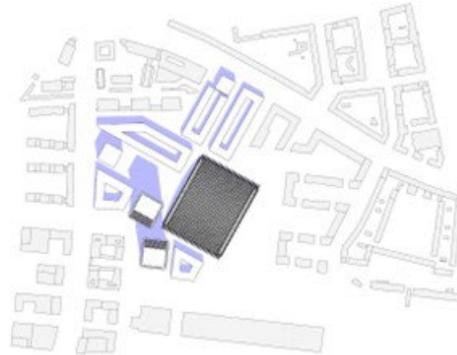
Verschattung

Sommersonnenwende (21.Juni)



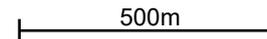
Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)

12:00 Uhr 



Während der Mittagsstunden sind die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, aufgrund des hohen Sonnenstandes weniger ausgeprägt. Daher bleiben sie auf das Gelände der Paketposthalle beschränkt und schützen Außenbereiche vor der intensiven Sommersonne.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



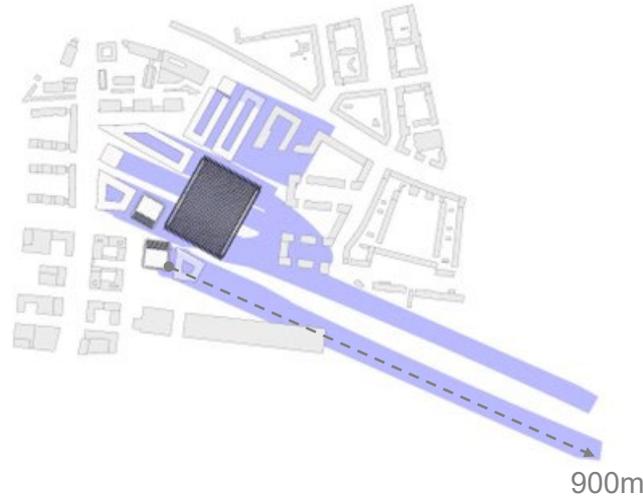
Verschattung

Sommersonnenwende (21.Juni)



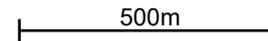
Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)

19:00 Uhr 



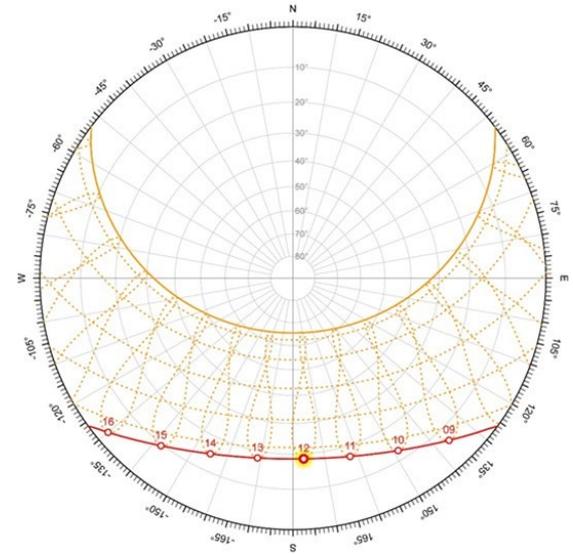
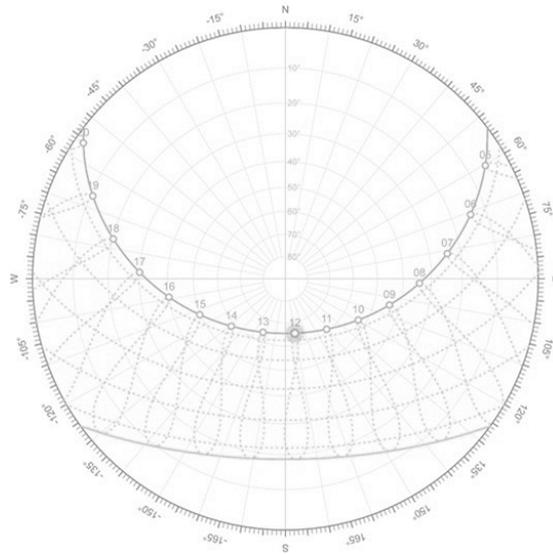
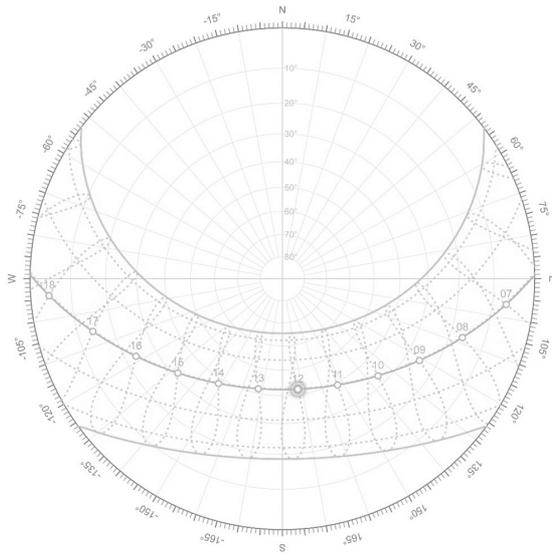
Unter sonnigen Bedingungen an einem typischen Sommertag können sich in den Abendstunden (bis zum Ende des Tages) die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, bis zu 900m südöstlich des Paketposthalle-Gebiets erstrecken.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



Verschattung

Wintersonnenwende (21.Dezember / 8 Sonnenstunden / 9:00 – 16:00)

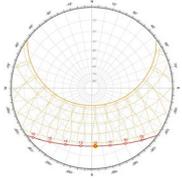


Verschattung

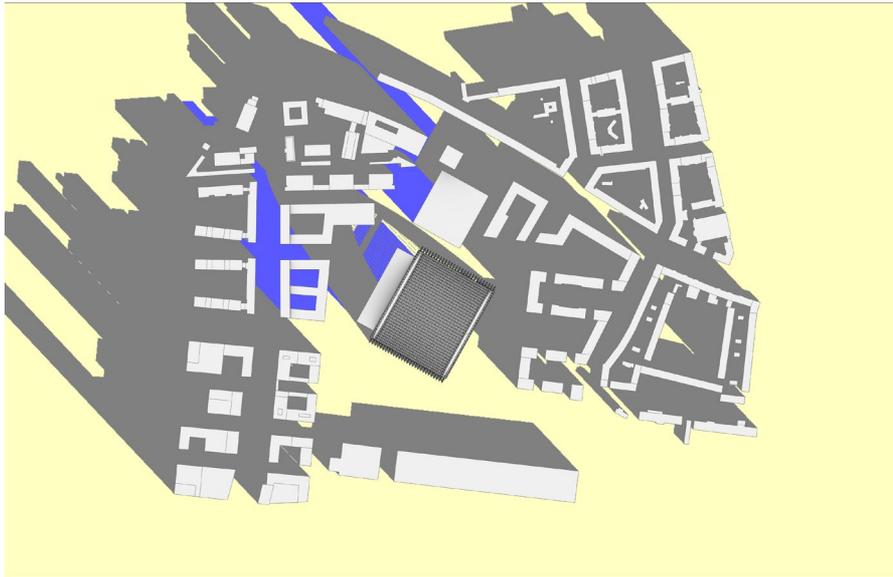
Wintersonnenwende (21.Dezember)



09:00 Uhr

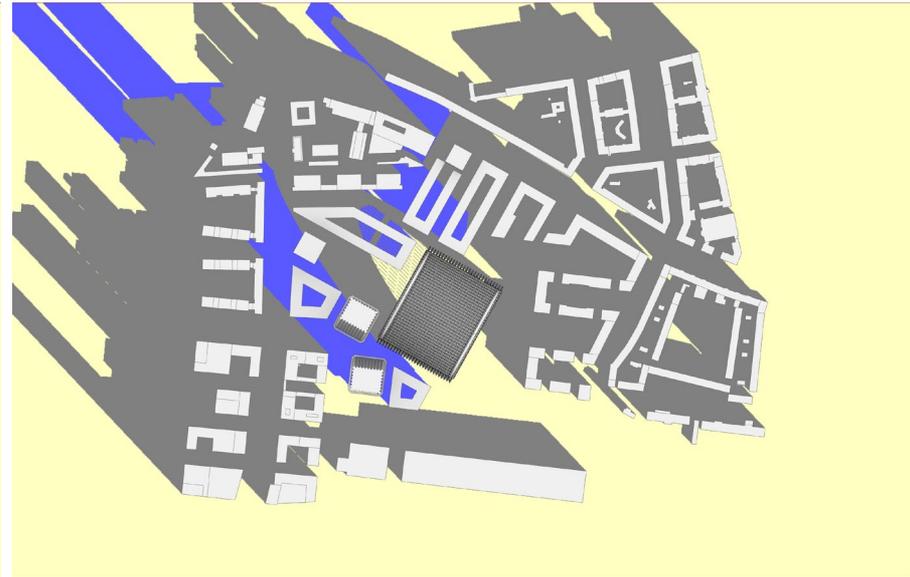


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

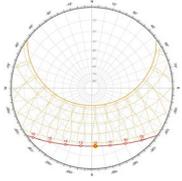
Unverschattet

Verschattung

Wintersonnenwende (21.Dezember)



10:00 Uhr

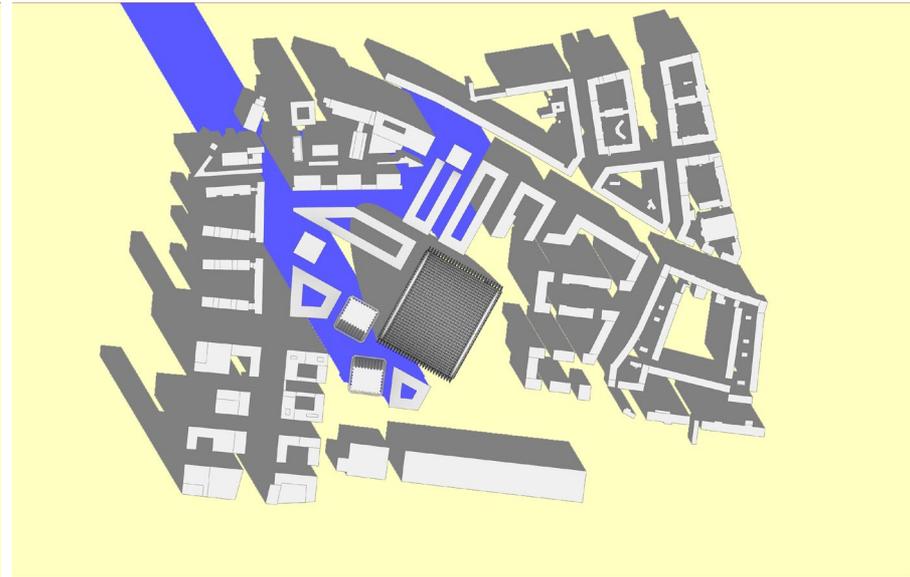


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

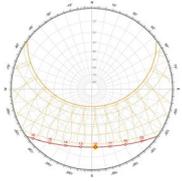
Unverschattet

Verschattung

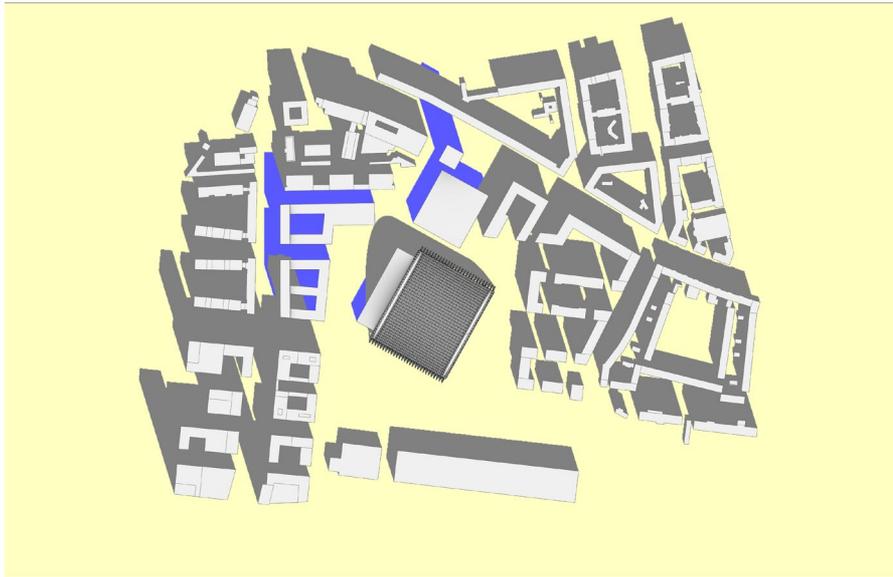
Wintersonnenwende (21.Dezember)



11:00 Uhr

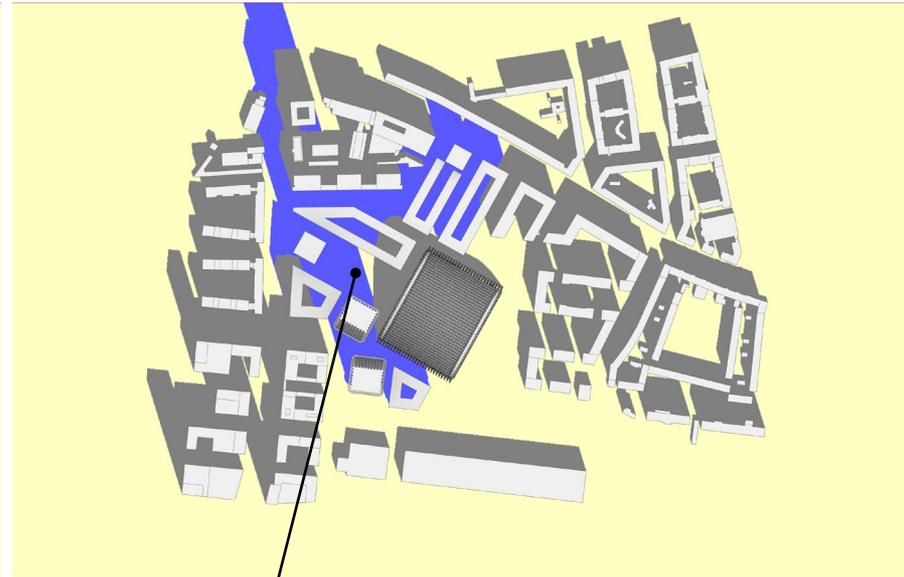


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

Unverschattet

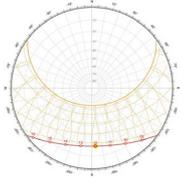
Öffentliche Außenbereiche werden von den Türmen verschattet. Im Gegensatz zur Sommersituation ist dies im Winter nicht vorteilhaft, da die solare Einstrahlung hilfreich ist, um den Komfort im Freien zu verbessern.

Verschattung

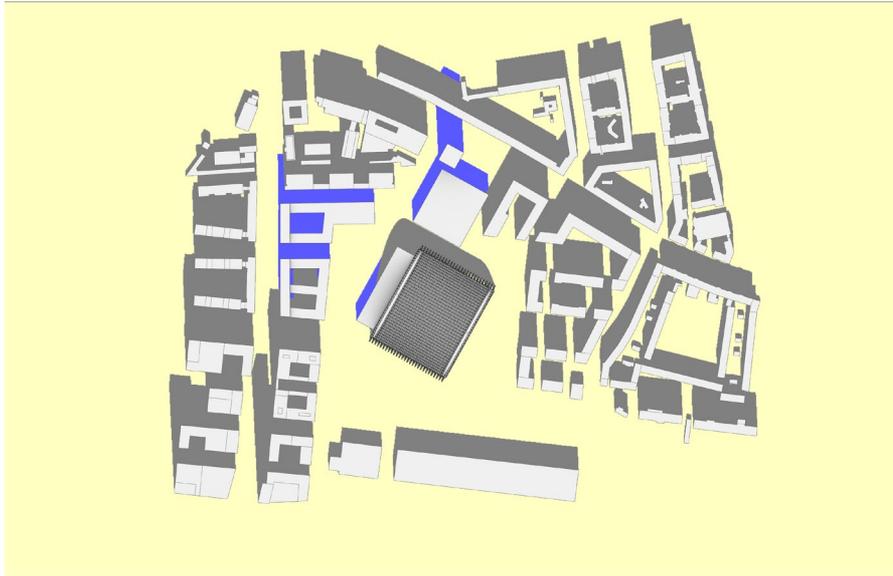
Wintersonnenwende (21.Dezember)



12:00 Uhr

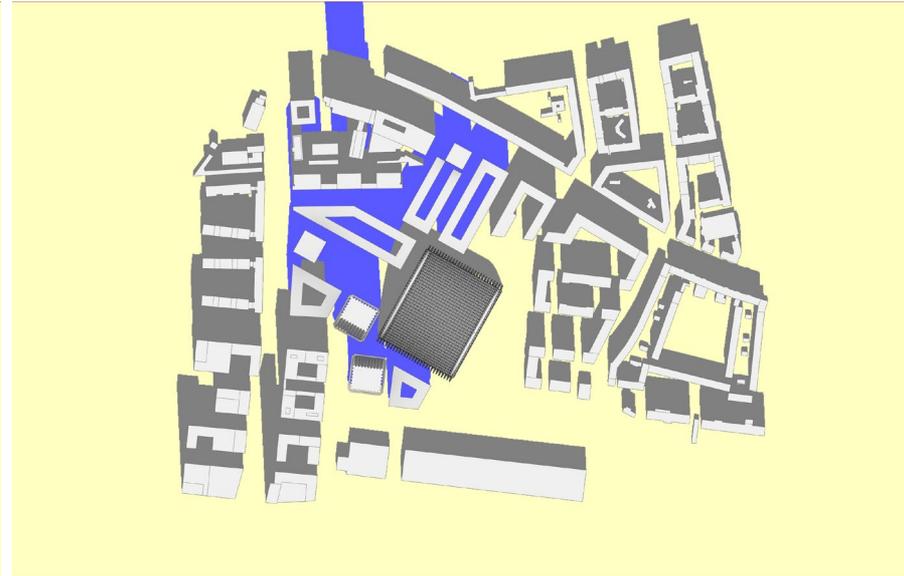


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

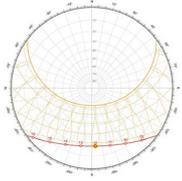
Unverschattet

Verschattung

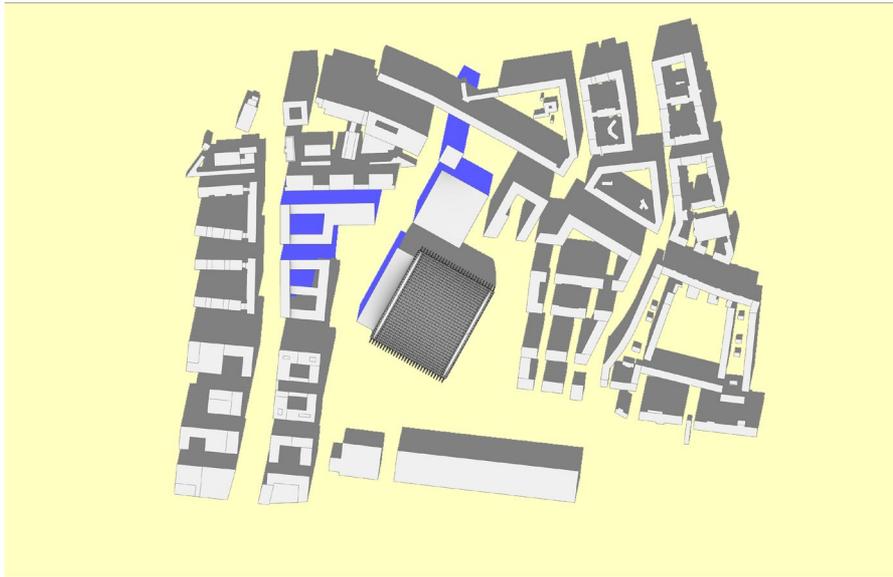
Wintersonnenwende (21.Dezember)



13:00 Uhr

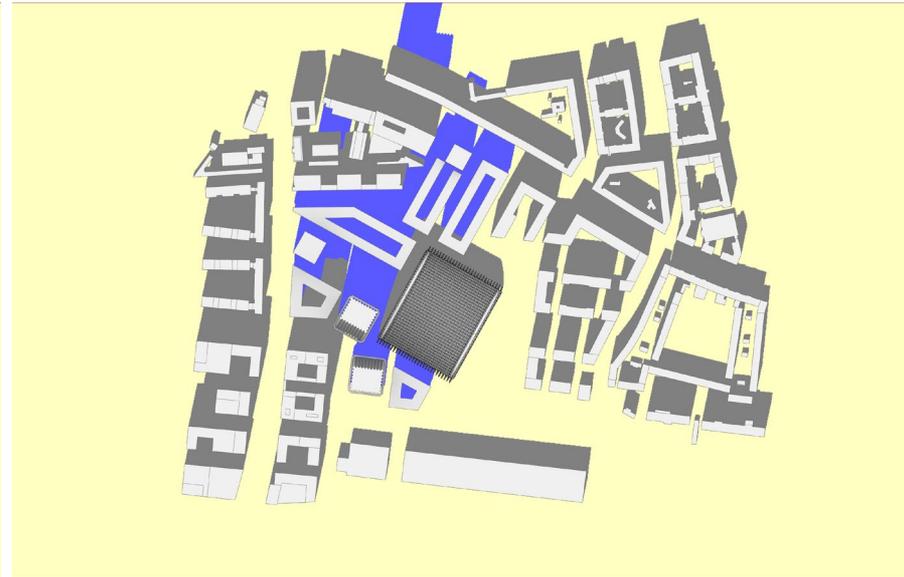


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch bestehenden Kontext

Verschattet durch neue Gebäude

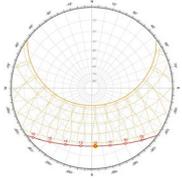
Unverschattet

Verschattung

Wintersonnenwende (21.Dezember)



14:00 Uhr

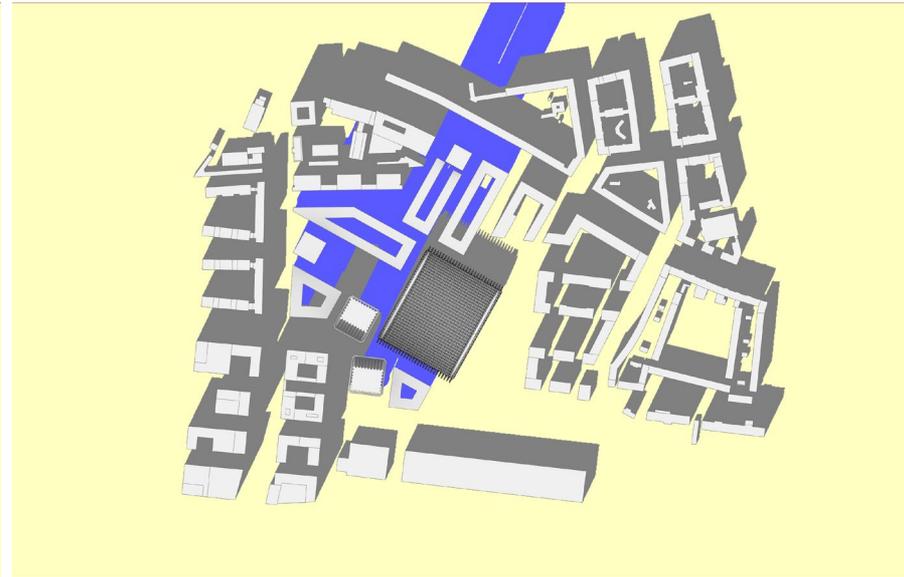


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

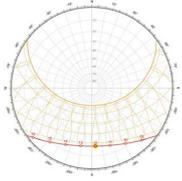
Unverschattet

Verschattung

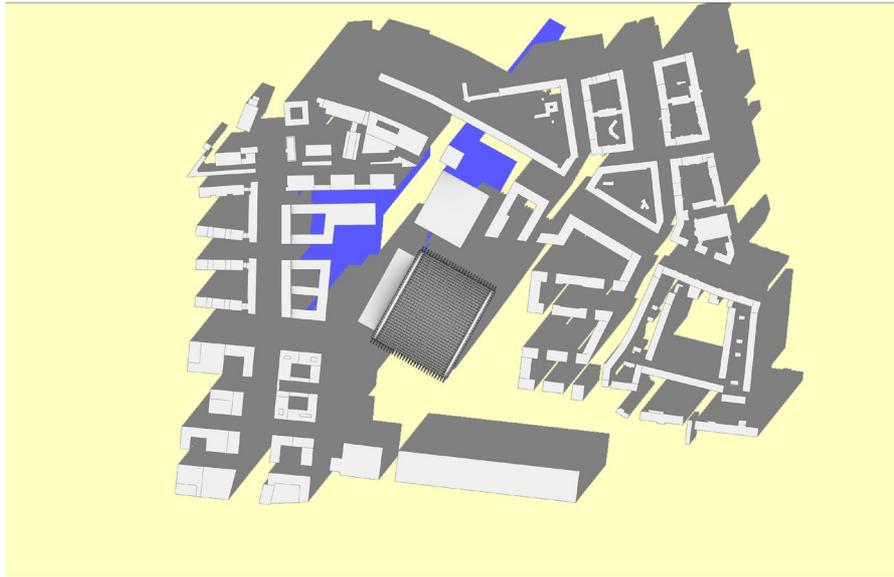
Wintersonnenwende (21.Dezember)



15:00 Uhr

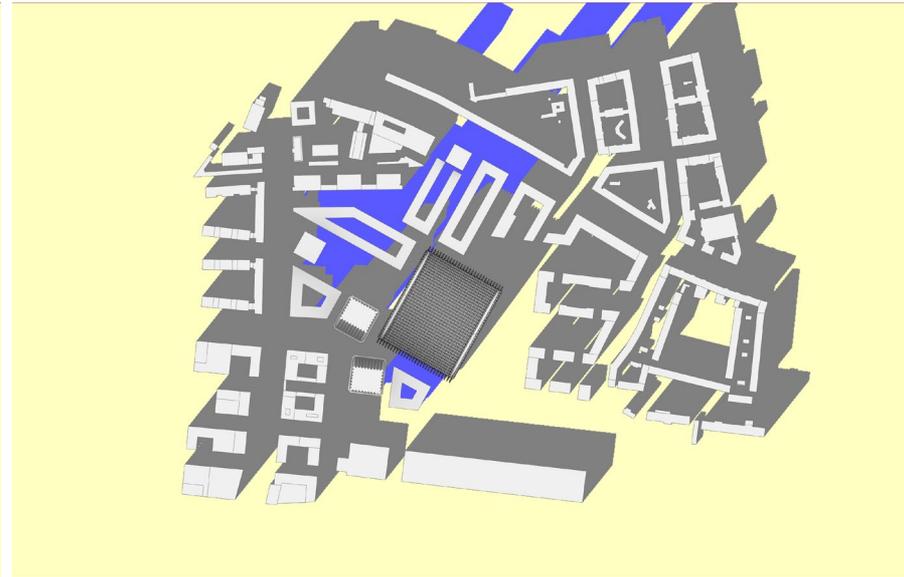


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Verschattet durch
bestehenden Kontext

Verschattet durch
neue Gebäude

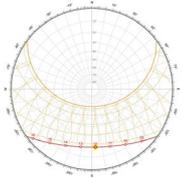
Unverschattet

Verschattung

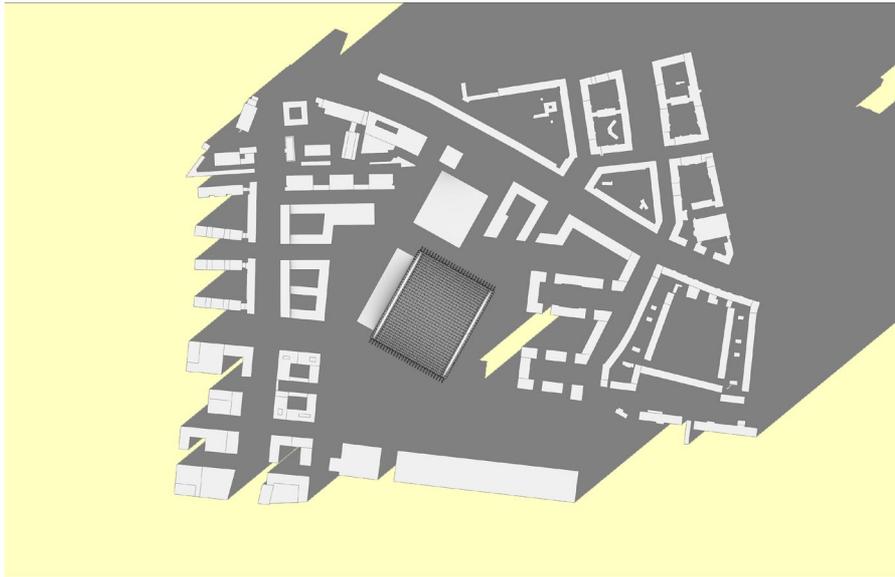
Wintersonnenwende (21.Dezember)



16:00 Uhr 

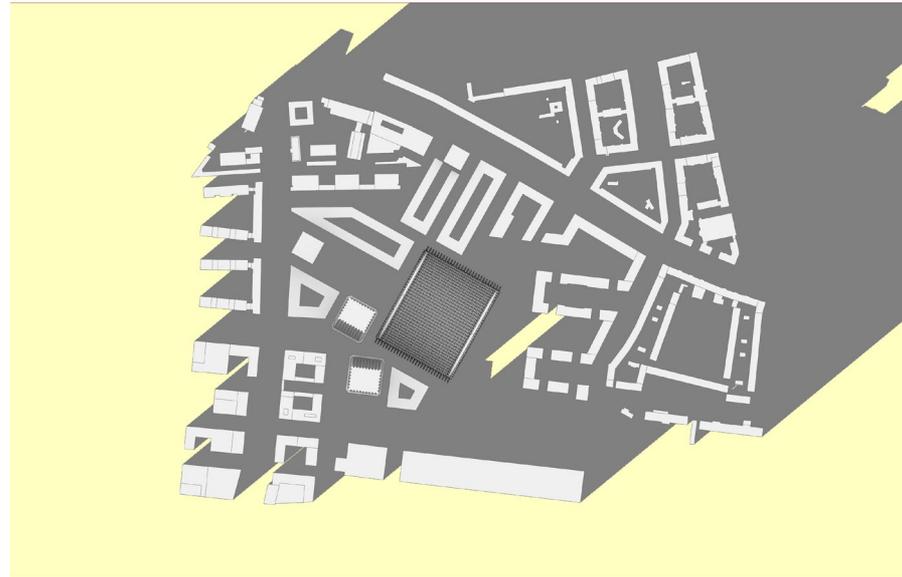


Planungsrecht B-Plan 1926a

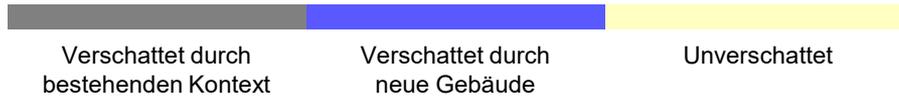


Quelle: Plan auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Plan auf Basis © LHM, Herzog de Meuron



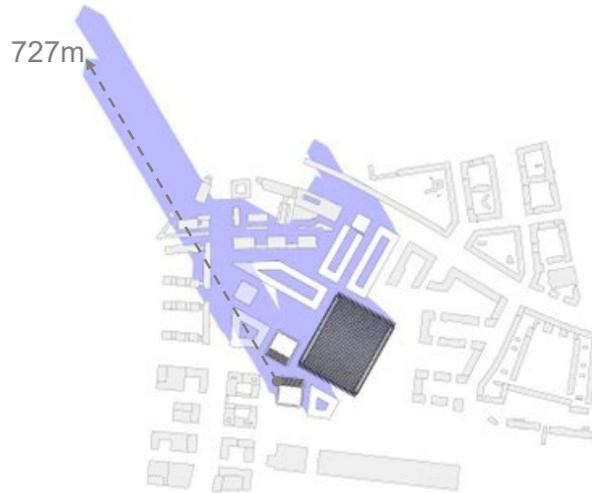
Verschattung

Wintersonnenwende (21.Dezember)



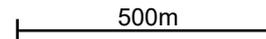
10:00 Uhr 

Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)



Unter klarem Himmel an einem typischen Wintertag können sich in den Morgenstunden (ersten zwei Stunden des Tages) die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, über 720m nordwestlich des Paketposthalle-Gebiets erstrecken und den nordöstlichen Teil des Hirschgartens erreichen.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



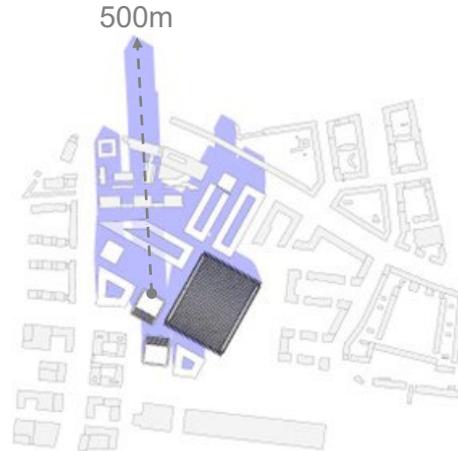
Verschattung

Wintersonnenwende (21.Dezember)



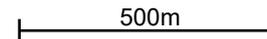
Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)

12:00 Uhr 



Bis Mittag haben sich die Schatten erheblich zurückgezogen (immer noch bis zu 500m) und richten sich nordwärts. Die Verschattung der benachbarten Gebäude außerhalb der Geländegrenzen ist minimiert, und die betroffenen Bereiche bleiben aufgrund der schnellen Bewegung dieser Schatten weniger als eine Stunde im Schatten.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



Verschattung

Wintersonnenwende (21.Dezember)



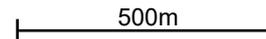
15:00 Uhr 

Schattenwurf zu kritischen Zeitschritten (neue Gebäude)



Unter sonnigen Bedingungen an einem typischen Wintertag können sich in den Nachmittag- und Abendstunden die Schatten, die von den Türmen geworfen werden, bis zu 1km nordöstlich vom Paketposthalle-Gebiet erstrecken. Dennoch bleiben die betroffenen Bereiche aufgrund der schnellen Bewegung dieser Schatten weniger als eine Stunde unbesonnt. Außerdem sind klare sonnige Tage im Winter selten.

Quelle: Modell © LHM, Herzog de Meuron



Besonnung

Einführung



In der folgenden Untersuchung werden die akkumulierten Besonnungsstunden in den Außenbereichen an drei spezifischen Tagen betrachtet (wie zuvor):

- Der 21. März - Tag-Nacht-Gleiche
- Der 21. Juni - Sommersonnenwende
- Der 21. Dezember - Wintersonnenwende

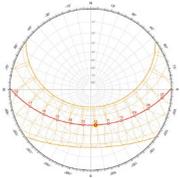
In der Berechnung wird als worst-case Betrachtung von durchgehend klaren, sonnigen Himmelsbedingungen während des gesamten Tages ausgegangen, eine Bewölkung wird nicht betrachtet. Die Berechnung untersucht die Besonnungsdauer in 15-Minuten-Intervallen.

Um die Ergebnisse visuell darzustellen, wird eine Farblegende verwendet, bei der blaue Flächen eine geringere Besonnungsdauer (länger verschattet) und gelbe Flächen eine längere Besonnungsdauer aufweisen.

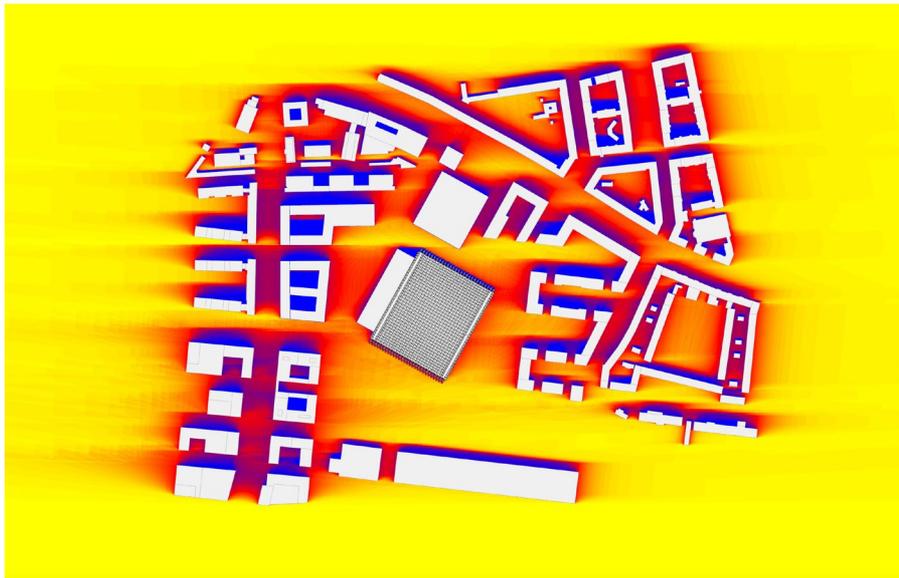
Diese Methode hilft dabei, potenzielle Vorteile oder Nachteile der Besonnung je nach Jahreszeit zu erkennen.

Besonnung

Tag-Nacht-Gleiche (21.März / 12 Sonnenscheinstunden / 7:00 – 18:00)

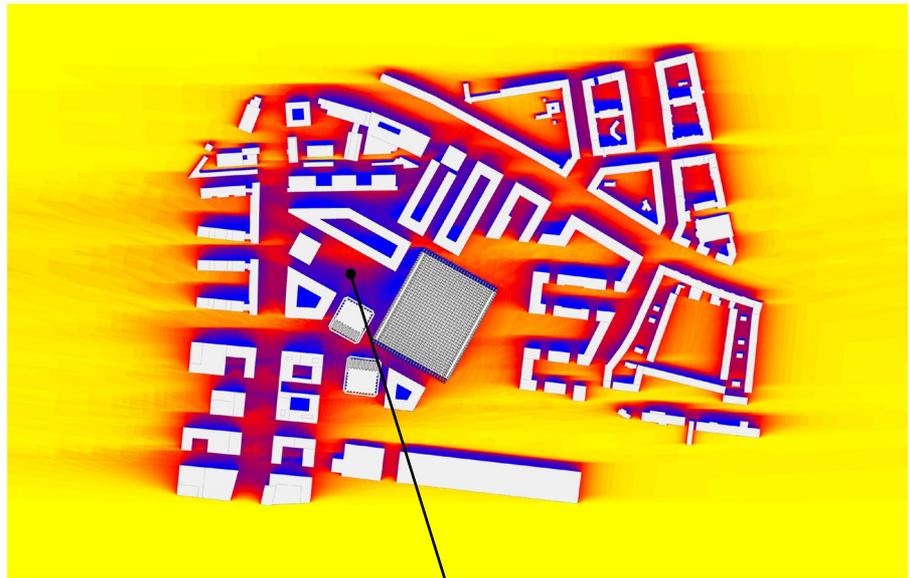


Planungsrecht B-Plan 1926a

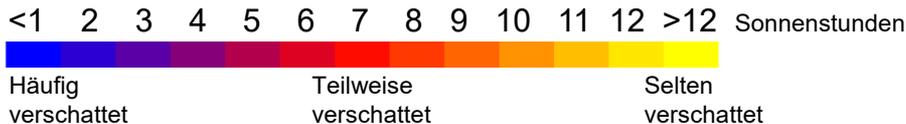


Quelle: Modellbasis Plan © LHM

B-Plan Verfahren 2147



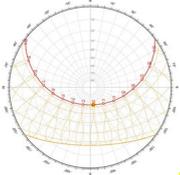
Quelle: Modellbasis Plan © LHM, Herzog de Meuron



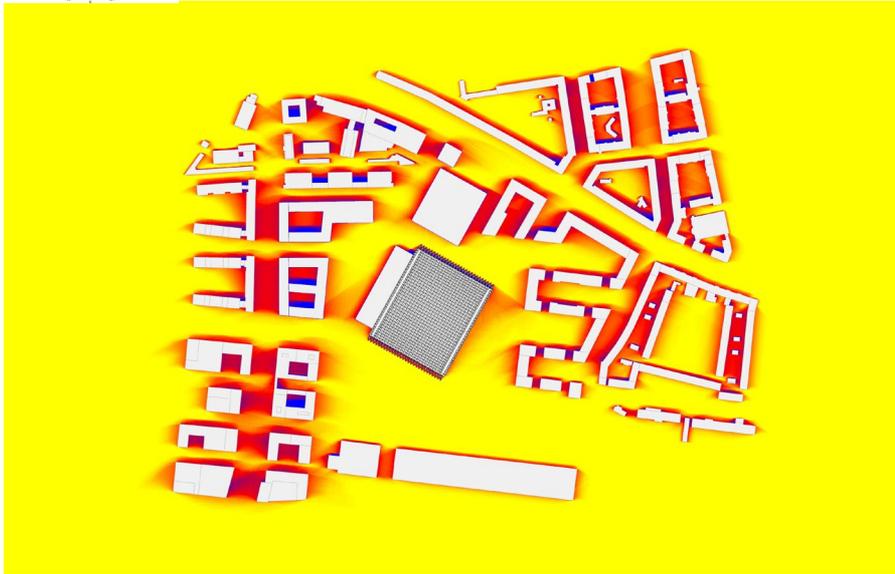
Während eines typischen Frühlings- oder Herbsttages erhält der Quartierspark durchschnittlich 4 Stunden Sonne. Der nördliche Teil ist geringer verschattet (bis zu 6 Stunden Sonne), während der südliche Teil nur etwa 2 Stunden besonnt ist. Dies ist jedoch nicht unbedingt ein Nachteil, sollte jedoch bei der Bepflanzung und Möblierung von Aufenthaltsorten berücksichtigt werden.

Besonnung

Sommersonnenwende (21. Juni / 16 Sonnenscheinstunden / 5:00 – 20:00)

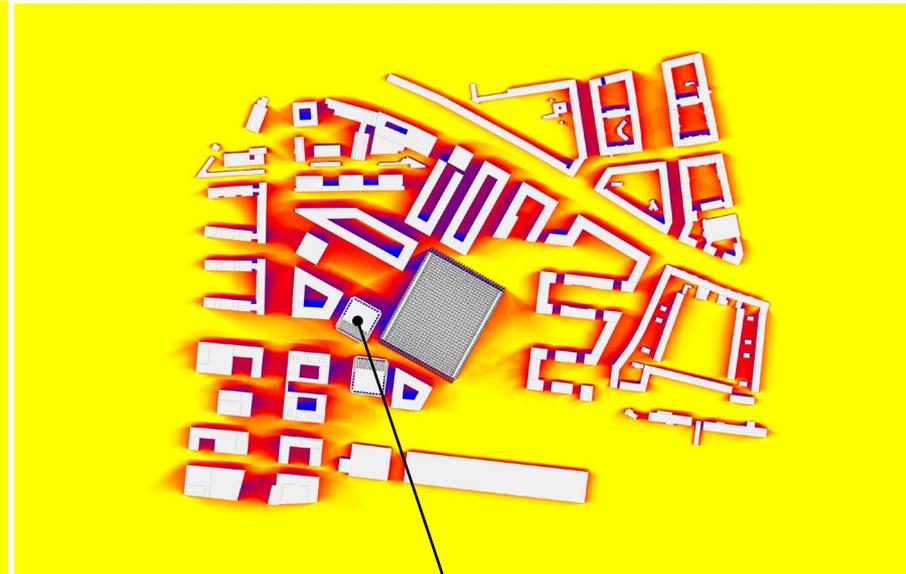


Planungsrecht B-Plan 1926a

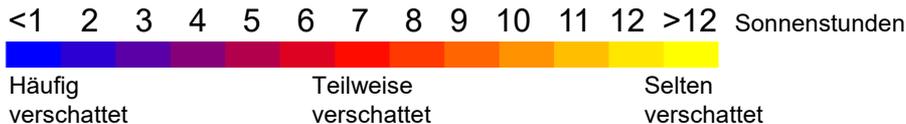


Quelle: Modellbasis Plan © LHM

B-Plan Verfahren 2147



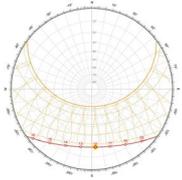
Quelle: Modellbasis Plan © LHM, Herzog de Meuron



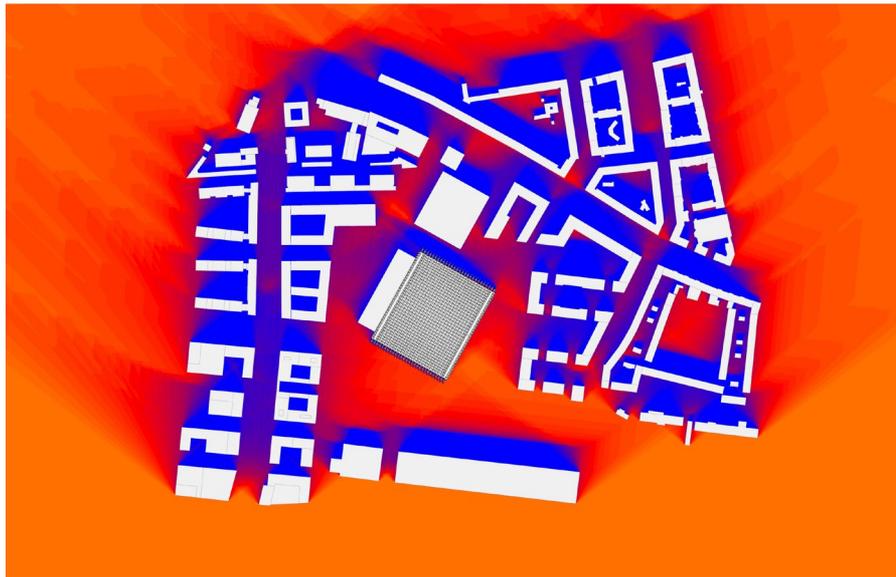
An einem typischen Sommertag zeigt der Quartierspark durch die angrenzende Bebauung eine verstärkte Verschattung, die Schutz vor intensiver Sonne bietet. Im Vergleich zu einer vollständig der Sonne ausgesetzten Fläche erhöht sich durch die Verschattung der Außenkomfort und der Wärmeinsel-Effekt verringert sich. Der zentrale Bereich erhält immer noch rund 12 Stunden direktes Sonnenlicht. Auch die Innenhöfe sind in dieser Variante weniger der direkten Sonne ausgesetzt.

Besonnung

Wintersonnenwende (21.Dezember / 8 Sonnenscheinstunden / 9:00 – 16:00)

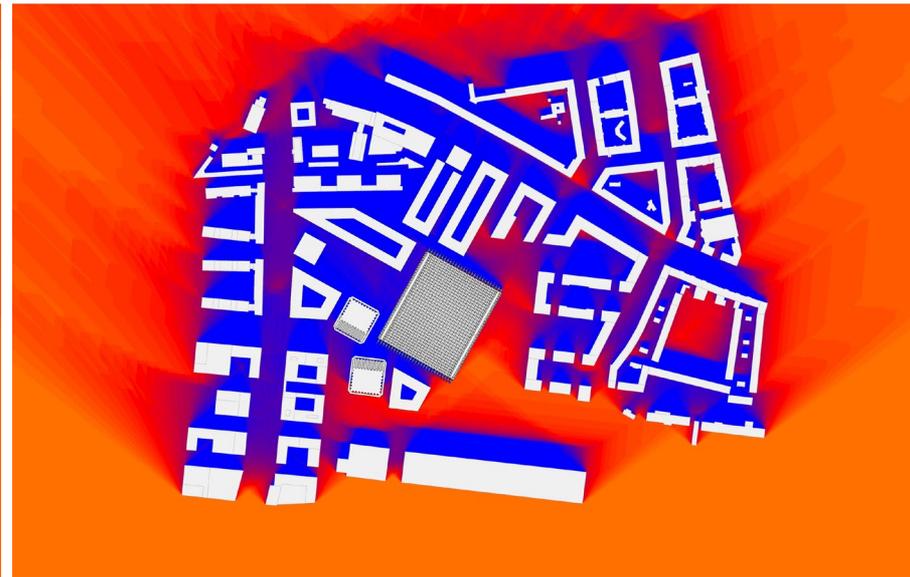


Planungsrecht B-Plan 1926a



Quelle: Modellbasis Plan © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Modellbasis Plan © LHM, Herzog de Meuron

<1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 >12 Sonnenstunden



An einem typischen Wintertag erhält der Quartierspark aufgrund des niedrigen Sonnenstandes nur 2 bis max. 3 Stunden direktes Sonnenlicht, was für den thermischen Aussen-Komfort nur wenig Vorteilhaft ist. Auch die übrigen Freiflächen um die angrenzenden Gebäude sind stark verschattet. So gelangt in beiden Varianten keine direkte Sonne in die Innenhöfe.

Verschattung-Besonnung

Übersicht



Die Untersuchungen zeigen, dass es im B-Plan 2147 im Vergleich zum Planungsrecht B-Plan 1926a zu einem Anstieg der verschatteten Flächen kommt. Dies ist größtenteils auf den dichteren Städtebau zurückzuführen, welcher mehr Gebäude und Hochhäuser einführt. Bei der Betrachtung der Sonnenstunden über den Verlauf eines gesamten Tages wird jedoch hauptsächlich im Bereich des Quartiersparks ein ausgeprägter Unterschied festgestellt – und dies ist in allen drei analysierten Zeiträumen konsistent.

Frühling/Herbst:

Während dieser Jahreszeiten erfährt der Quartierspark unterschiedliche lange Besonnungsdauern. Im Durchschnitt erhält er 4 Stunden direktes Sonnenlicht; der nördliche Teil bis zu 6 Stunden, während der Rest stärker verschattet wird und nur ungefähr 2 Stunden besonnt ist.

Sommer:

Der Quartierspark zeigt durch die angrenzende Bebauung eine verstärkte Verschattung, die Schutz vor intensiver Sommersonne bietet, den Komfort im Freien steigern und den Wärmeinsel-Effekt reduzieren kann. Die Mitte des Quartiersparks ist immer noch 12 Stunden direktem Sonnenlicht ausgesetzt. Aufgrund dieser langen Besonnung werden insbesondere hier Verschattungsmaßnahmen wie z.B. Bäume empfohlen. Die Innenhöfe der Gebäude sind besser vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt als jene im B-Plan 1926a.

Winter:

Im Winter erhält der Quartierspark nur für 2-3 Stunden direktes Sonnenlicht. In der kalten Jahreszeit kann der thermische Komfort im Außenraum durch Sonneneinstrahlung verbessert werden, dies ist aufgrund der angrenzenden Bebauung und des Schattenwurfs bei niedrigem Sonnenstand nur sehr bedingt möglich.

Die Länge des Schattenwurfs der Türme variiert stark je nach Jahreszeit, wobei die größte Ausdehnung in den Winterabenden auftritt. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass klare, sonnige Tage im Winter relativ selten sind. Generell sorgt die schnelle Bewegung der Schatten dafür, dass die betroffenen Bereiche nur kurze Zeit (weniger als 1h) verschattet werden.

Solare Einstrahlung

Solare Einstrahlung

Zusammenfassung



In dieser Untersuchung wird die solare Einstrahlung auf den Gebäuden berechnet, um das Potential für solare Energieerzeugung in dem Quartier (Hallendach, Dachflächen Neubauten und Fassaden der Türme) zu bewerten.

Die hier untersuchten Varianten sind der bestehende, rechtsgültige Bebauungsplan Nr. 1926a, fortan als "B-Plan 1926a" bezeichnet, und der neue Entwicklungsplan, vorgelegt von Herzog de Meuron Architekten, im Folgenden als "B-Plan Verfahren 2147" bezeichnet.

Die Analyse berücksichtigt statistische Wetterdaten inkl. Verschattung durch Bewölkung und zielt darauf ab, die beiden unterschiedlichen Entwurfsvorschläge zu vergleichen und dabei auch die Auswirkungen hervorzuheben, die sie auf die umliegenden Gebäude haben, insbesondere auf angrenzende PV-Anlagen auf Bestandsdächern.

Solare Einstrahlung

Analyse Wetterdaten

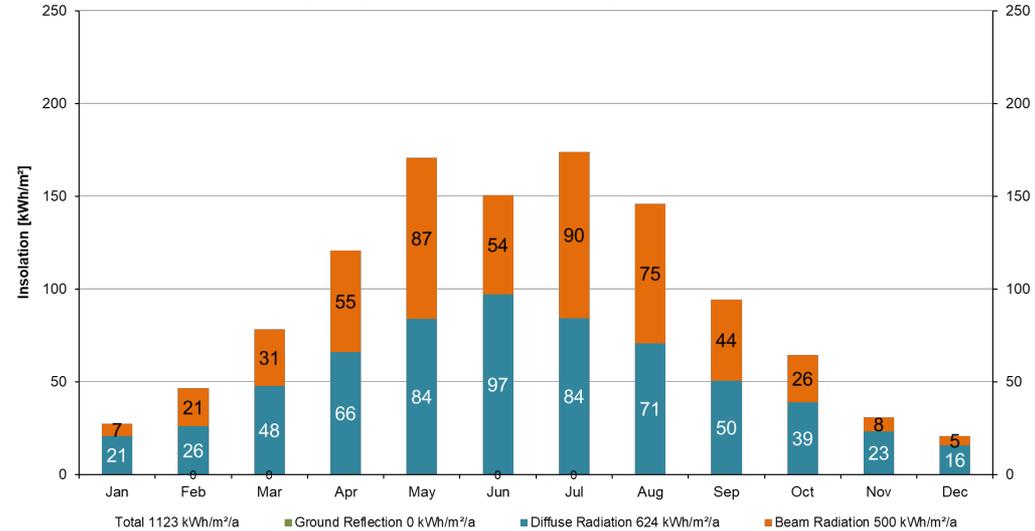


Für die Berechnungen wird der IWEK Wetterdatensatz für München verwendet (International Weatherdata for Energy Calculations). Hier dargestellt eine Übersicht des Datensatzes.

In Summe über das Jahr beträgt die solare Einstrahlung auf eine horizontale Fläche 1123 kWh/m²a und ist in der Sommersaison zwischen Mai und August am höchsten.

Die Südfassade erhält von allen Fassaden mit 863 kWh/m²a über das ganze Jahr am meisten solare Einstrahlung, wobei Werte >60 kWh/m² von Februar bis Oktober auftreten, während sich bei Ost- und Westfassaden (ca. 650 kWh/m²a) die Einstrahlung hauptsächlich auf die Sommermonate April-August konzentriert. Die Nordfassade erhält mit 376 kWh/m²a am wenigsten solare Einstrahlung.

Ganzjährige solare Einstrahlung auf der Horizontalen



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Yearly
Total Horizontal Insolation (kWh/m ²)	27	46	78	120	171	151	174	146	94	64	31	21	1,123
Total North Facade Insolation (kWh/m ²)	12	16	28	39	53	56	53	44	31	23	13	9	376
Total East Facade Insolation (kWh/m ²)	17	26	45	74	95	88	95	82	54	40	17	12	646
Total South Facade Insolation (kWh/m ²)	38	64	73	88	96	78	95	98	85	78	39	31	863
Total West Facade Insolation (kWh/m ²)	18	31	51	71	98	84	95	82	57	38	19	13	658
Max Outside Temperature (C)	10.8	10.2	19	22.6	25.8	27.4	33.3	31.1	27.5	24.4	14.1	9.3	33.3
Mean Outside Temperature (C)	-0.5	-2.6	2.7	7.4	12.4	14.4	18	17.3	13.6	9	3.6	-0.2	8
Min Outside Temperature (C)	-11.8	-16.5	-9	-3.5	0.1	4	9.1	5	4.5	-3.5	-5.4	-10.7	-16.5

Solare Einstrahlung

Randbedingungen Berechnung



Solare Reflexionsgrade

Oberflächen

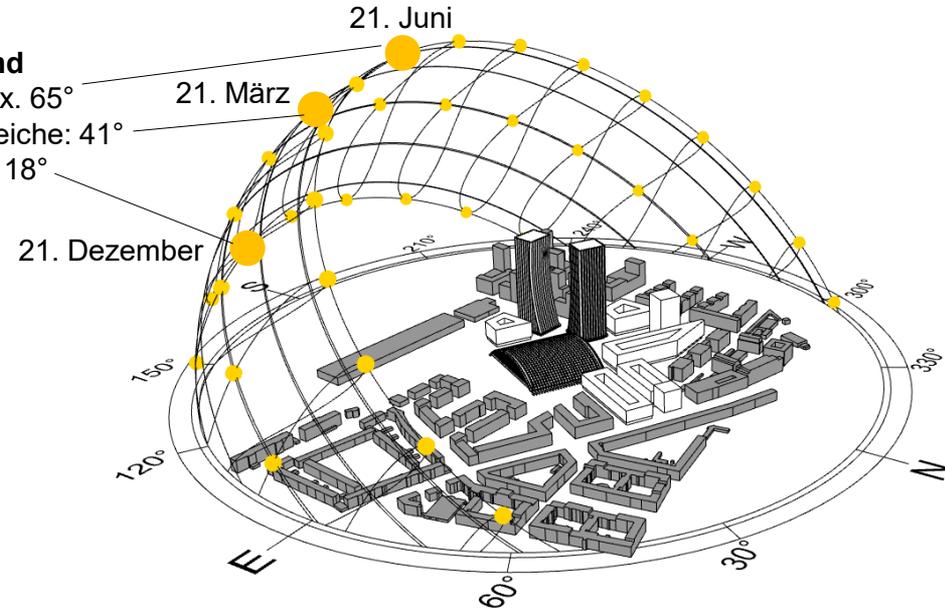
Paketposthalle	50%
Bestandsgebäude	40%
Neubauten	40%
Boden	20%
Angrenzende Gebäude	40%

Höhenwinkel Sonnenstand

Sommersonnenwende: max. 65°

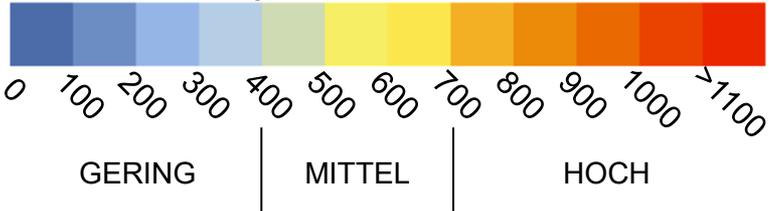
Frühling Tag-und-nacht-Gleiche: 41°

Wintersonnenwende: max. 18°



Skala

Solare Einstrahlung kWh/m².a



Potenzial für die
Energieerzeugung

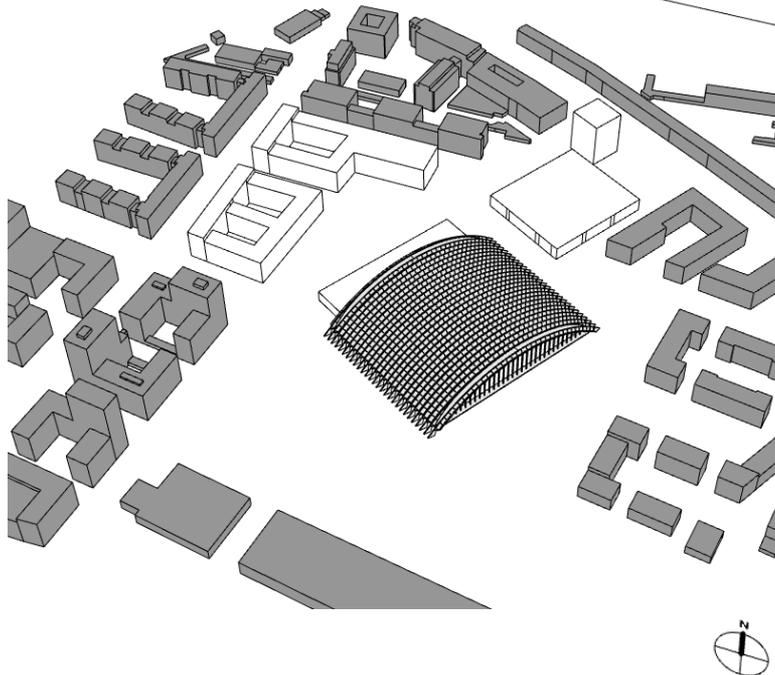
Quelle: Modell auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Solare Einstrahlung

Modell Übersicht

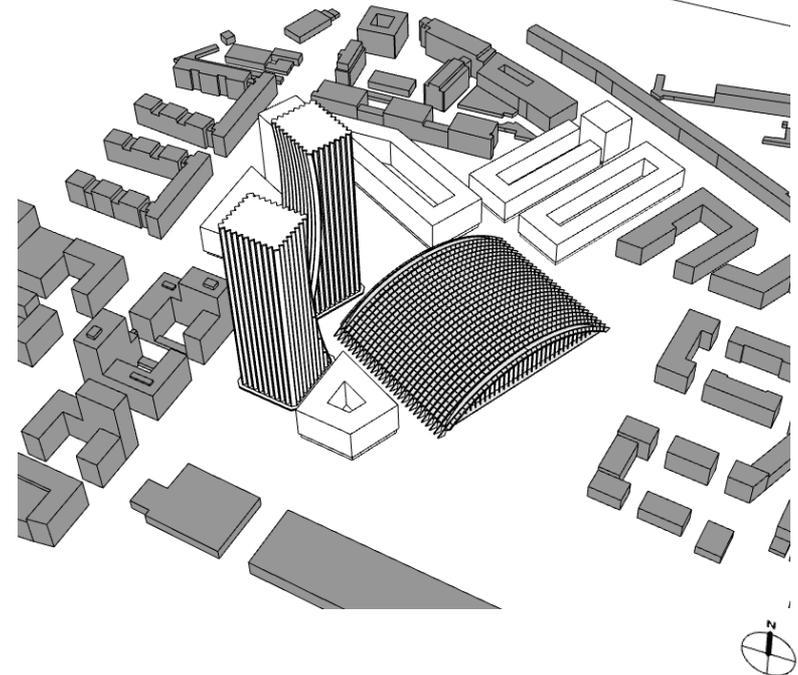


B-Plan 1926a



Quelle: Modell auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147



Quelle: Modell auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

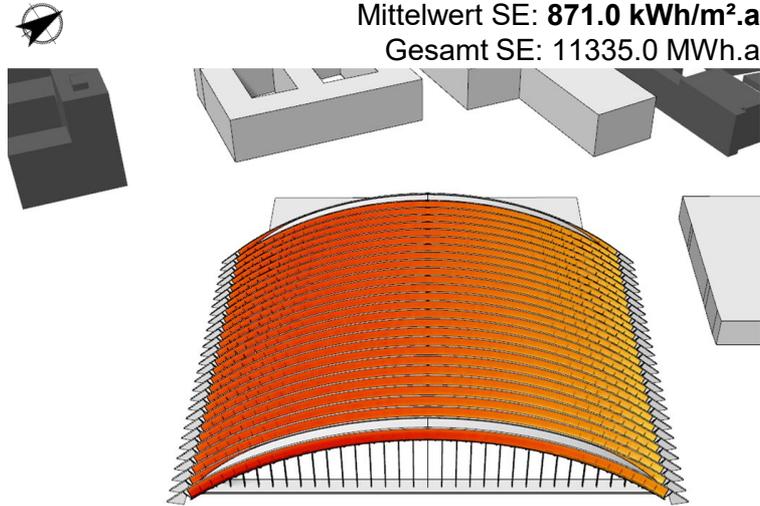
Solare Einstrahlung - Paketposthalle

Süd-Ost orientierte Dachflächen



B-Plan 1926a

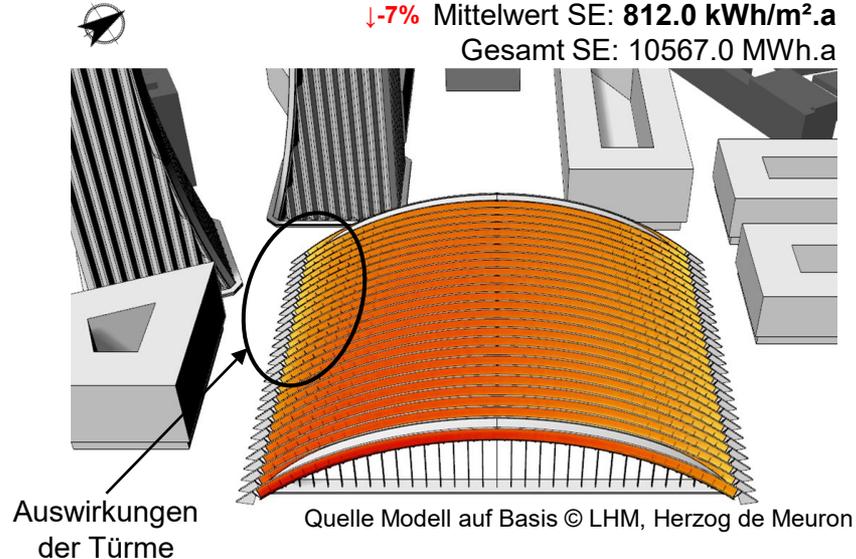
Gesamtfläche: 13013.4 m²
Mittelwert SE: **871.0 kWh/m².a**
Gesamt SE: 11335.0 MWh.a



Quelle: Modell auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147

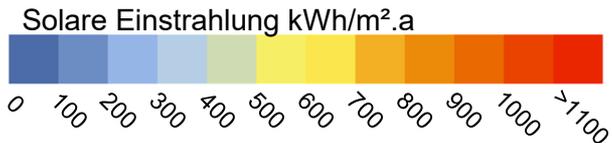
Gesamtfläche: 13013.4 m²
↓-7% Mittelwert SE: **812.0 kWh/m².a**
Gesamt SE: 10567.0 MWh.a



Auswirkungen
der Türme

Quelle Modell auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Ansicht von Süd-Ost



Quelle: Modell auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

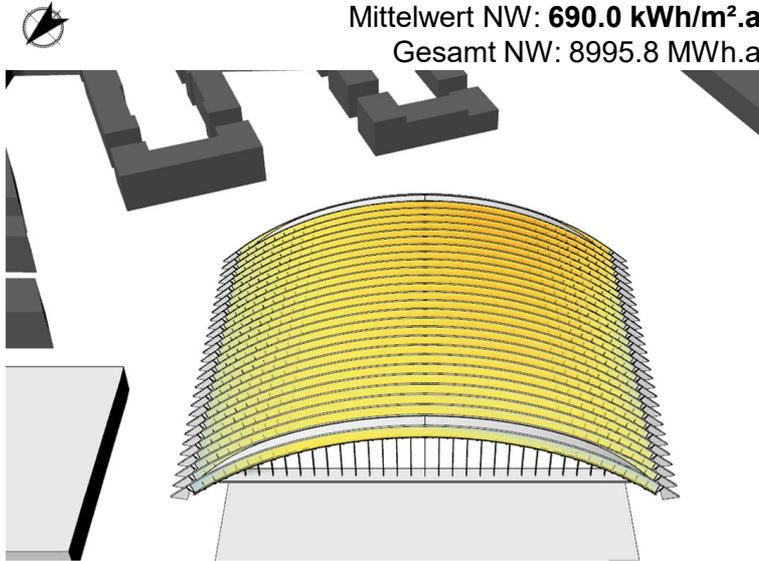
Solare Einstrahlung - Paketposthalle

Nord-West orientierte Dachflächen



B-Plan 1926a

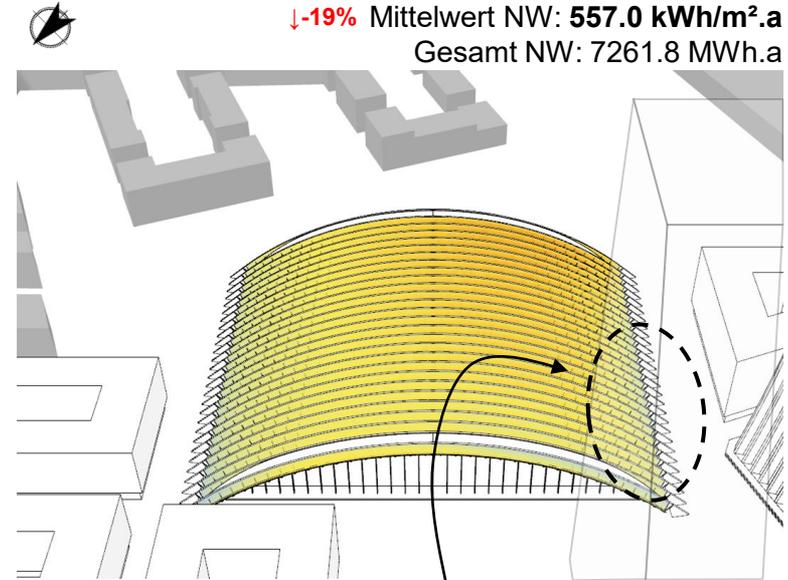
Gesamtfläche: 13037.4 m²
Mittelwert NW: **690.0 kWh/m².a**
Gesamt NW: 8995.8 MWh.a



Quelle: Modell auf Basis © LHM

B-Plan Verfahren 2147

Gesamtfläche: 13013.4 m²
↓-19% Mittelwert NW: **557.0 kWh/m².a**
Gesamt NW: 7261.8 MWh.a

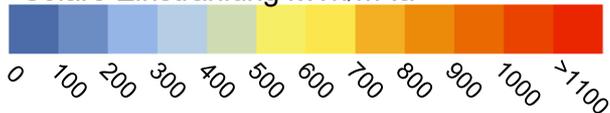


Quelle Modell auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Ansicht von Nord-West

Auswirkungen
der Türme

Solare Einstrahlung kWh/m².a



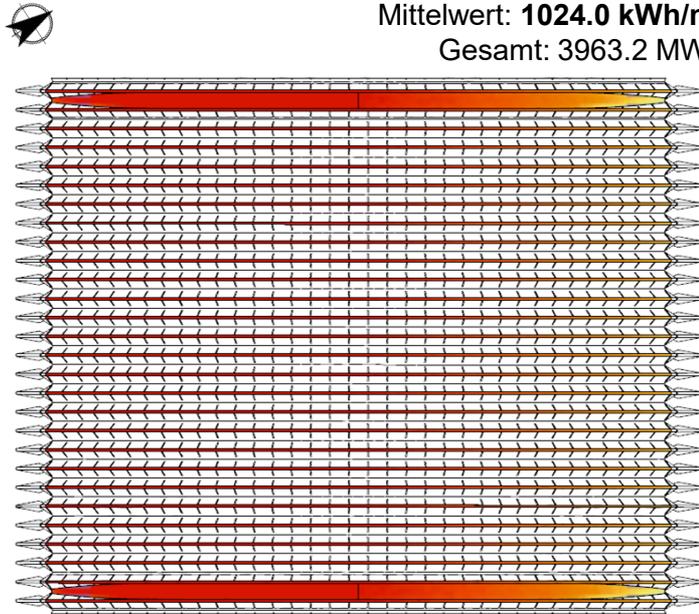
Solare Einstrahlung - Paketposthalle

Oberste Dachflächen



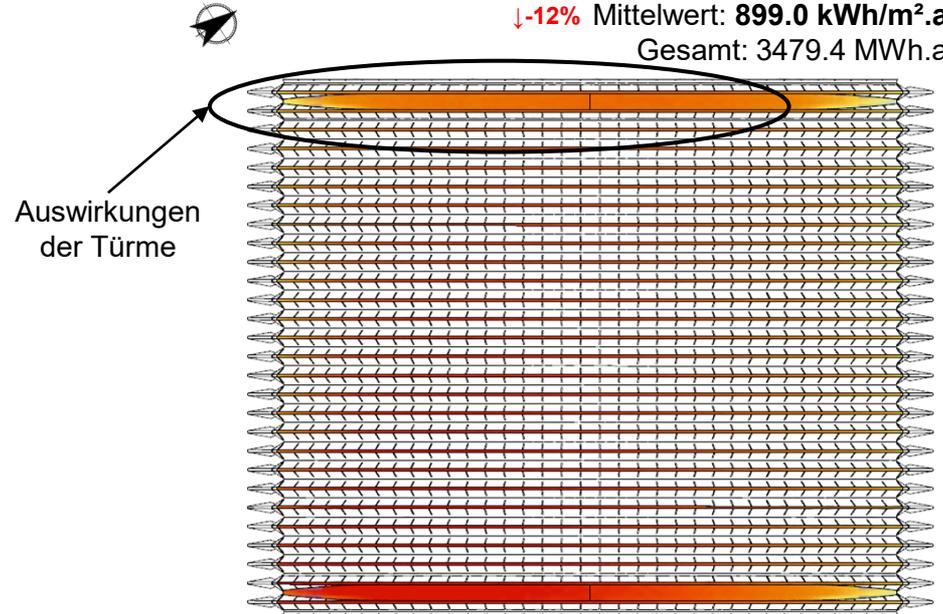
B-Plan 1926a

Gesamtfläche: 3870.3 m²
Mittelwert: **1024.0 kWh/m².a**
Gesamt: 3963.2 MWh.a



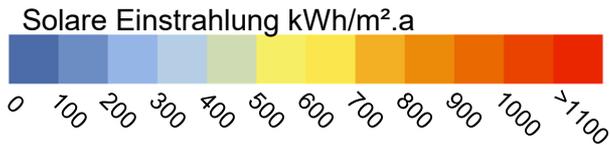
B-Plan Verfahren 2147

Gesamtfläche: 3870.3 m²
↓-12% Mittelwert: **899.0 kWh/m².a**
Gesamt: 3479.4 MWh.a



Auswirkungen
der Türme

Ansicht von oben



Solare Einstrahlung - Dächer

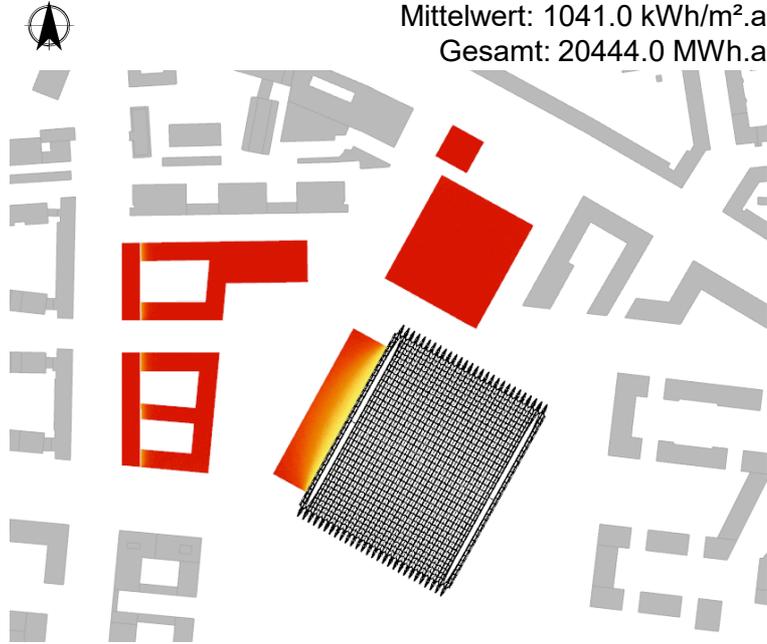
Neue Gebäude



B-Plan 1926a

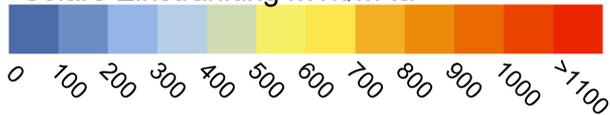
Dächer

Mittelwert: 1041.0 kWh/m².a
Gesamt: 20444.0 MWh.a



Quelle: Modell auf Basis © LHM

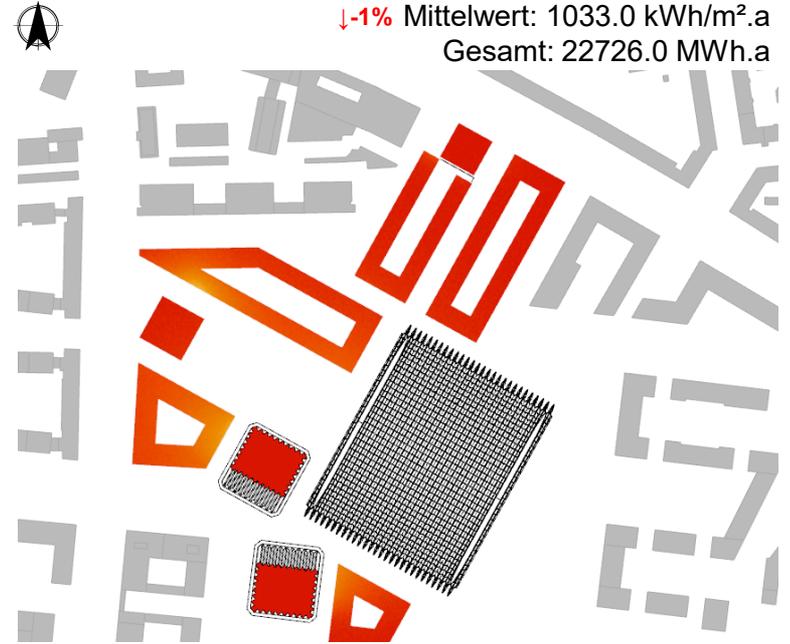
Solare Einstrahlung kWh/m².a



B-Plan Verfahren 2147

Dächer

↓-1% Mittelwert: 1033.0 kWh/m².a
Gesamt: 22726.0 MWh.a



Ansicht von oben

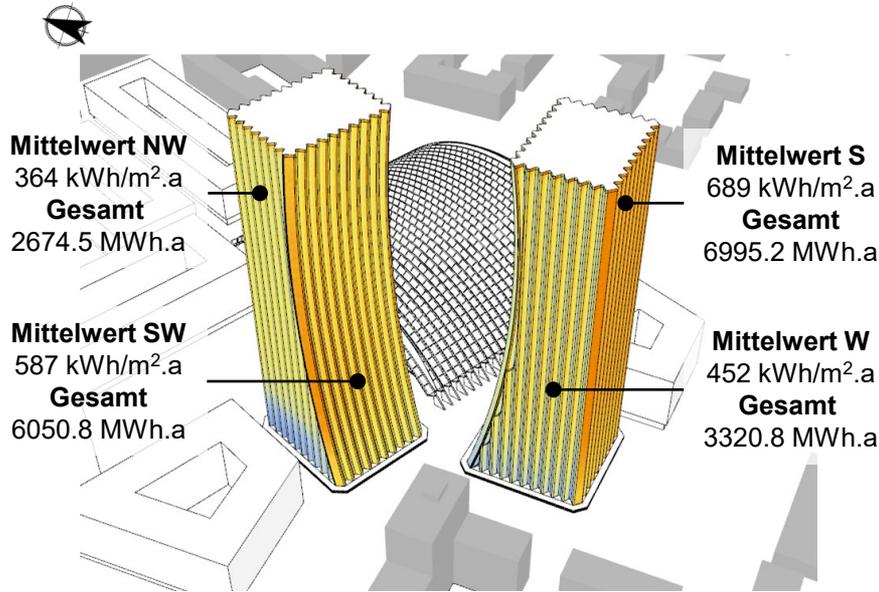
Quelle Modell auf Basis © LHM, Herzog de Meuron

Solare Einstrahlung - Hochhäuser

Dächer und Fassaden

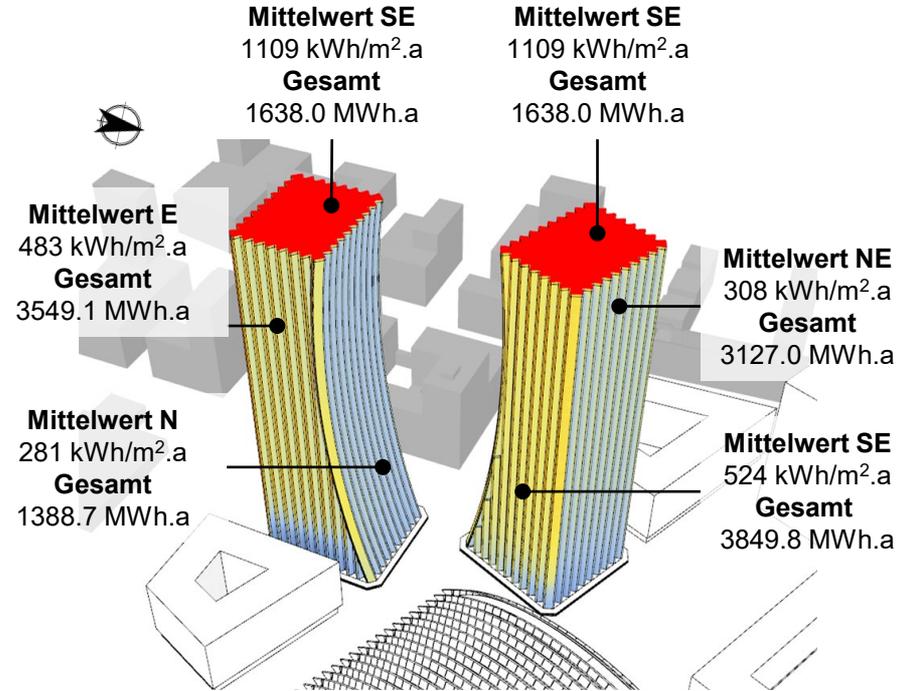


B-Plan Verfahren 2147



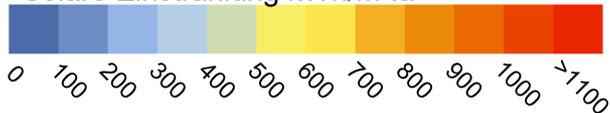
Ansicht von Süd-West

Quelle: Modelle basierend auf Plan © Herzog de Meuron



Ansicht von Nord-Ost

Solare Einstrahlung kWh/m².a



Fassaden (alle)	Dächer
Mittelwert: 461 kWh/m ² .a Gesamt: 32414 MWh.a	Mittelwert SE: 1109 kWh/m ² .a Gesamt SE: 3276 MWh.a

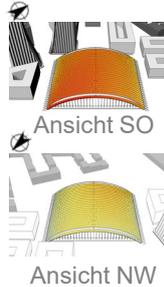
Solarenergie

Randbedingungen

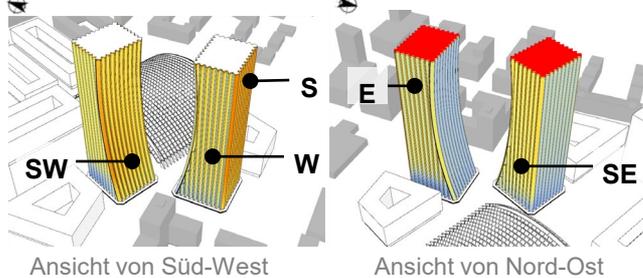
Dächer neue Gebäude



Paketposthalle



Hochhausfassaden



Paketposthalle

Variante 1

PV tiefer als OK Rippe, 14,872 m²



Variante 2

PV bis OK Rippe, 17,845 m²



Variante x.1

Standard PV



Variante x.2

Weißer PV



Variante x.3

Graue PV



Quelle: Studie von © Herzog de Meuron

Links oben sind die visuellen Ergebnisse der solaren Einstrahlungsstudie zu sehen. Für die verschiedenen Gebäudehüllen wurde die solare Einstrahlung über das gesamte Jahr ermittelt. (siehe auch separates Energie-Gutachten) Rechts oben sind die aktuellen Entwürfe für die PV-Anlage auf der Paketposthalle von HdM-Architekten für die Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde dargestellt. Zwei Optionen für die Anbringung werden bei dieser Studie in Betracht gezogen – entweder wird die Oberkante der Paneele tiefer gesetzt oder wird bis zur Oberkante der Rippen geführt. Daraus resultieren zwei unterschiedliche Größen der PV-Anlagen (14,872 m² oder 17,845 m²). Ebenso werden drei Photovoltaikarten – konventionelle dunkle Paneele, weiße und graue PV (mit unterschiedlichen Wirkungsgraden, 22%, 10%, 18%) – untersucht.

Auf Basis der Einstrahlungsstudie, der oben genannten Varianten und der ermittelten Flächen wurde das Potenzial der Photovoltaik berechnet und auf der nachfolgenden Seite tabellarisch aufgeführt.

Solarenergie

Stromertrag der Varianten

B-Plan Verfahren 2147	Variante 1 - Ist-Zustand Planung				Variante 2 - Ist-Zustand Planung				Variante 3 - Optimiert (10.2023)		Variante 4 - Maximal		
	Var1.1	Var1.2	Var1.3		Var2.1	Var2.2	Var2.3		Var3		Var4		
	Std PV	Weißer PV	Graue PV		Std PV bis OK Rippe	Weißer PV bis OK Rippe	Graue PV bis OK Rippe		50% Dach 18% Fassade		60% Dach 30% Fassade		
	Fläche [m²]	PV Ertrag [MWh/a]			Fläche [m²]	PV Ertrag [MWh/a]			Fläche [m²]	PV Ertrag [MWh/a]	Fläche [m²]	PV Ertrag [MWh/a]	
PPH PV Wirkungsgrad		22%	10%	18%		22%	10%	18%		18%		18%	
PPH Flächen Süd-Ost	7436	1276	580	1044	8923	1531	696	1253	8923	1253	8923	1253	
PPH Flächen Nord-West	7436	843	383	689	8923	1011	460	827	8923	827	8923	827	
Neubauten PV Wirkungsgrad		22%	22%	22%		22%	22%	22%		22%		22%	
Dächer	6416	1515	1515	1515	6416	1515	1515	1515	10981	2593	13177	3111	
Hochhausfassaden	SW	2323	300	300	300	2323	300	300	300	2323	300	3947	510
	SO	2310	266	266	266	2310	266	266	266	2310	266	3925	452
	S	2618	397	397	397	2618	397	397	397	2618	397	4448	674
	W	2310	230	230	230	2310	230	230	230	2310	230	3925	390
	O	2073	220	220	220	2073	220	220	220	2073	220	3522	374
Summe [MWh/a]	32'922	5'047	3'891	4'661	35'896	5'470	4'084	5'008	40'461	6'086	50'790	7'591	

Variante 1 stellt den aktuellen Planungsstand dar, die Module auf der Paketposthalle sind mit einem Abstand zur OK Rippe installiert. Es sind 3 Untervarianten aufgeführt mit verschiedenen PV-Wirkungsgraden für die Elemente auf dem Hallendach der Paketposthalle (Standardmodul, weißes oder graues Modul).

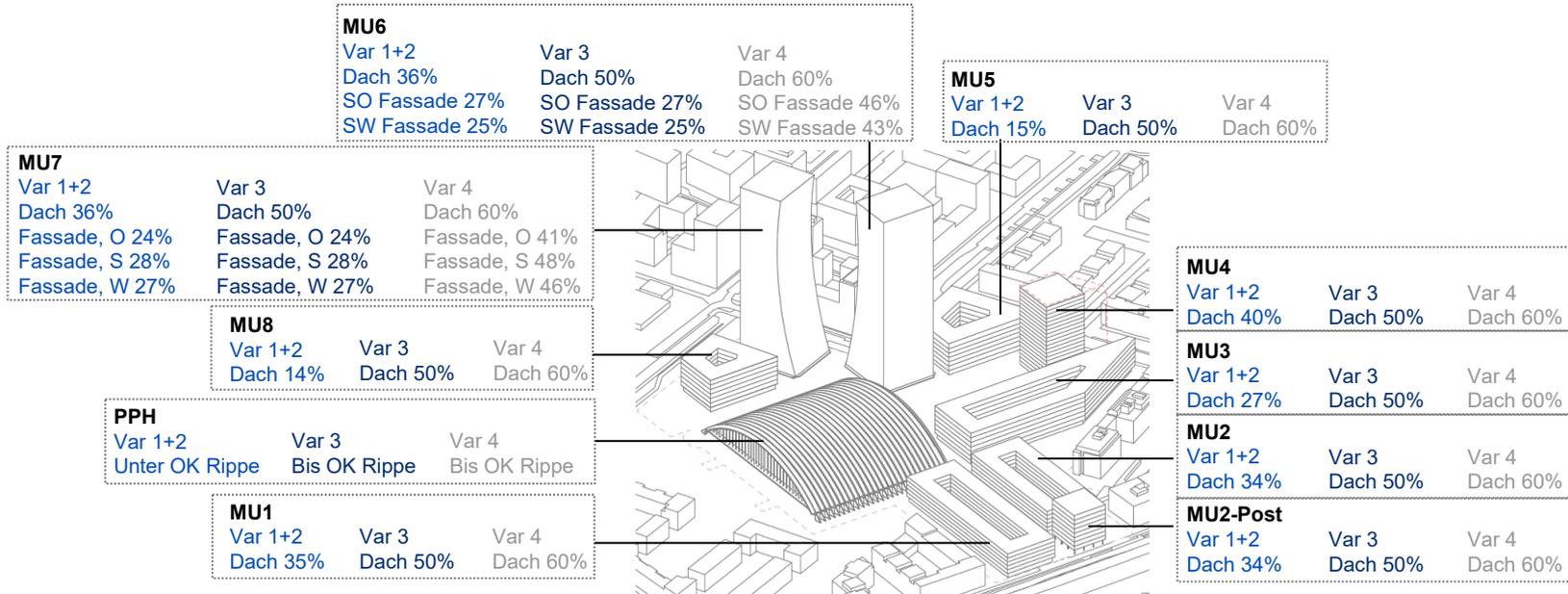
In Variante 2 sind die Module auf der Paketposthalle bis zur OK Rippe installiert, die Flächen und der Stromertrag sind entsprechend größer.

Variante 3 - Optimiert - weist eine höhere Belegungsfläche auf, als die aktuelle Planung (V1+2). Sie ist die Kombination von 17846 m² PV bis zur Oberkante Rippe auf der PPH, dem Ist-Zustand der Hochhausfassaden PV-Belegung (18%), und einem höheren Flächenansatz für die Dächer der Neubauten (50% Belegung) entsprechend dem Planungsstand vom Oktober 2023.

Variante 4 - Maximal - beschreibt das Potential einer maximalen Belegung mit PV. Diese Belegung entspricht nicht der aktuellen Planung, Flächenkonflikte mit Fensterflächen, Gründächern sind nicht berücksichtigt. Planungsänderungen wären notwendig. Die Paketposthalle bleibt bei einer Belegung von 17846 m², die Hochhausfassaden sind zu 30% die Neubau-Dächer zu 60% mit PV-Elementen versehen.

Solarenergie

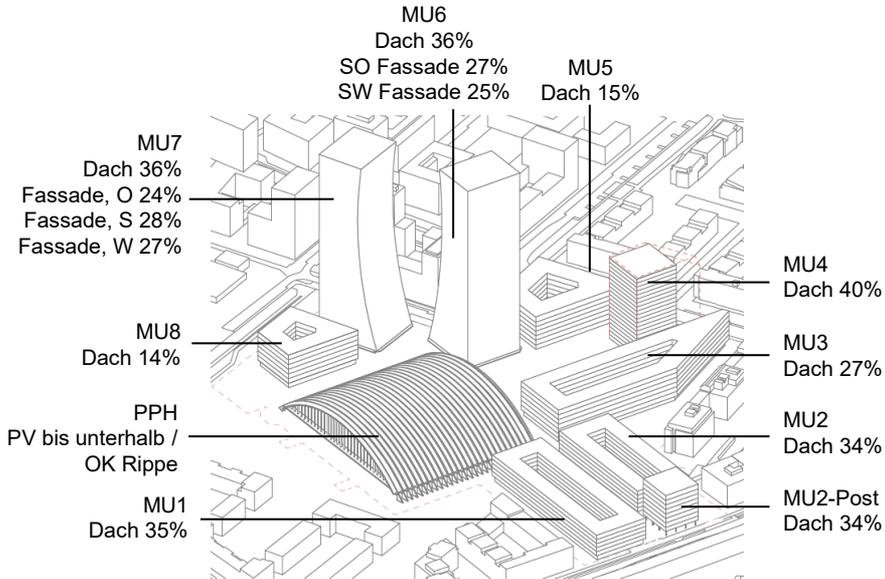
Belegungsanteil nach Flächen und Varianten



Quelle: Studie von © Herzog de Meuron

Solarenergie

Belegungsfläche, Neubauten – Var 1 + 2 Ist-Zustand



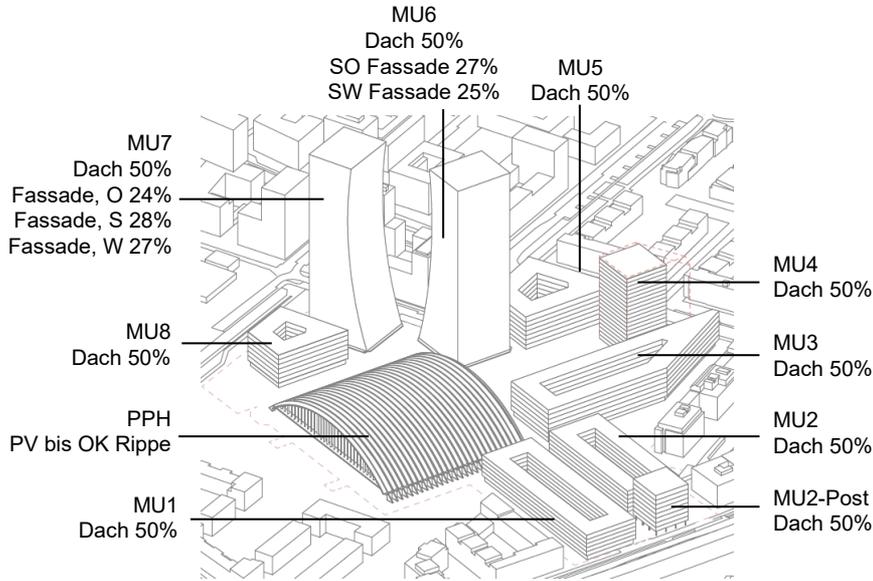
Quelle: Studie von © Herzog de Meuron

MU	Dach			Fassade		
	Gesamtfläche [m²]	Fläche PV Belegung [m²]	Prozent PV Belegung	Gesamtfläche [m²]	Fläche PV Belegung [m²]	Prozent PV Belegung
		Var 1, Var 2	Var 1, Var 2		Var 1, Var 2	Var 1, Var 2
1	4085	1419	35%			
2	2994	1028	34%			
2-Postturm Bestand	812	376	46%			
3	4878	1331	27%			
4	1125	448	40%			
5	3035	465	15%			
6-Dach	1476	528	36%			
6-N				9201		
6-O (SO)				8624	2310	27%
6-S (SW)				9253	2323	25%
6-W				8624		
7-Dach	1476	528	36%			
7-N				9253		
7-O				8624	2073	24%
7-S				9201	2618	28%
7-W				8624	2310	27%
8	2081	293	14%			
Gesamt	21962	6416		71404	11634	
Prozent des Gesamt			29%			18%

Die Zahlen beschreiben den Ist-Zustand der aktuellen Planung. Es sind die Photovoltaik-Flächen in m² und prozentual in Relation zur Gesamtfläche pro Neubau und nach Orientierung gelistet.

Solarenergie

Belegungsfläche, Neubauten – Var 3 - Optimiert



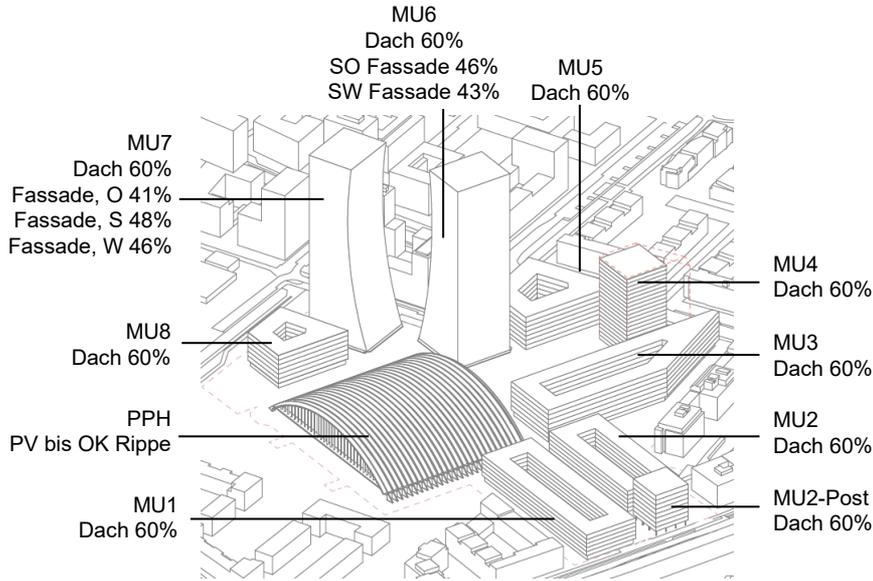
Quelle: Studie von © Herzog de Meuron

Diese Zahlen beschreiben einen optimierten Zustand der Planung, mit 50% Belegung der Dächer der Neubauten, entsprechend der Planung im Oktober 2023. Es sind die Photovoltaik-Flächen in m² und prozentual in Relation zur Gesamtfläche pro Neubau und nach Orientierung gelistet.

MU	Dach			Fassade		
	Gesamtfläche [m ²]	Fläche PV Belegung [m ²]	Prozent PV Belegung	Gesamtfläche [m ²]	Fläche PV Belegung [m ²]	Prozent PV Belegung
		Var 3	Var 3		Var 3	Var 3
1	4085	2043	50%			
2	2994	1497	50%			
2-Postturm Bestand	812	406	50%			
3	4878	2439	50%			
4	1125	563	50%			
5	3035	1518	50%			
6-Dach	1476	738	50%			
6-N				9201		
6-O (SO)				8624	2310	27%
6-S (SW)				9253	2323	25%
6-W				8624		
7-Dach	1476	738	50%			
7-N				9253		
7-O				8624	2073	24%
7-S				9201	2618	28%
7-W				8624	2310	27%
8	2081	1041	50%			
Gesamt	21962	10981		71404	11634	
% Gesamt			50%			18%

Solarenergie

Belegungsfläche, Neubauten – Var 4 - Maximal



Quelle: Studie von © Herzog de Meuron

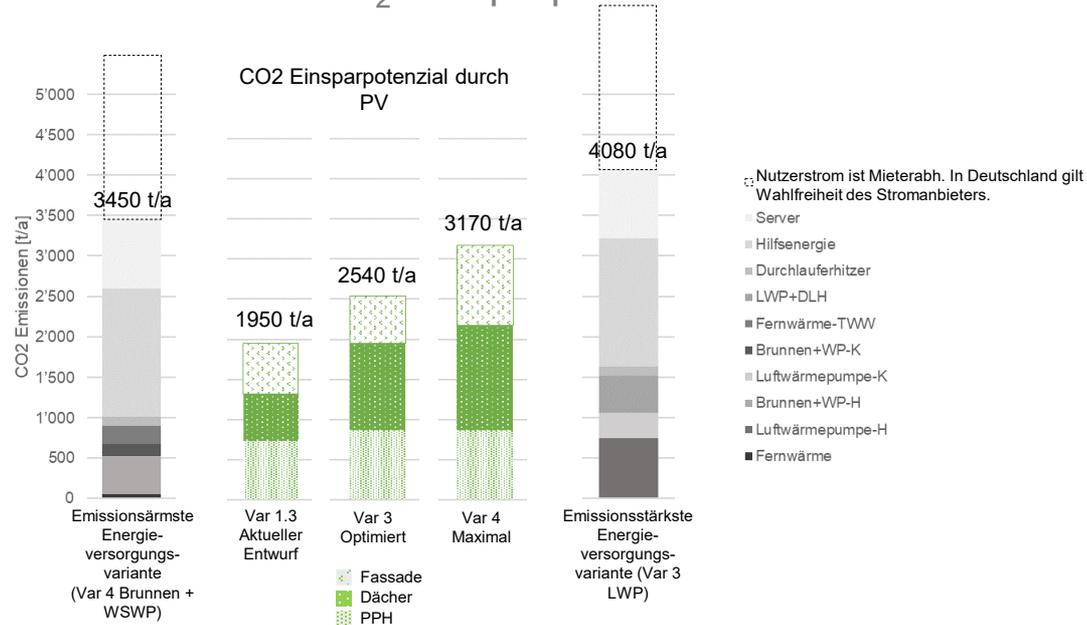
Variante 4 beschreibt das Potential einer maximalen Belegung mit PV. Diese Belegung entspricht nicht der aktuellen Planung, Flächenkonflikte mit Fensterflächen, Gründächern sind nicht berücksichtigt. Planungsänderungen wären notwendig. Die Paketposthalle bleibt bei einer Belegung von 17846 m², die Hochhausfassaden sind zu 30% die Neubau-Dächer zu 60% mit PV-Elementen versehen.

Es sind die Photovoltaik-Flächen in m² und prozentual in Relation zur Gesamtfläche pro Neubau und nach Orientierung gelistet.

MU	Dach			Fassade		
	Gesamtfläche [m ²]	Fläche PV Belegung [m ²]	Prozent PV Belegung	Gesamtfläche [m ²]	Fläche PV Belegung [m ²]	Prozent PV Belegung
		Var 4	Var 4		Var 4	Var 4
1	4085	2451	60%			
2	2994	1796	60%			
2-Postturm Bestand	812	487	60%			
3	4878	2927	60%			
4	1125	675	60%			
5	3035	1821	60%			
6-Dach	1476	886	60%			
6-N				9201		
6-O (SO)				8624	3925	46%
6-S (SW)				9253	3947	43%
6-W				8624		
7-Dach	1476	886	60%			
7-N				9253		
7-O				8624	3522	41%
7-S				9201	4448	48%
7-W				8624	3925	46%
8	2081	1249	60%			
Gesamt	21962	13177		71404	19766	
% Gesamt			60%			30%

Solarenergie

Vergleich Emissionen Gebäudebetrieb vs. CO₂-Einsparpotenzial durch PV



In diesem Diagramm wird der CO₂-Fußabdruck (ohne Nutzerstrom) der Versorgungsvarianten mit den niedrigsten und höchsten Emissionen dargestellt und das CO₂-Einsparungspotenzial der PV in der Jahresbilanz gegenübergestellt. Mit einem Solarstromertrag von ~4700 MWh/a (V1.3 aus der vorherigen Analyse) können ~2000 t/a CO₂-Emissionen aus dem öffentlichen Netz verdrängt werden. Bilanziell gesehen ergibt sich das Potenzial den CO₂-Fußabdruck des Areals um 40% - 56% zu minimieren, je nach Versorgungsvariante. Bei PV-Variante 3 - Optimiert - steigt die Einsparung von CO₂-Emissionen auf ~ 2500 t/a und bei der theoretischen Variante 4 - Maximal - steigt die Einsparung auf ~ 3200 t/a, dies entspricht einer Reduktion des Fußabdrucks um 77%-91%, abhängig von der Versorgungsvariante.

Anmerkung: Im Vergleich zum letzten Arbeitsstand vom 25.10.2023 ergab sich eine Erhöhung der Emissionen, diese beruhen auf der zusätzlichen Betrachtung des Server-Stroms inkl. Serverkühlung.

Solare Einstrahlung - Dächer Bestand

Kontextgebäude (Ohne neue Gebäude)

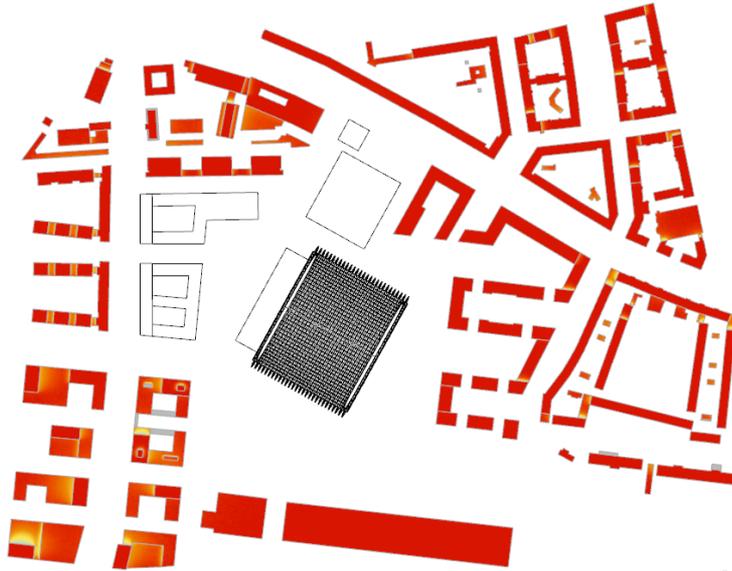


B-Plan 1926a



Dächer

Mittelwert: 1068.0 kWh/m².a
Gesamt: 110173.0 MWh.a



Quelle: Plan © LHM

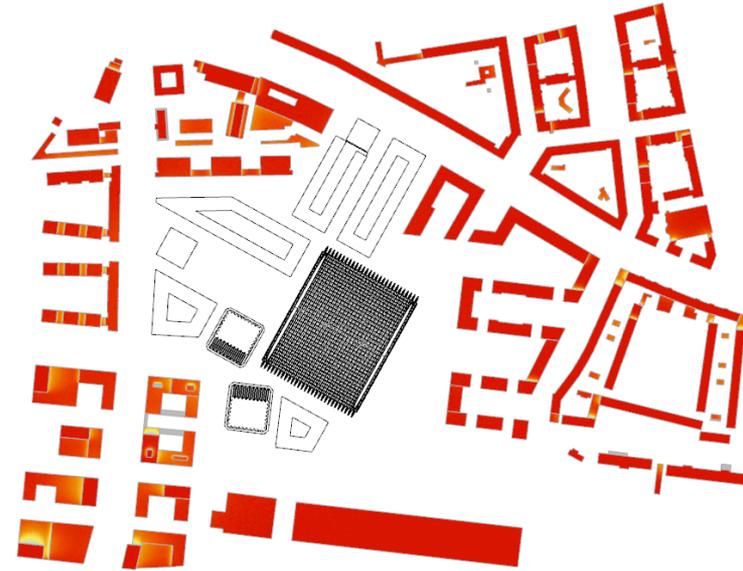
Ansicht von oben

B-Plan Verfahren 2147



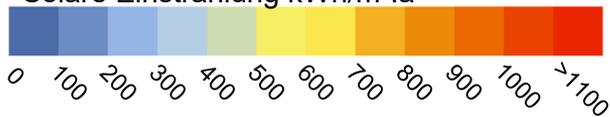
Dächer

↓-1% Mittelwert: 1057.0 kWh/m².a
Gesamt: 109039.0 MWh.a



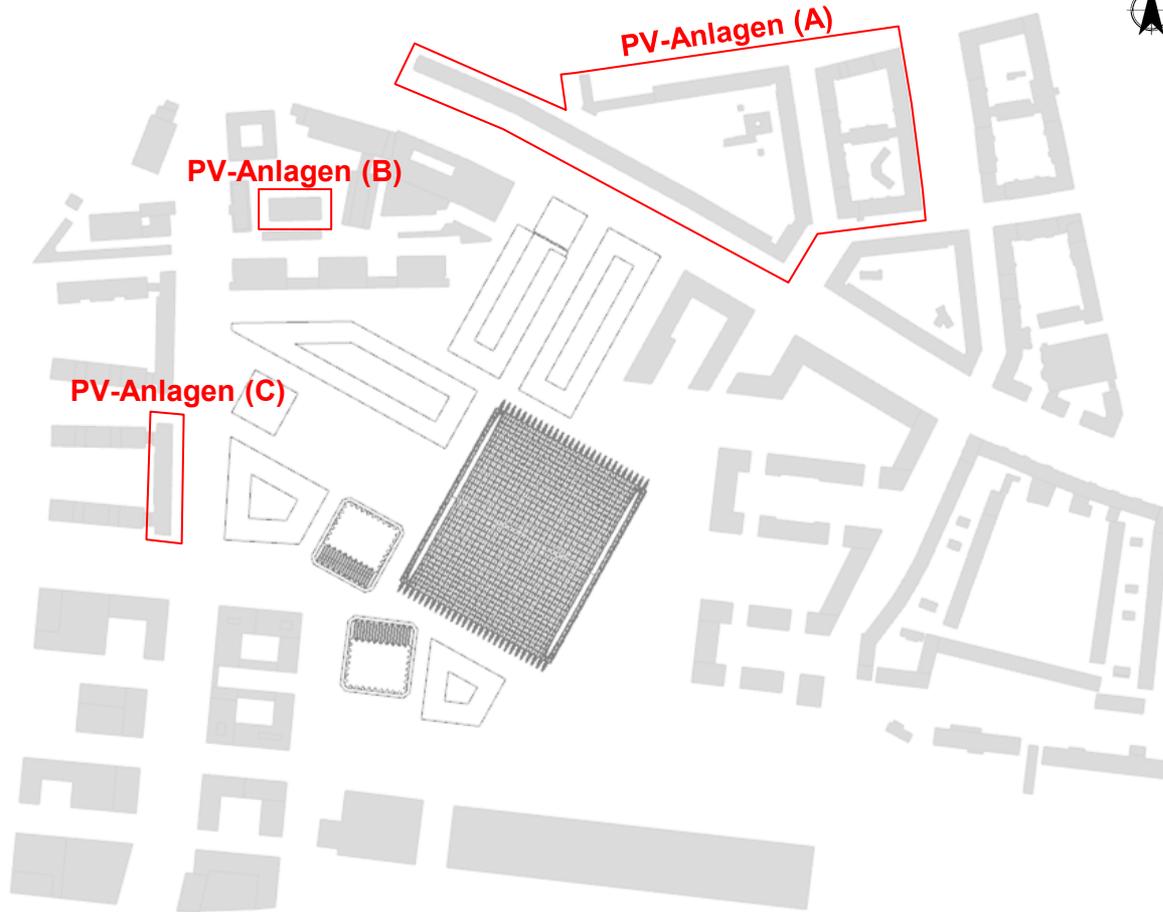
Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron

Solare Einstrahlung kWh/m².a



Solare Einstrahlung - Dächer Bestand

Einfluss Hochhäuser auf bestehende PV-Anlagen



Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron

Ansicht von oben

Solare Einstrahlung - Dächer Bestand

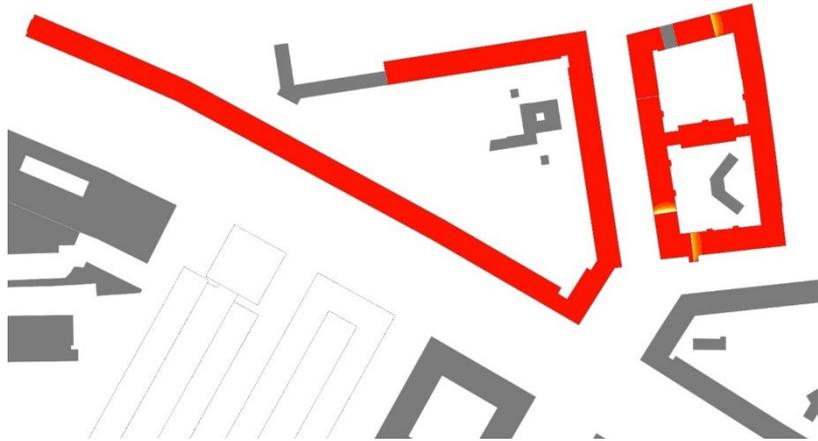
PV-Anlagen A



B-Plan 1926a



Dächer (PV-Anlagen A)
Mittelwert: 1100.0 kWh/m².a
Gesamt: 10593.2 MWh.a

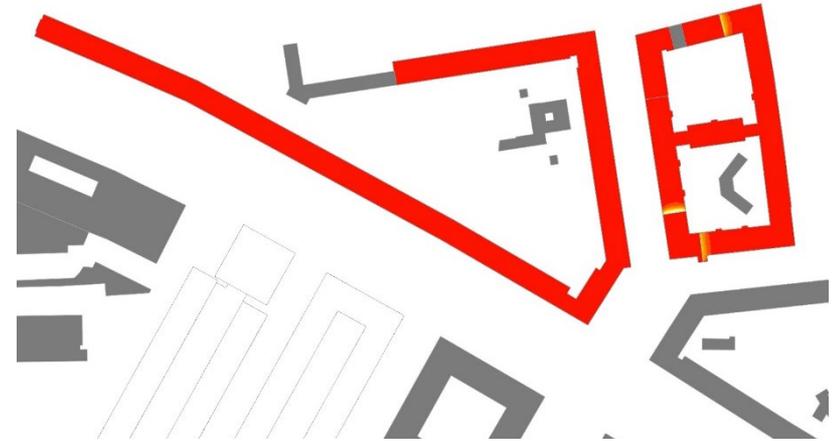


Quelle: Plan © LHM

B-Plan Verfahren 2147

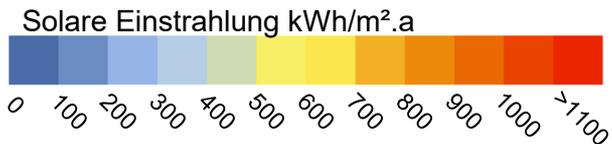


Dächer (PV-Anlagen A)
↓-0.3% Mittelwert: 1096.0 kWh/m².a
Gesamt: 10554.2 MWh.a



Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron

Ansicht von oben



Solare Einstrahlung - Dächer Bestand

PV-Anlagen B

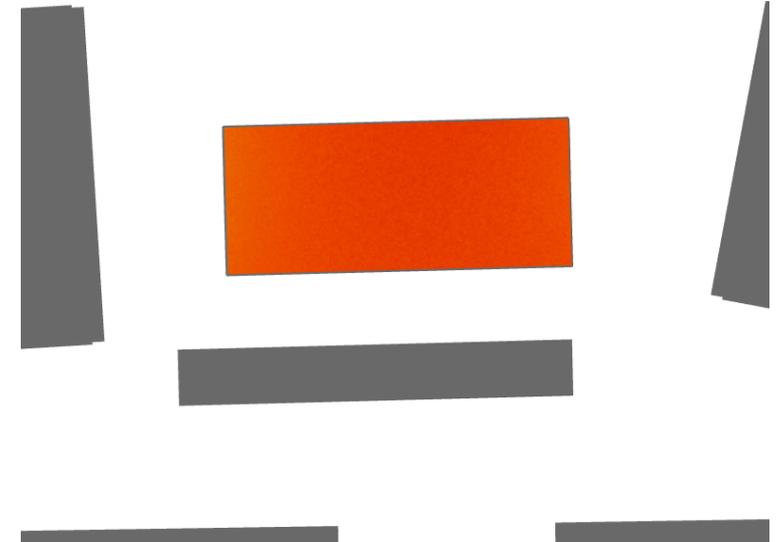
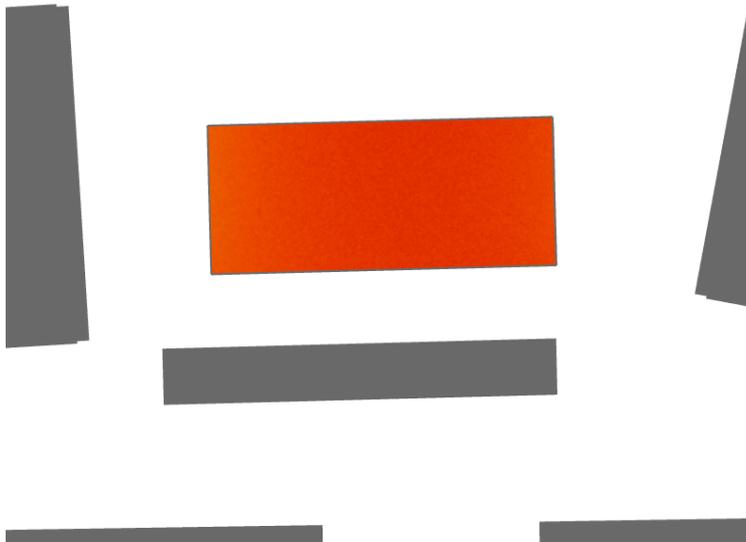


B-Plan 1926a

Dächer (PV-Anlagen A)
Mittelwert: 1014.0 kWh/m².a
Gesamt: 601.3 MWh.a

B-Plan Verfahren 2147

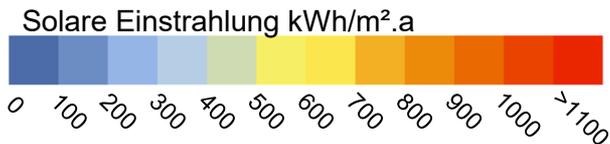
Dächer (PV-Anlagen A)
↓-2% Mittelwert: 993.0 kWh/m².a
Gesamt: 588.8 MWh.a



Ansicht von oben

Quelle: Plan © LHM

Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron



Solare Einstrahlung - Dächer Bestand

PV-Anlagen C



B-Plan 1926a



Dächer (PV-Anlagen A)
Mittelwert: 1106.0 kWh/m².a
Gesamt: 1094.6 MWh.a



Quelle: Plan © LHM

B-Plan Verfahren 2147

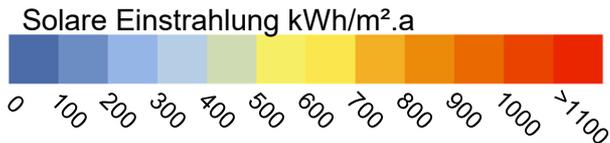


Dächer (PV-Anlagen A)
↓-6% Mittelwert: 1041.0 kWh/m².a
Gesamt: 1030.3 MWh.a



Quelle: Plan © LHM, Herzog de Meuron

Ansicht von oben



Solare Einstrahlung

Übersicht



Auf den Dachflächen der Paketposthalle besteht ein hohes Potenzial für eine solare Energieerzeugung. Diese erhalten eine durchschnittliche jährliche solare Einstrahlung von 812 kWh/m².a für eine Gesamtenergieerzeugung von bis zu 4276,0 MWh/a bei B_plan-1926a und eine durchschnittliche jährliche solaren Einstrahlung von 685 kWh/m².a für eine Gesamtenergieerzeugung von bis zu 1733 MWh/a bei B-Plan Verfahren 2147 (bei einem Wirkungsgrad der grauen PV-Zellen von 18%).

Mittelwert solarer Ertrag Paketposthalle	Fläche	B-Plan 1926a	Fläche	B-Plan Verfahren 2147
	m ²	kWh/m ² .a	m ²	kWh/m ² .a
Süd-Ost orientierte Dachflächen	13013	871	7436	812
Nord-West orientierte Dachflächen	13037	690	7436	557
Oberste Dachflächen	3870	1024	0	899
Mittelwert		812		685

Auch die Dächer der neuen Bebauung eignen sich uneingeschränkt für eine Solar-Energie-Erzeugung. Der Schattenwurf der Türme reduziert den solaren Ertrag lediglich um 1%. Momentan wird in der Planung eine Dachbelegung von 30% und eine Fassadenbelegung der Hochhäuser von 18% vorgesehen. Für eine Klimaneutralität im Betrieb wäre eine deutlich höhere Belegung notwendig.

Auch die nach Süden, Südosten, Westen und Südwesten ausgerichteten Fassaden der Hochhäuser zeigen ein hohes Potenzial für solare Energieerzeugung. Aufgrund des limitierten Verhältnisses Dachfläche zu Nutzfläche wird bei den Türmen empfohlen die Fassaden zur Energieerzeugung mit heranzuziehen.

Die Verringerung der solaren Einstrahlung auf die Dachflächen der bestehenden Nachbargebäude durch den neuen Bebauungsvorschlag ist minimal und liegt bei nur einem Prozent.

Die bestehenden Photovoltaik-Anlagen in der unmittelbaren bebauten Umgebung werden durch den Bau der vorgeschlagenen Gebäude entsprechend nicht wesentlich beeinträchtigt. In den drei detailliert bewerteten Fällen liegt die Reduzierung der jährlichen solaren Einstrahlung bei 0,3%, 2% und 6%.