

# Quartier Obersending

Windanalyse : Windkomfort im Außenraum

Überarbeitung Strömungssimulation 3D-Model Stand 21.04.2021



Transsolar München

30.04.2021

# München, Obersendling

## Aufgabenstellung



Für das Quartier wurde im Zuge der Quartiersentwicklung der Entwurf und seine Einbindung in den Standort hinsichtlich Gebäudeumströmung sowie Windkomfort untersucht und über geeignete Maßnahmen mit Ziel der Optimierung der Arbeits- und Außenraumqualität bewertet.

Die Studie beinhaltet eine Strömungstechnische Betrachtung des städtebaulichen Konzeptes hinsichtlich Windkomfort. Dafür wurde eine strömungstechnische Simulation der Gebäudeumströmung des Quartiers mittels des CFD (Computational Fluid Dynamics) Programms OpenFOAM durchgeführt. Aus der Simulation wurden die Luftströmungen im Quartier für die beiden Hauptwindrichtungen ermittelt. Des Weiteren wurden Häufigkeitsstatistiken für die Hauptwindrichtungen durchgeführt.

Die Erkenntnisse und Optimierungsvorschläge aus dieser Studie sollen als Anforderungen in die Architekturwettbewerbe einfließen und Bestandteil der Auslobung sein.

Die Strömungssimulation basiert auf dem 3D-Model des Masterplans vom 21.04.2021.

# München, Obersendling

## Methodik und Vorgehensweise



Mithilfe einer numerische Strömungssimulation wurden die Strömungsvorgänge im Quartier detailliert simuliert und dargestellt. Diese Untersuchung gibt Erkenntnisse hinsichtlich Windgeschwindigkeiten und Strömungsturbulenzen wie Böen und Wirbel, die durch eine bestimmte Gebäudeanordnung verursacht werden. Beispielhaft seien hier Innenhöfe, Passagen, Straßencafes oder sonstige öffentliche Verkehrsflächen genannt, in denen für Passanten ein gewisser Aufenthaltskomfort bereitgestellt werden muss bzw. Gefahren auszuschließen sind.

Das Vorgehen bei einer CFD-Simulation lässt sich in 3 Schritte gliedern: (1) Pre-processing, (2) Rechnen, (3) Post-processing.

Das Pre-processing (1) beinhaltet im Wesentlichen die Erzeugung eines 3-dimensionalen Rechengitters im Untersuchungsgebiet, sowie die Festlegung der Randbedingungen. Das Pre-processing lässt sich zusammenfassend mit der mathematischen und physikalischen Modellerstellung umschreiben.

Beim Rechnen (2) werden über ein CFD-Programm die für das definierte Strömungsproblem relevanten Differentialgleichungen bestehend aus Impuls- und Energiegleichungen gelöst. Im Ganzen heißen diese umfangreichen Gleichungssysteme auch Navier-Stokes-Gleichungen. Als Ergebnis der Simulation erhält man für jeden Knotenpunkt des Modellgitters die verschiedenen physikalischen Größen wie zum Beispiel Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit und Druck.

Beim Post-processing (3) werden die Felder der physikalischen Größen graphisch dargestellt. Von besonderem Interesse sind hier vor allem die Druck- und Geschwindigkeitsfelder.

Die Handhabbarkeit eines Strömungssimulationsmodelles wird in erster Linie durch die Anzahl der Gitterpunkte bestimmt. Ist die Anzahl der Gitterpunkte groß, liegen erst nach mehreren Stunden oder Tagen verlässliche Ergebnisse vor. Änderungen am Modell sind zudem aufwändiger.

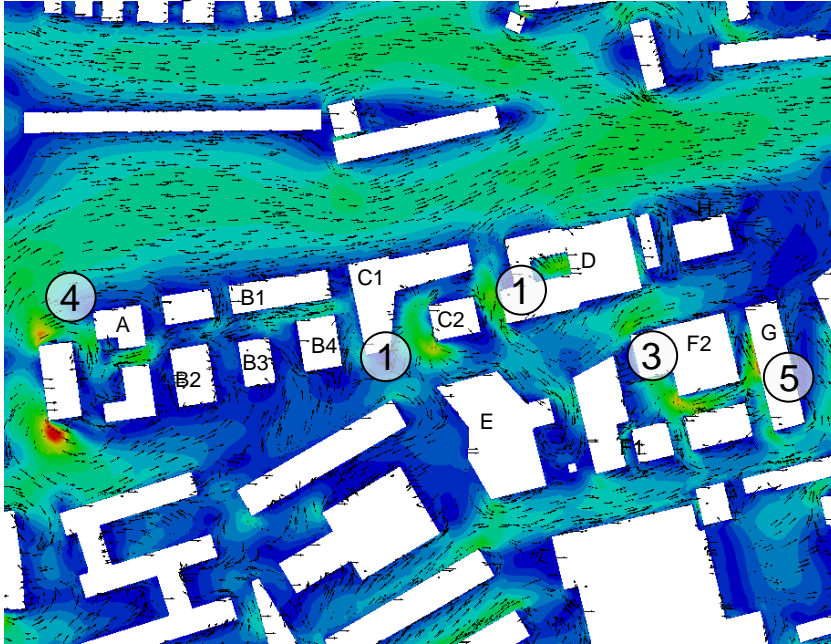
Reynolds-gemittelte Navier-Stokes-Methoden (RANS) sind stationäre Methoden, die darauf abzielen, eine durchschnittliche Strömung zu lösen und zufällige Strömungen mit Turbulenz durch eine turbulente Viskosität zu modellieren.

Die Auswertung von lokalen Wetterdaten hinsichtlich Häufigkeitsverteilung der Hauptwindrichtungen ermöglicht eine Aussage wie oft bestimmte Windsituationen im Quartier auftreten.

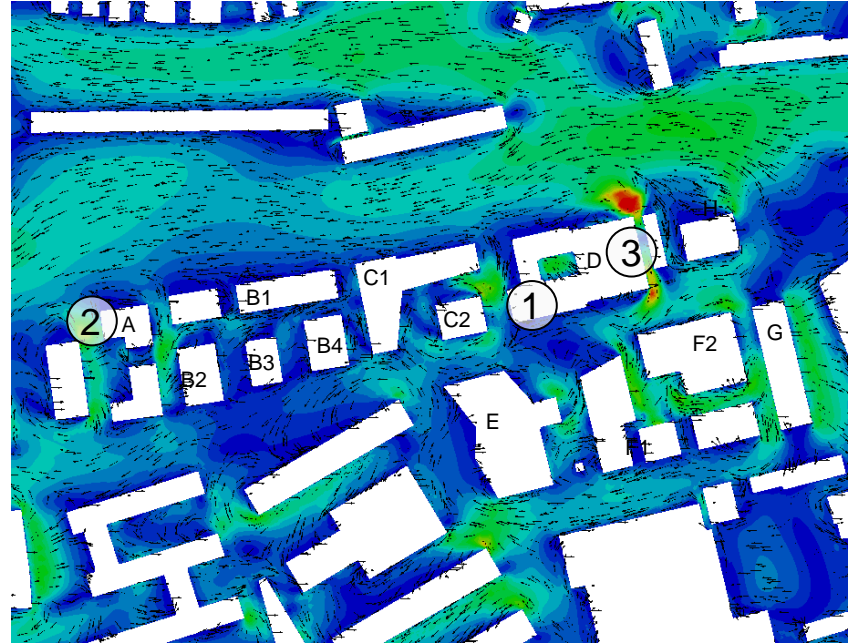
# München, Obersending

Zusammenfassung Ergebnisse (3D-Modell 04/2021)

Windrichtung West →

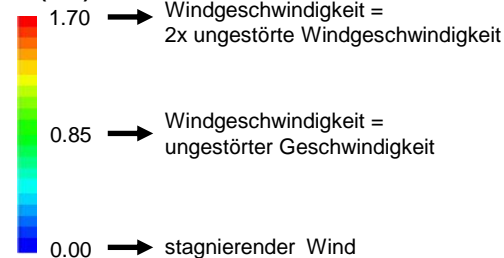


Windrichtung Ost ←



- ① Downdraft-Effekt vor den Türmen
- ② Downdraft-Effekt im Innenhof durch Hohe Gebäude
- ③ Hohe Windgeschwindigkeit durch Ablenkung
- ④ Tunneleffekt durch Abrisskante
- ⑤ Hohe Windgeschwindigkeit durch Abrisskante und Ablenkung

U (m/s)



Die Skala gibt an wie sich der Wind im Verhältnis zur ungestörten Windgeschwindigkeit im Quartier aufgrund der Gebäude verändert. In den roten Bereichen würde sich die Windgeschwindigkeit zum Beispiel gegenüber der ungestörten Geschwindigkeit verdoppeln.

# München, Obersendling

## Ergebnisse und Fazit



Die Studie soll zum einen Hinweise geben welche Standorte für welche Nutzung gut oder weniger gut geeignet sind und zum anderen Situationen aufzeigen, bei denen ein Optimierungspotential zur Verbesserung des Windkomforts besteht. Die Ergebnisse zeigen, dass es im Quartier wenige Situationen mit erhöhten Windgeschwindigkeiten bei den untersuchten Hauptwindrichtungen gibt. Folgende Punkte erläutern diese und zeigen Optimierungsmöglichkeiten auf:

- 1.) An den hohen Gebäuden/Türmen kann ein Downdraft-Effekt entstehen. Dieser sollte durch geeignete architektonische Maßnahmen reduziert werden. Zum Beispiel können hier Podien, Terrassen oder eine gewisse Rauigkeit der Fassade vorgesehen werden.
- 2.) Im Innenhof von Gebäude A kann es bei östlichen Winden zu einem Downdraft-Effekt kommen. Da zum einen Ostwinde seltener auftreten als Westwinde und zum anderen der Effekt, aufgrund der niedrigen Gebäudehöhe schwächer ist als bei den Hochhäusern ist dieser als weniger kritisch zu bewerten. Im weiteren Planungsverlauf sollte geprüft werden, inwiefern die Dachgestaltung angepasst werden kann um die Situation zu verbessern.
- 3.) An beziehungsweise zwischen den Baufeldern D und F kann es zu leicht erhöhten Windgeschwindigkeiten an einem Eckbereich des Baukörpers D durch einen Tunneleffekt kommen. Dieser Effekt tritt sowohl bei Ost als auch bei Westwinden auf. Im weiteren Planungsverlauf sollten Möglichkeiten zur Abschwächung des Effekts untersucht werden. Zum Beispiel kann durch die Formgebung (abrunden/abschrägen) der Gebäudeecke des Gebäudes F2 zum zentralen Platz die Bildung von Turbulenzen zu verringert werden.
- 4.) Am Gebäude A kann es im nordwestlichen Eingangsbereich und dem angrenzenden Innenhof zu leicht erhöhter Windgeschwindigkeit bei Westwinden kommen. Im weiteren Planungsverlauf sollten Maßnahmen zur Verbesserung des Windkomforts im Eingangs- sowie Innenhofbereich geprüft werden. Folgende Maßnahmen könnten die Situation weiter verbessern: Bauliche Elemente oder üppige Vegetation an der Westseite des Eingangsbereichs, Formgebung der eingrenzenden Gebäudekanten (abrunden/abschrägen), flexible Abtrennung des Innenhofs mit offenbaren Gaswänden.
- 5.) Bei westlichen Winden kann es durch den Tunneleffekt zwischen Gebäude F1 und F2 sowie Windstau und Ablenkung am Gebäude G zu leicht erhöhten Windgeschwindigkeiten kommen. Es sollte berücksichtigt werden, dass dieser Bereich eher weniger für „empfindliche“ Nutzungen wie z.B. Café mit Außensitzplätzen geeignet ist.

Die Ergebnisse aus dieser Studie sowie Optimierungsvorschläge sind auf Ebene der Gebäudeplanung/ Architektur lösbar. Es wird empfohlen, diese im Weiteren Planungsprozess sowie in den Design Contests zu berücksichtigen.

# München, Obersendling

## Ergebnisse und Fazit



Zusätzlich zur den Windverhältnissen im Bodenbereich wurden die Windverhältnisse auf den Unterschiedlichen Terrassenbereichen untersucht.

Auf den Terrassen gibt es keine nennenswerte Erhöhung der Windgeschwindigkeiten gegenüber der ungestörten Windsituation bei den untersuchten Windrichtungen. Das heißt es sind keine Maßnahmen auf Masterplanebene nötig. Lediglich bei den Terrassen am Turm D sollten lokalen Windschutzmaßnahmen angedacht werden.

Außerdem sind insbesondere die höheren Terrassen aufgrund ihrer exponierten Lage bei höheren Windgeschwindigkeiten anfällig für Wind. Deshalb wird empfohlen, dass zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität und Erhöhung der Nutzungszeiten, die Verwendung von lokalen Windschutzmaßnahmen (wie z.B. Balustraden) im weiteren Planungsverlauf untersucht werden.

# München, Obersending

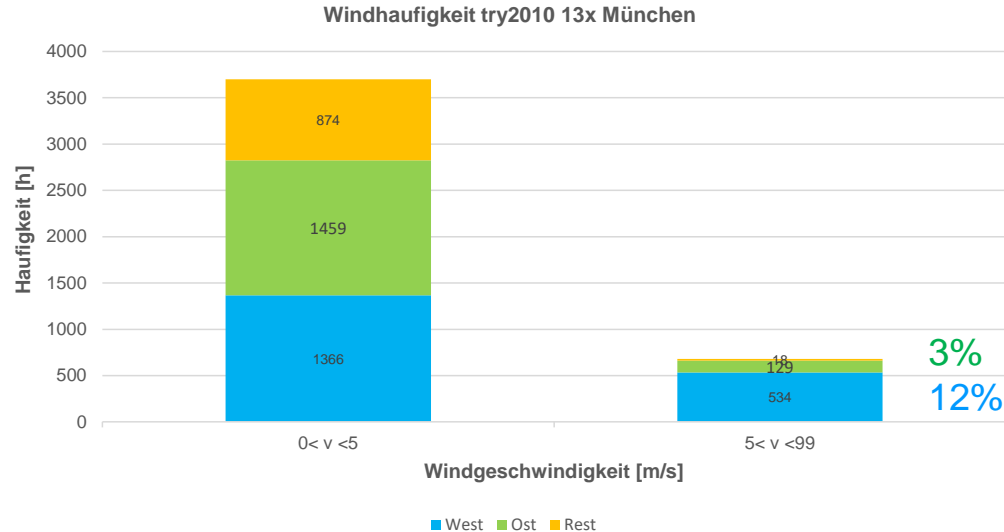
## Kriterien für Windkomfort und Häufigkeit

**Table 1**  
Criteria for wind comfort according to NEN 8100 [19].

P( $U_{THR} > 5$ m/s (in % hours per year))	Grade	Activity		
		Traversing	Strolling	Sitting
<2.5	A	Good	Good	Good
2.5–5.0	B	Good	Good	Moderate
5.0–10	C	Good	Moderate	Poor
10–20	D	Moderate	Poor	Poor
>20	E	Poor	Poor	Poor

Ost  
West

Quelle: NEN 8100:2006 nl - Wind comfort and wind danger in the built environment



Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen) am Tag (8 Uhr – 20 Uhr)  
in 1 m Höhe beschleunigt (rote Bereiche)

## **Grundlagen Windanalyse**

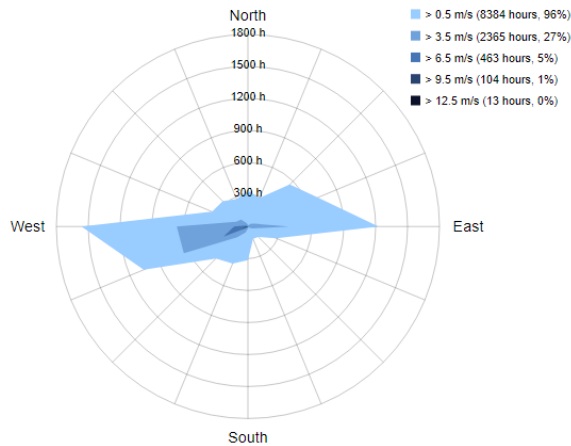


# München, Obersending

DWD : München Flughafen, Station\_ID = 1262

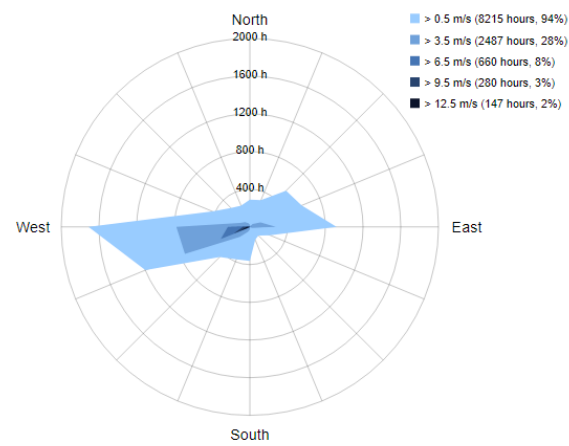


### Jahr 2014



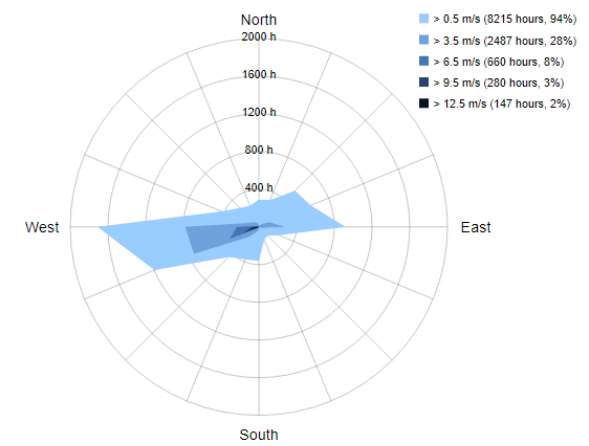
Station Name: wetter\_Muenchen\_Flughafen\_2014  
Outdoor air temperatures between -8.5 and 31.3 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

### Jahr 2015



Station Name: wetter\_Muenchen\_Flughafen\_2015  
Outdoor air temperatures between -8.5 and 31.3 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

### Jahr 2016



Station Name: wetter\_Muenchen\_Flughafen\_2016  
Outdoor air temperatures between -8.5 and 31.3 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

Die vom DWD am Flughafen München gemessenen Winddaten zeigen folgende Hauptwindrichtungen:

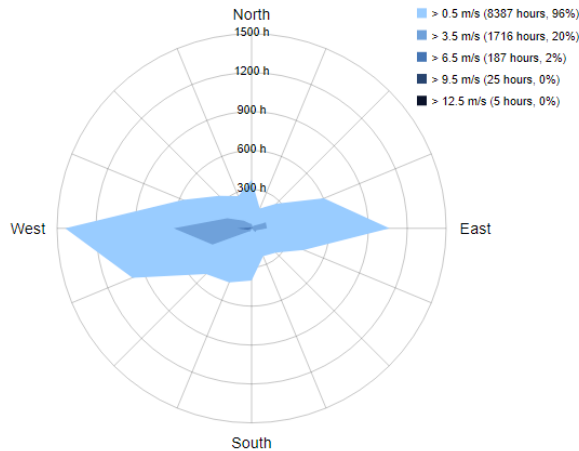
- Hauptwindrichtung : **West**
- Sekundäre Windrichtung : **Ost**

# München, Obersending

DWD : München Stadt (Bavariaring), Station\_ID = 3379

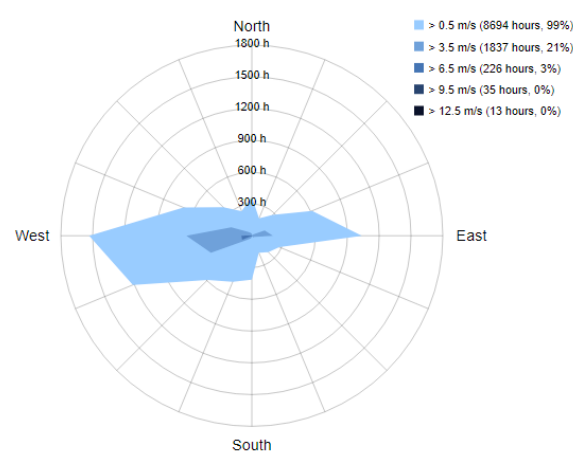


### Jahr 2014



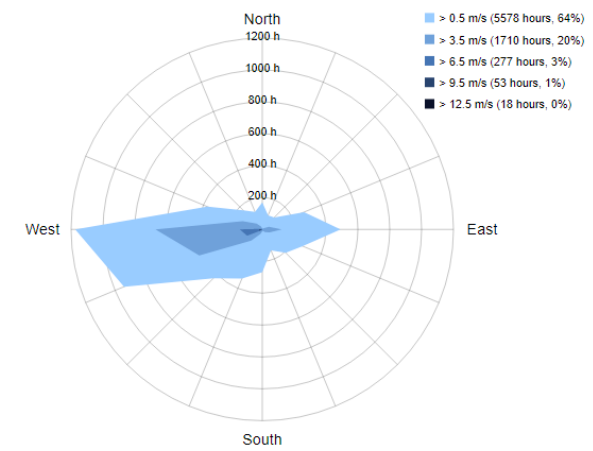
Station Name: wetter\_Muenchen\_Stadt\_2014  
Outdoor air temperatures between -8.5 and 31.3 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

### Jahr 2016



Station Name: wetter\_Muenchen\_Stadt\_2016  
Outdoor air temperatures between -8.5 and 31.3 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

### Jahr 2017



Station Name: wetter\_Muenchen\_Stadt\_2017  
Outdoor air temperatures between -8.5 and 31.3 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

Die vom DWD am Bavariaring München gemessenen Winddaten zeigen folgende Hauptwindrichtungen:

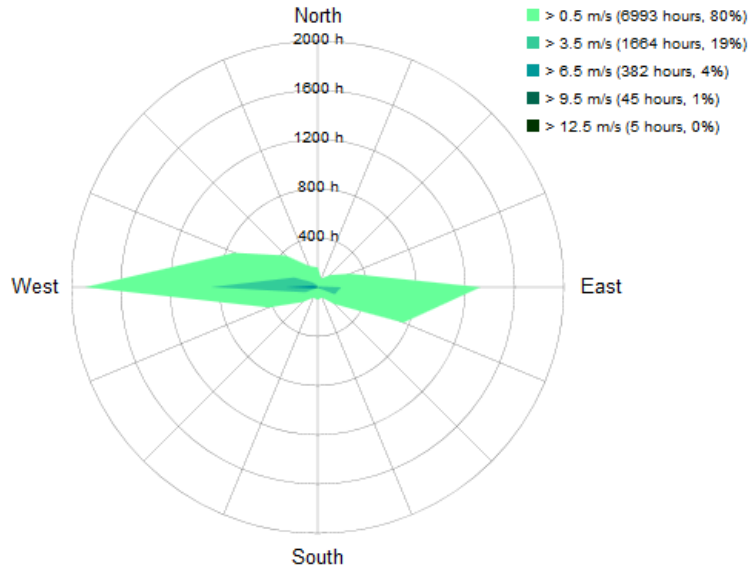
- Hauptwindrichtung : **West**
- Sekundäre Windrichtung : **Ost**

# München, Obersendling

## Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen)

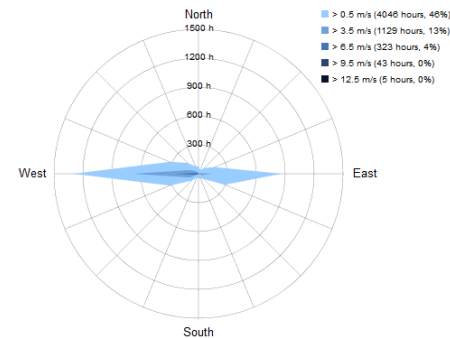


### Jährliche Windrose



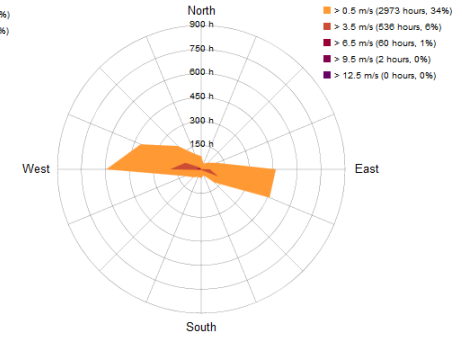
Station Name: try2010\_13x\_Muenchen  
Outdoor air temperatures between -20.4 and 34.6 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0h to 24h  
Turn: 0 degrees

### Winter Windrose (T < 13°C)



Station Name: try2010\_13x\_Muenchen  
Temperature between -20.4 and 13 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0 h to 24 h  
Turn: 0 degrees

### Sommer Windrose (T > 13°C)



Station Name: try2010\_13x\_Muenchen  
Temperature between 13 and 34.6 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 0 h to 24 h  
Turn: 0 degrees

- Hauptwindrichtung : **West**
- Sekundäre Windrichtung : **Ost**
- Keine Jahreszeitlichen Unterschiede

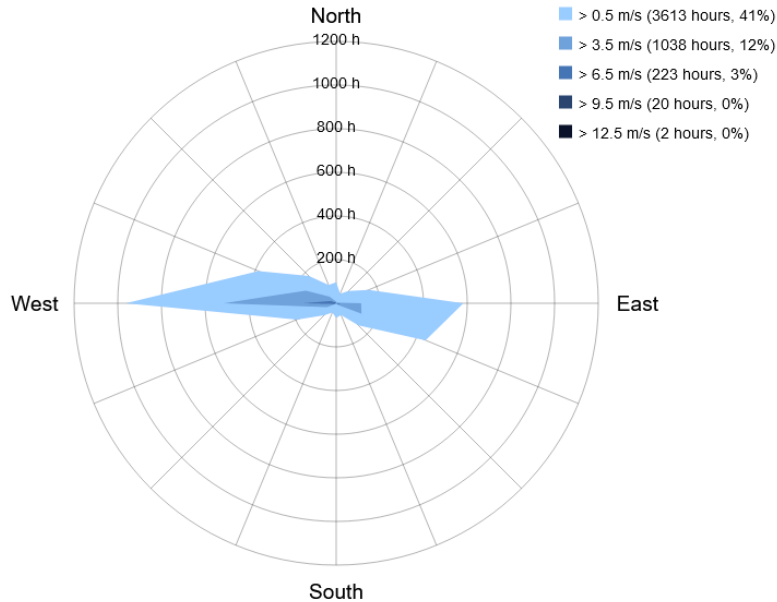
Zur weiteren Analyse wurden die Wetterdaten vom Testreferenzjahr für München verwendet. Diese zeigen ebenfalls West und Ost als Hauptwindrichtungen. Höhere Windgeschwindigkeiten kommen hauptsächlich aus westlicher Richtung.

# München, Obersending

## Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen)

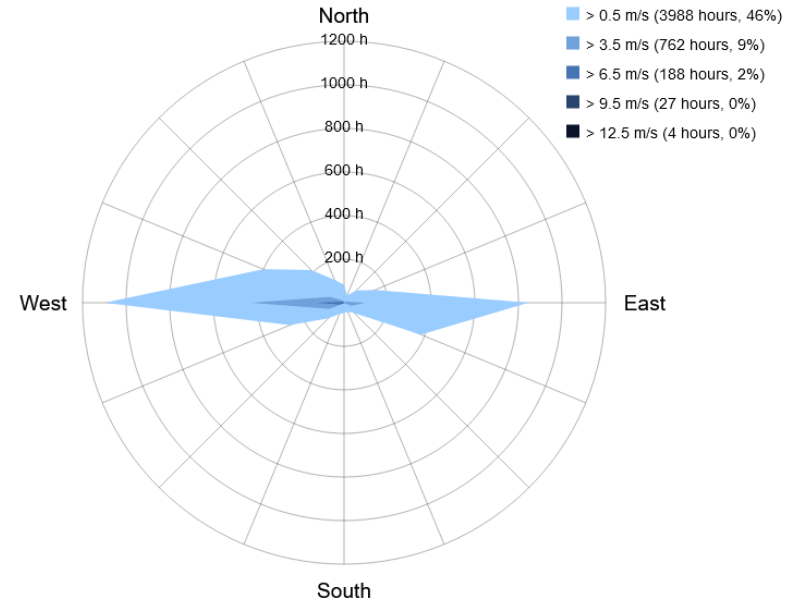


### Tag (8h – 18h)



Station Name: try2010\_13x\_Muenchen  
Temperature between -20.4 and 36 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 8 h to 18 h  
Turn: 0 degrees

### Nacht (18h – 8h)

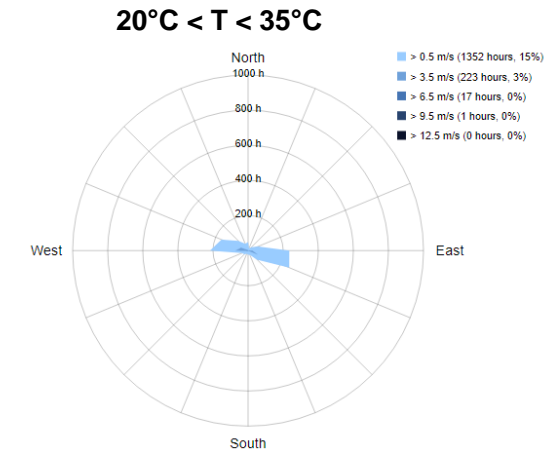
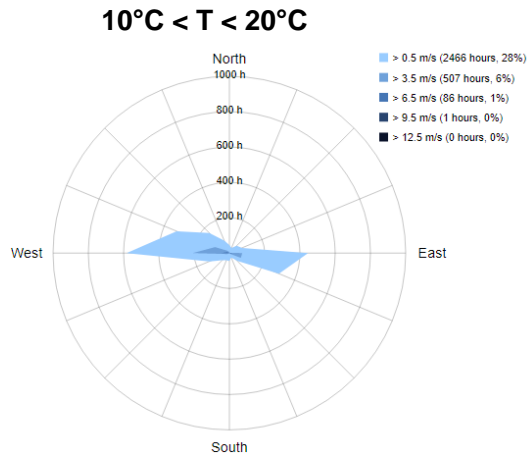
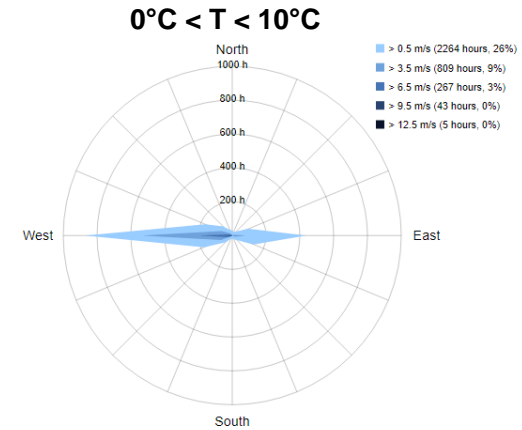
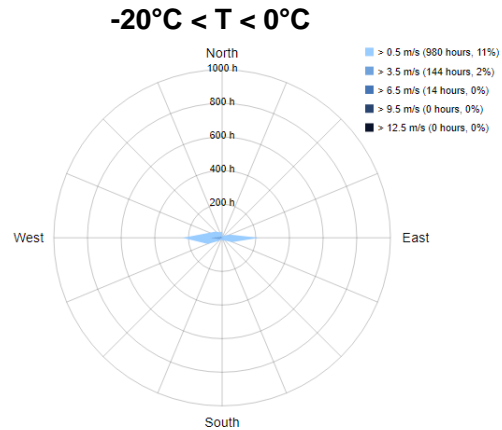


Station Name: try2010\_13x\_Muenchen  
Temperature between -20.4 and 36 C  
Jan 1 to Dec 31  
From 18 h to 8 h  
Turn: 0 degrees

Die Hauptwindrichtungen treten sowohl tagsüber als auch nachts auf. Stärkere Windgeschwindigkeiten treten tagsüber häufiger auf.

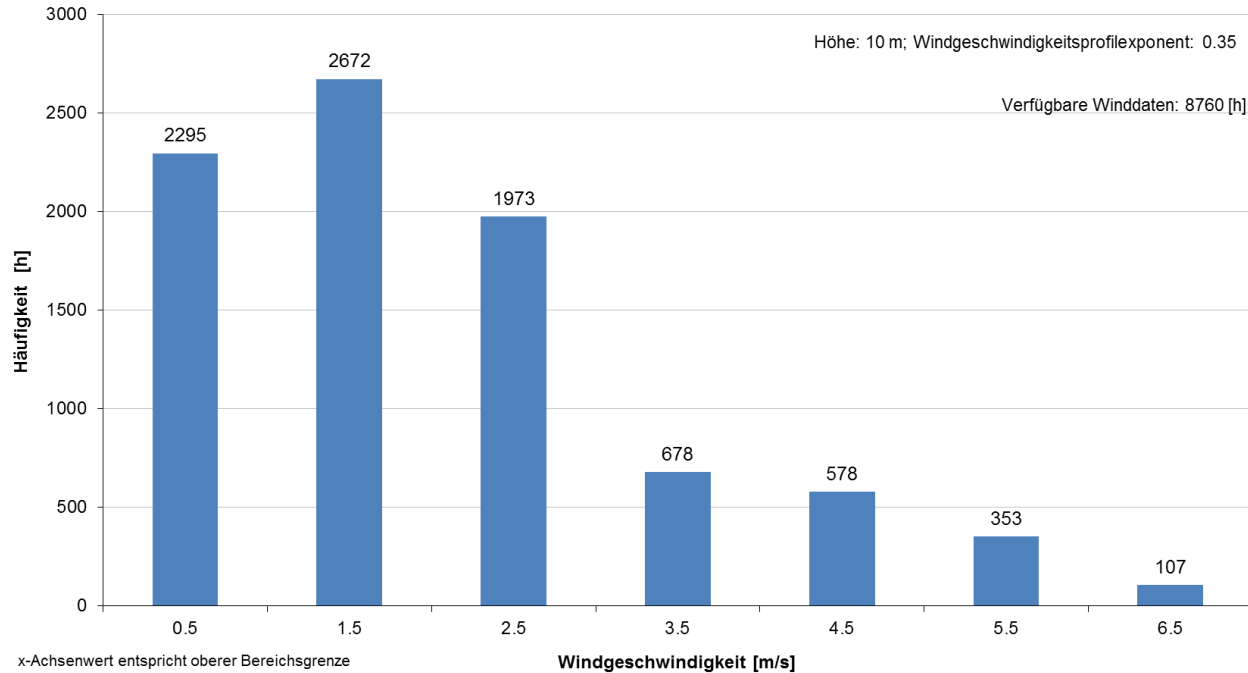
# München, Obersending

## Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen)



# München, Obersending

## Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen)



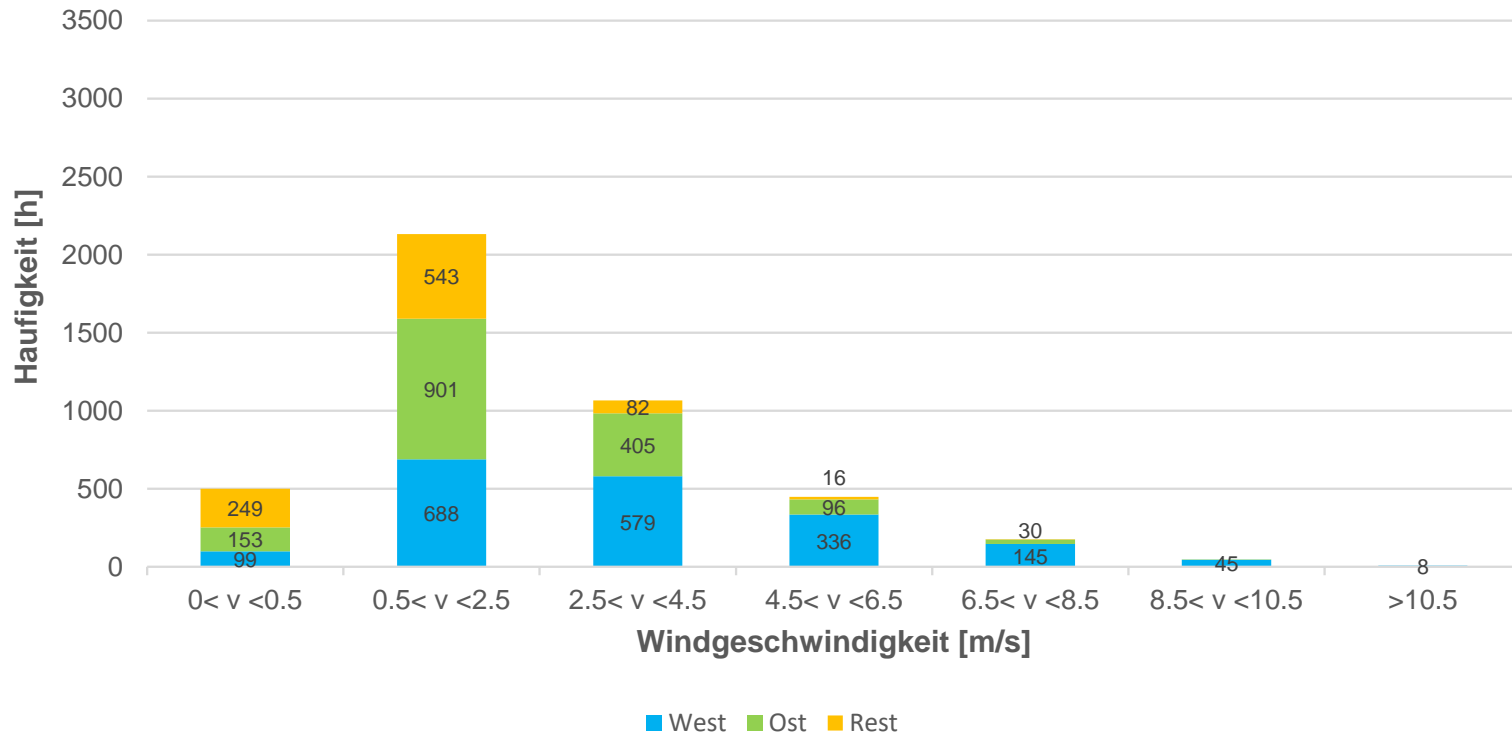
- Niedrige bis mittlere Windgeschwindigkeiten: häufig
- Höhe Windgeschwindigkeiten: selten
- Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit: 2,0 m/s

# München, Obersendling

Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen) am Tag (8 Uhr – 20 Uhr)  
in 10 m Höhe (Wetterdaten)

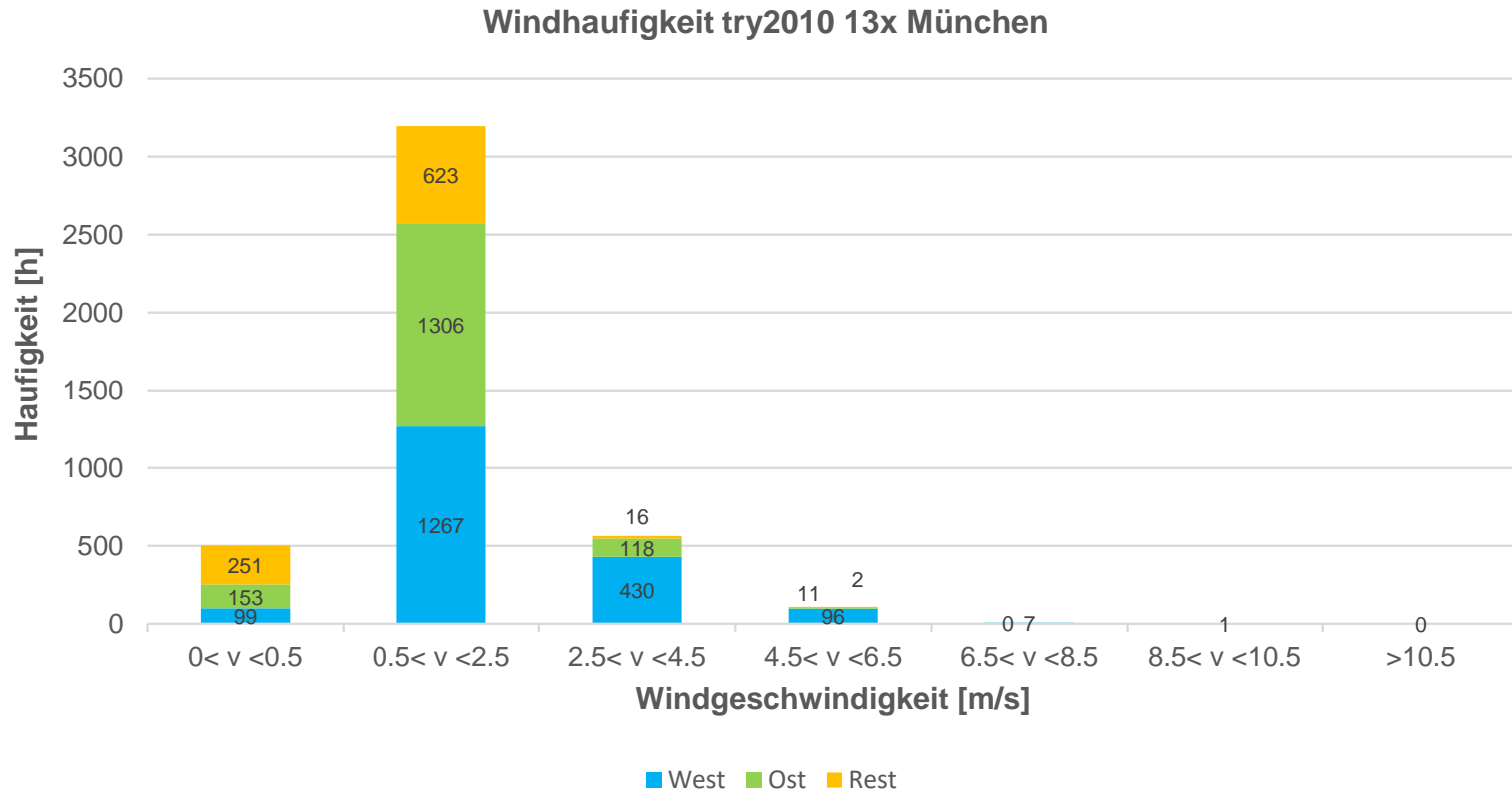


### Windhäufigkeit try2010 13x München



# München, Obersendling

Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen) am Tag (8 Uhr – 20 Uhr)  
in 1 m Höhe (grüne Bereiche)



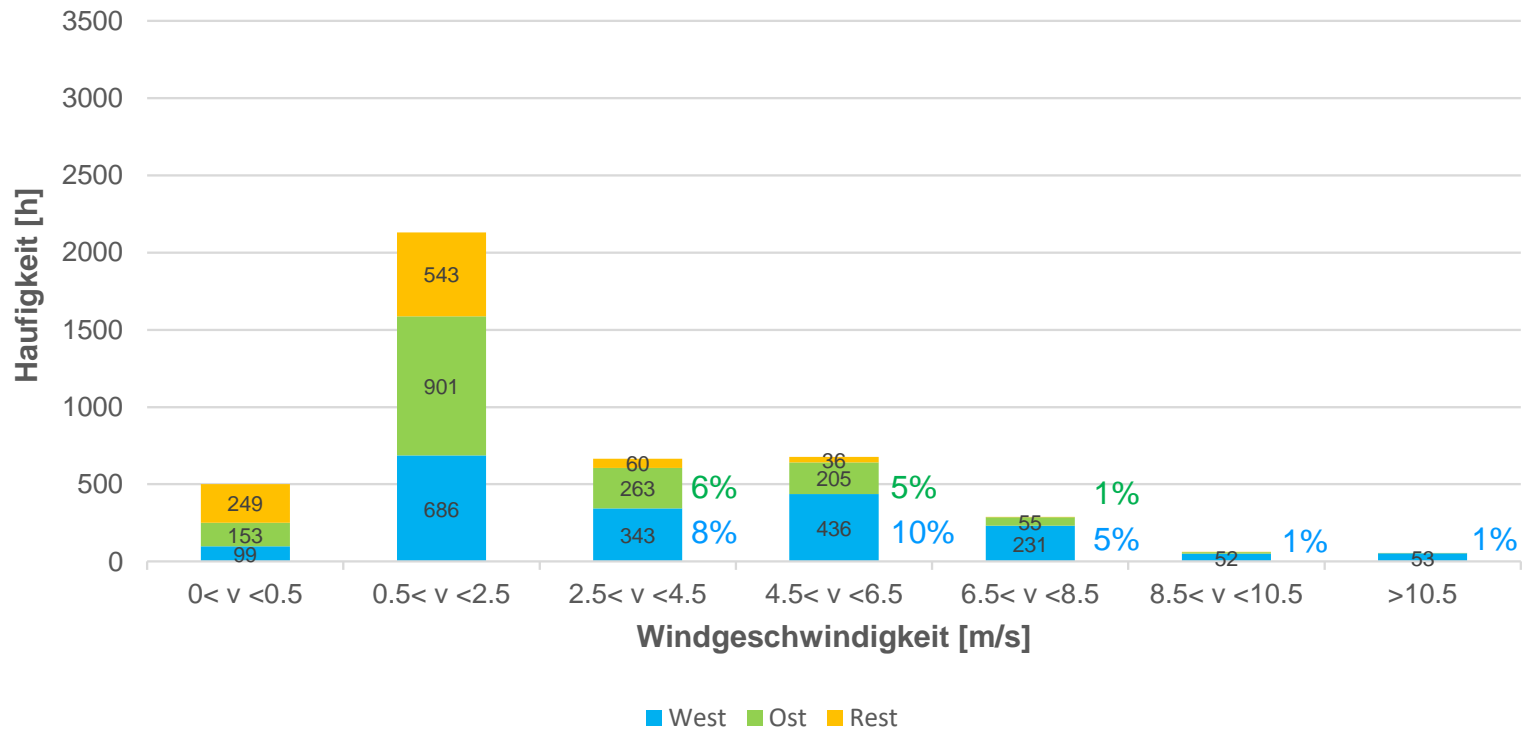


# München, Obersending

Windstatistiken (try2010\_13x\_Muenchen) am Tag (8 Uhr – 20 Uhr)  
in 1 m Höhe beschleunigt (rote Bereiche)



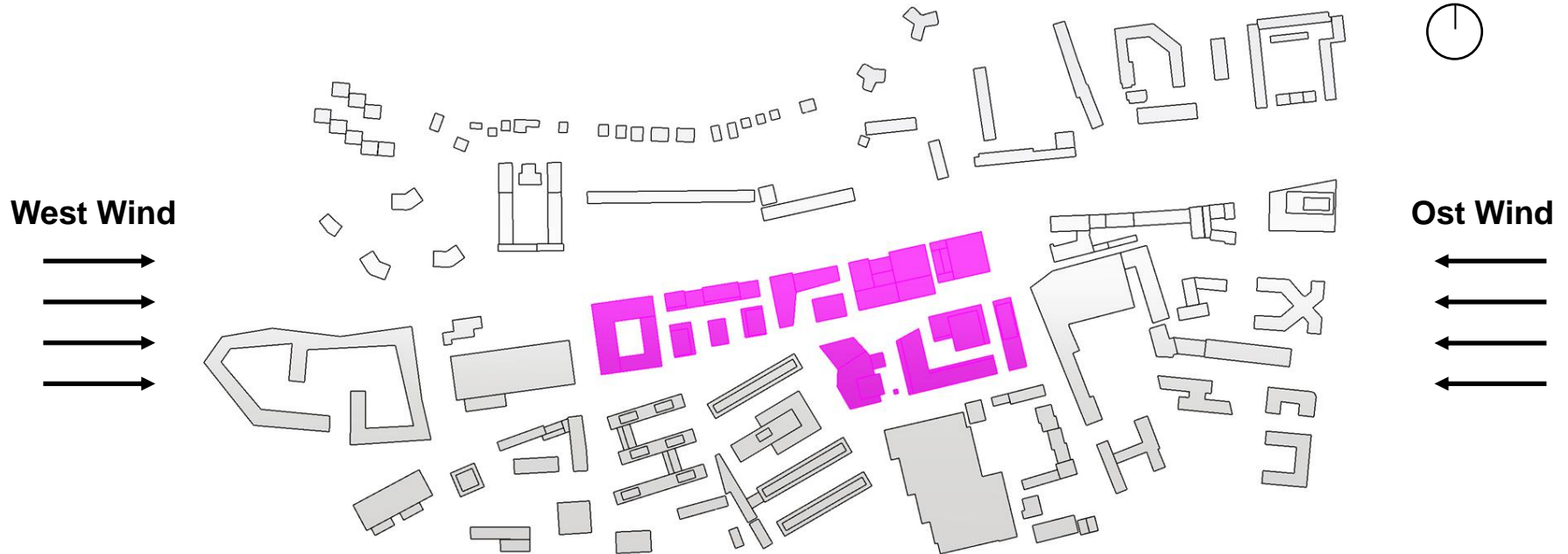
### Windhaufigkeit try2010 13x München



# München, Obersending

Untersuchte Windrichtungen für die Windanalyse

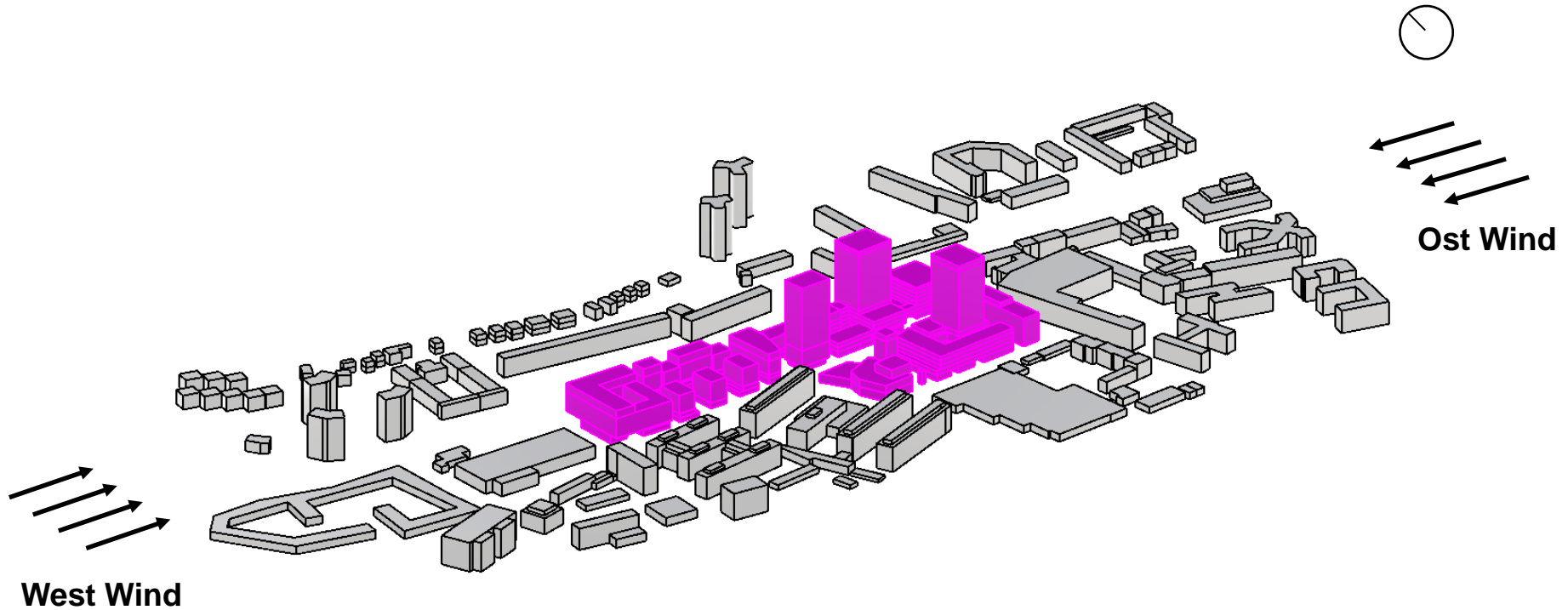
Stand: 3D-Model 21.04.2021



# München, Obersending

Untersuchte Windrichtungen für die Windanalyse

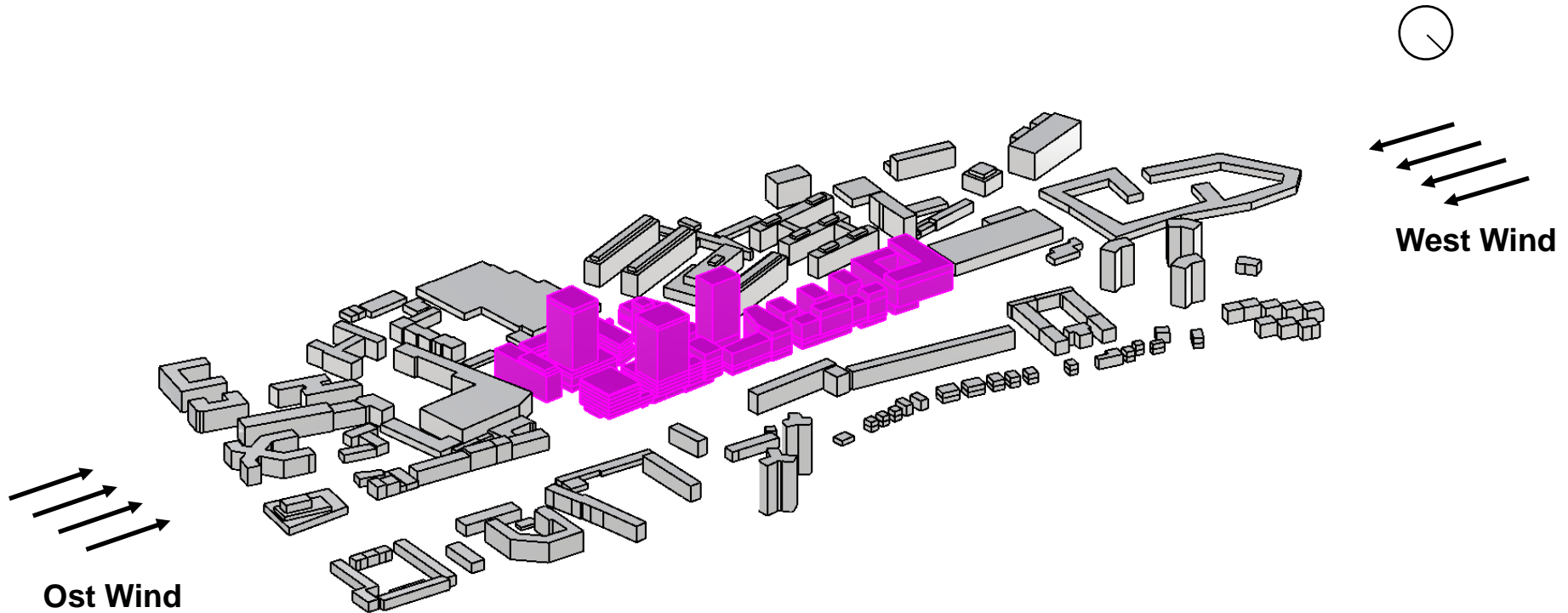
Stand: 3D-Model 21.04.2021



# München, Obersending

Untersuchte Windrichtungen für die Windanalyse

Stand: 3D-Model 21.04.2021

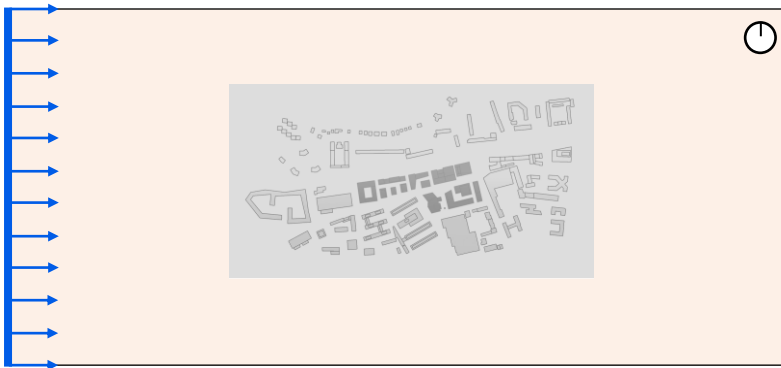


# München, Obersending

## Randbedingungen



Querschnittsansicht, Darstellung für West Wind



Sicht von oben, Darstellung für West Wind

### Logarithmische Windgeschwindigkeitsprofile

Referenzgeschwindigkeit	$U_{ref}$	3,0 m/s
Referenzhöhe	$Z_{ref}$	10 m
Rauhigkeitslänge	$Z_0$	1 m (Stadtbereich)

Turbulenz-Model

k- $\epsilon$  RANS model

# München, Obersending

## Zusammenfassung



### Randbedingungen Strömungssimulation

- CFD Programm: OpenFOAM (v4.1)
- Mesh Zell Größe an Gebäuden: 2m
- Box Domain (l x L x H): 4000m x 4000m x 500m
- Solver: simpleFoam
- Turbulenz-Model: RNG k- $\epsilon$  (RANS)
- Konvergenz Kriterium residuals (p, U, k,  $\epsilon$ ) <  $10^{-4}$
- Windgeschwindigkeitsmodell: Atmospheric Boundary Profile, logarithmische Profile
- Referenzgeschwindigkeit Uref 3.0 m/s
- Referenzhöhe Zref 10 m
- Rauigkeitslänge Z0 1 m (Stadtbereich)
- Winddaten try2010\_13x\_Muenchen bzw. DWD Messung Bavariaring
- Hauptwindrichtungen West (Haupt) Ost (Sekundär)

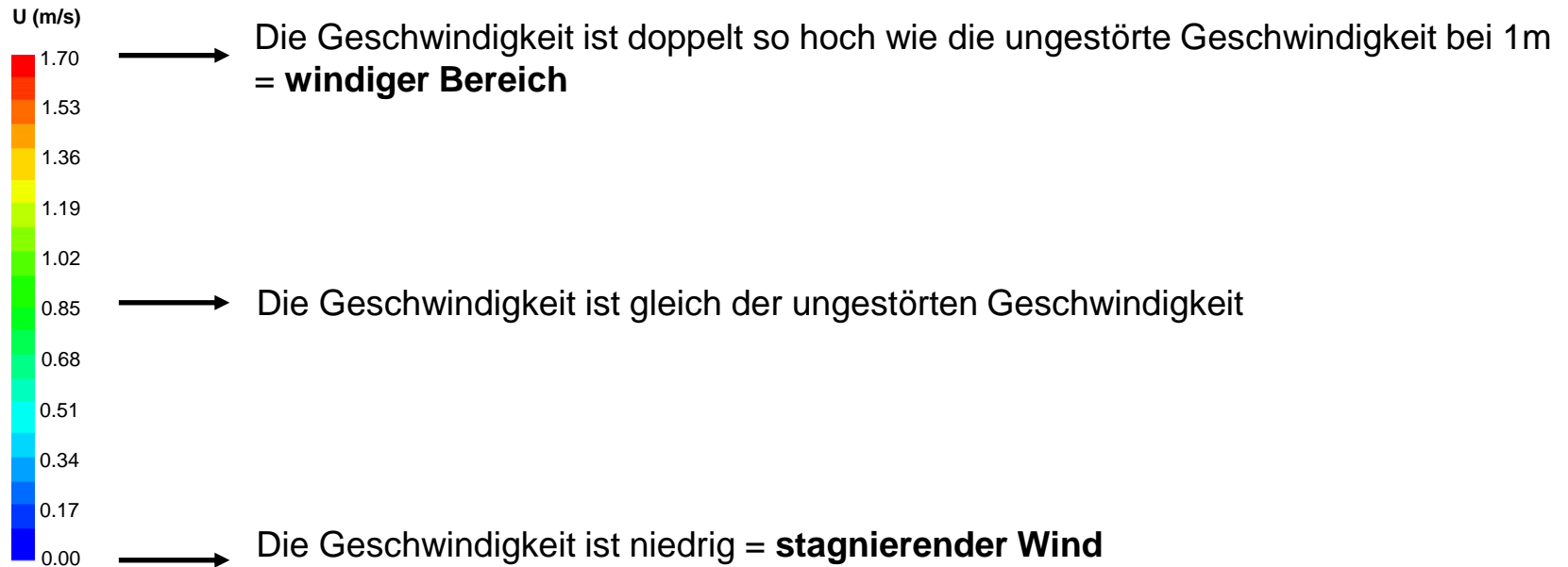
# München, Obersending

## Erläuterung der Geschwindigkeitsergebnisse in 1m Höhe



Die Skala gibt an wie sich der Wind im Verhältnis zur ungestörten Windgeschwindigkeit im Quartier aufgrund der Gebäude verändert.

In den roten Bereichen würde sich die Windgeschwindigkeit zum Beispiel gegenüber der ungestörten Geschwindigkeit verdoppeln.



# München, Obersending

## Kriterien für Windkomfort

**Table 1**  
Criteria for wind comfort according to NEN 8100 [19].

P( $U_{THR} > 5$ m/s (in % hours per year))	Grade	Activity		
		Traversing	Strolling	Sitting
<2.5	A	Good	Good	Good
2.5–5.0	B	Good	Good	Moderate
5.0–10	C	Good	Moderate	Poor
10–20	D	Moderate	Poor	Poor
>20	E	Poor	Poor	Poor

Quelle: NEN 8100:2006 nl - Wind comfort and wind danger in the built environment

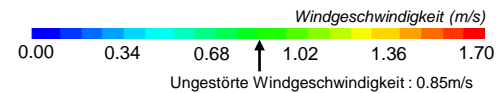
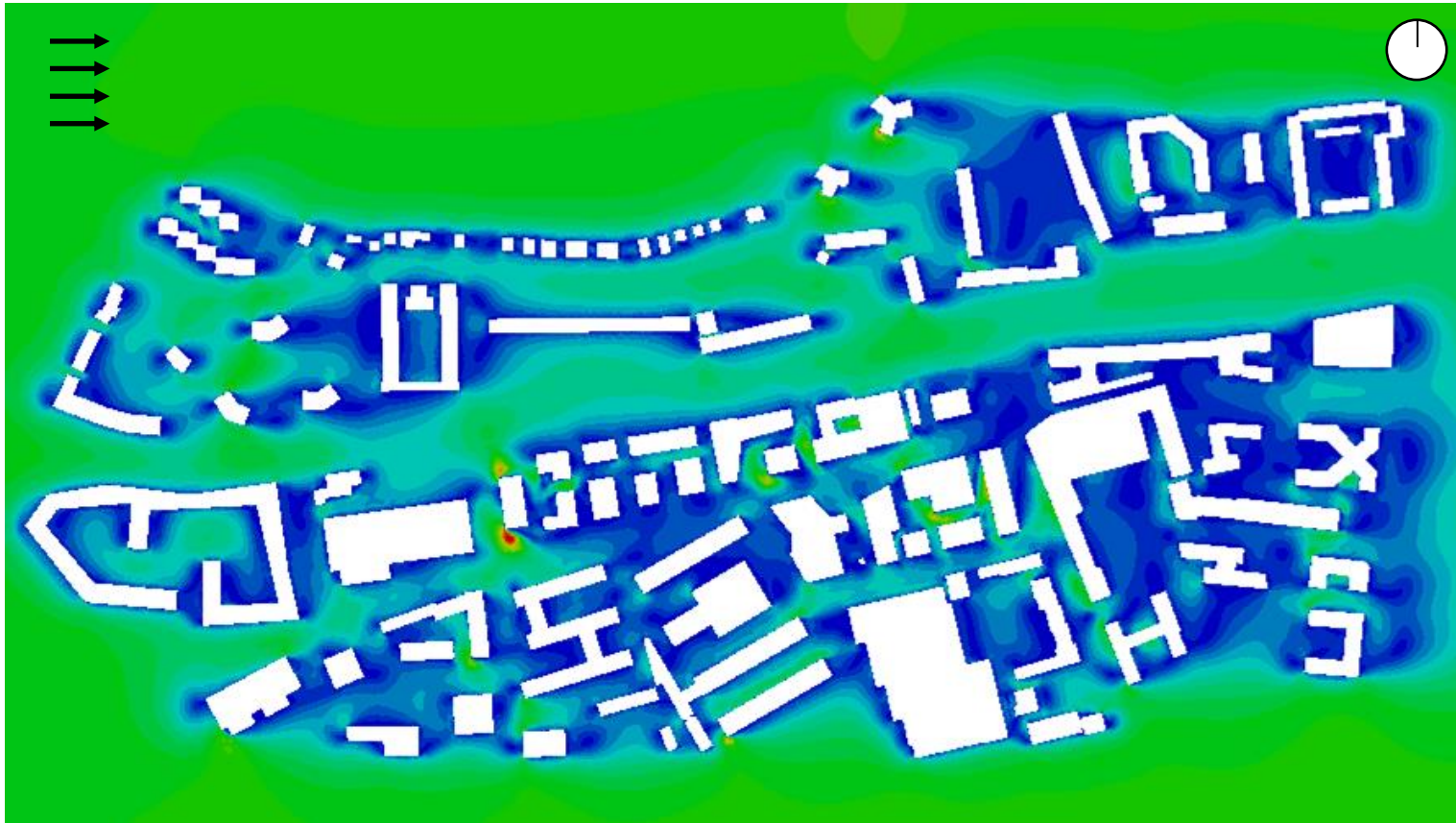
Quelle: Pedestrian-level wind conditions around buildings: Review of wind-tunnel and CFD techniques and their accuracy for wind comfort assessment B. Blocken <sup>a, b, \*</sup>, T. Stathopoulos <sup>c</sup>, J.P.A.J. van Beeck <sup>d</sup>



**Umströmungsanalyse  
Hauptwindrichtung West**

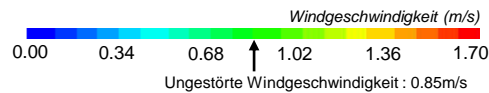
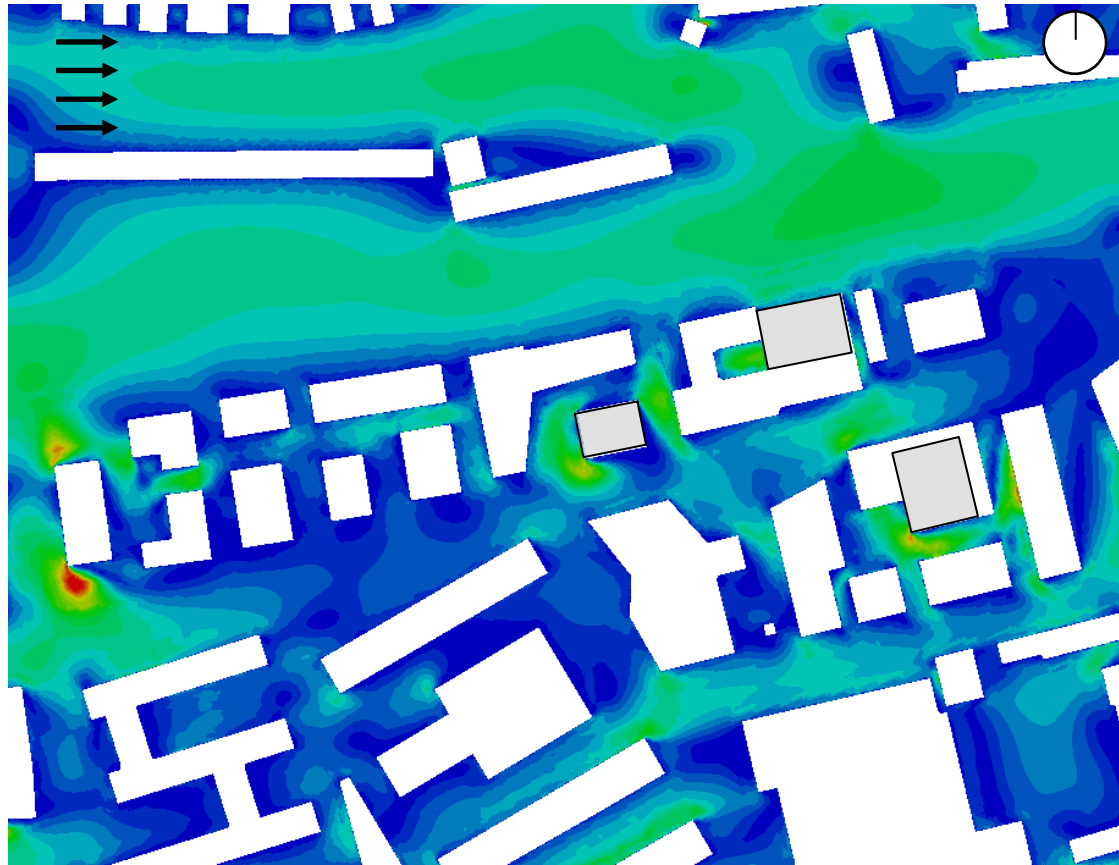
# München, Obersending

West Wind – 1m über dem Erdboden



# München, Obersending

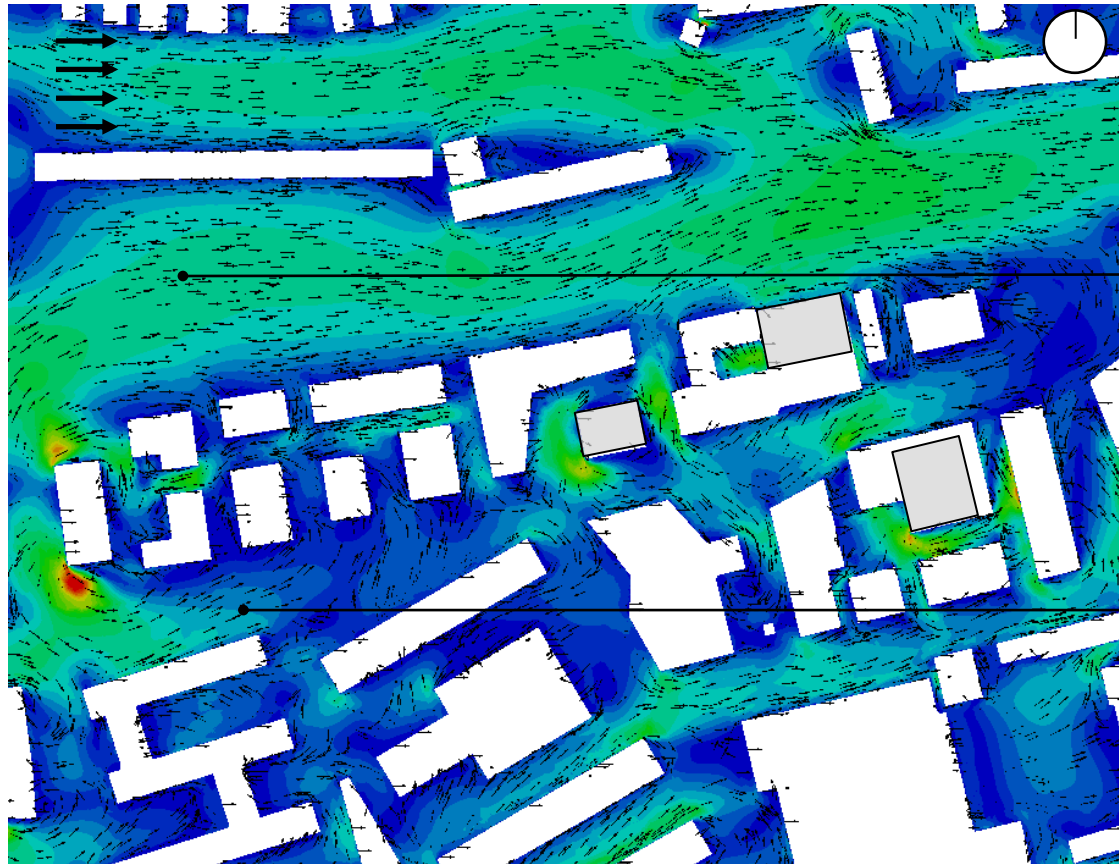
West Wind – 1m über dem Erdboden



Quelle: 3D-Model: KCAP Zürich, Simulation: Transsolar München

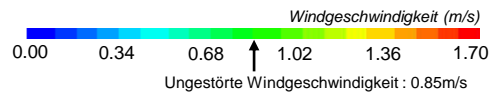
# München, Obersending

West Wind – 1m über dem Erdboden



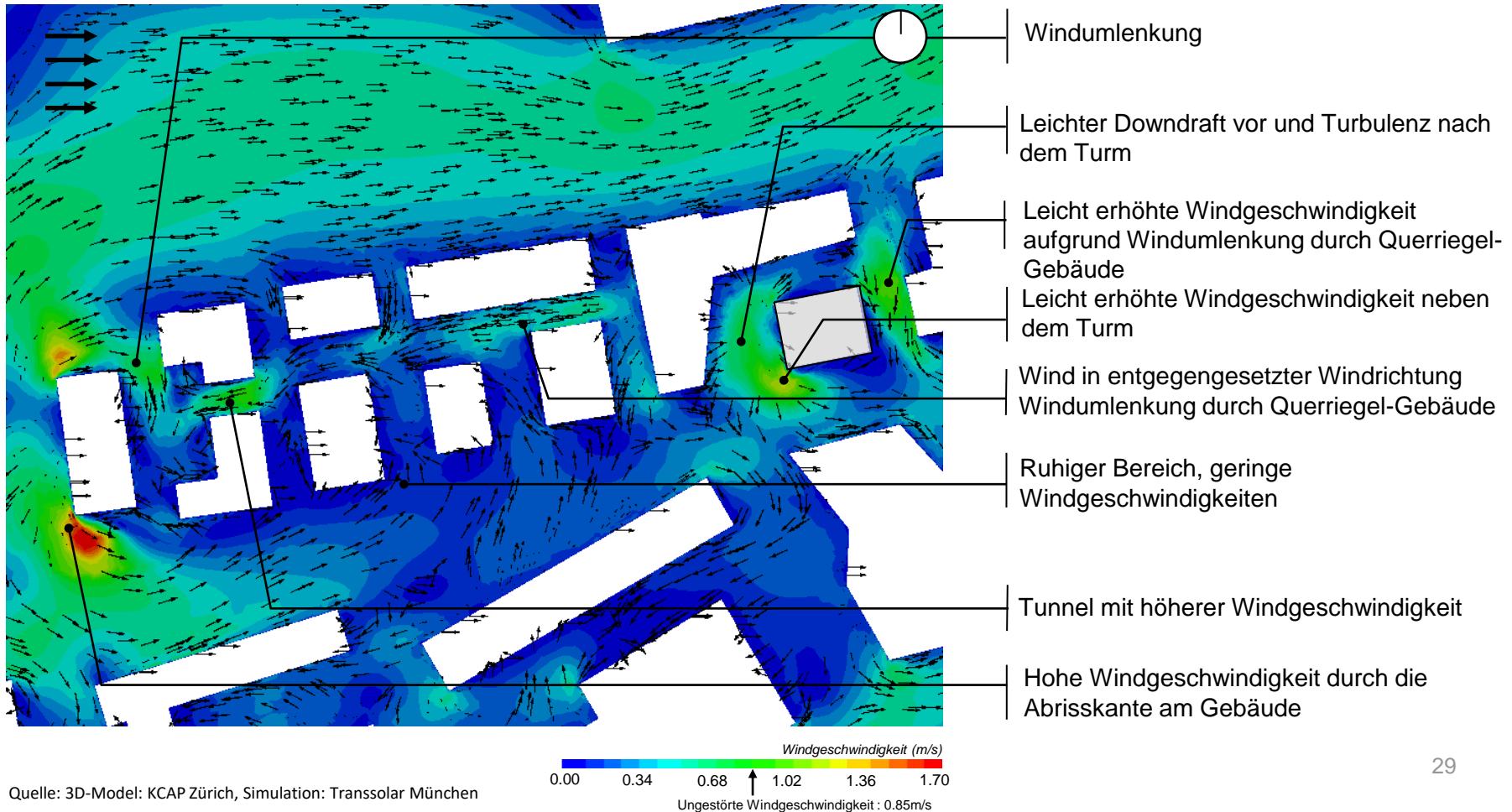
Gut belüftete Straße = breite Straße in Windrichtung

Windumlenkung durch den Plattengebäude



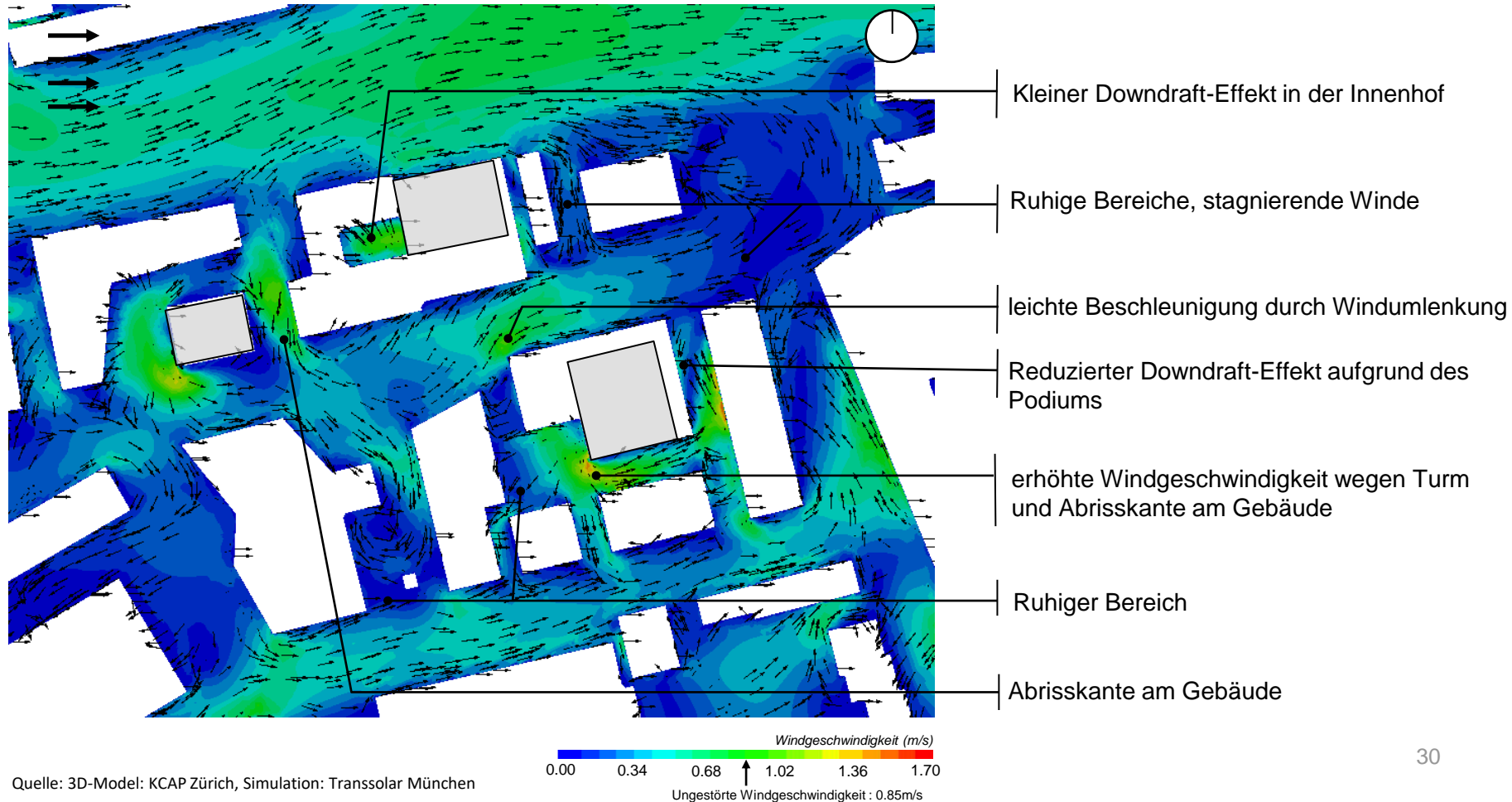
# München, Obersending

West Wind – 1m über dem Erdboden



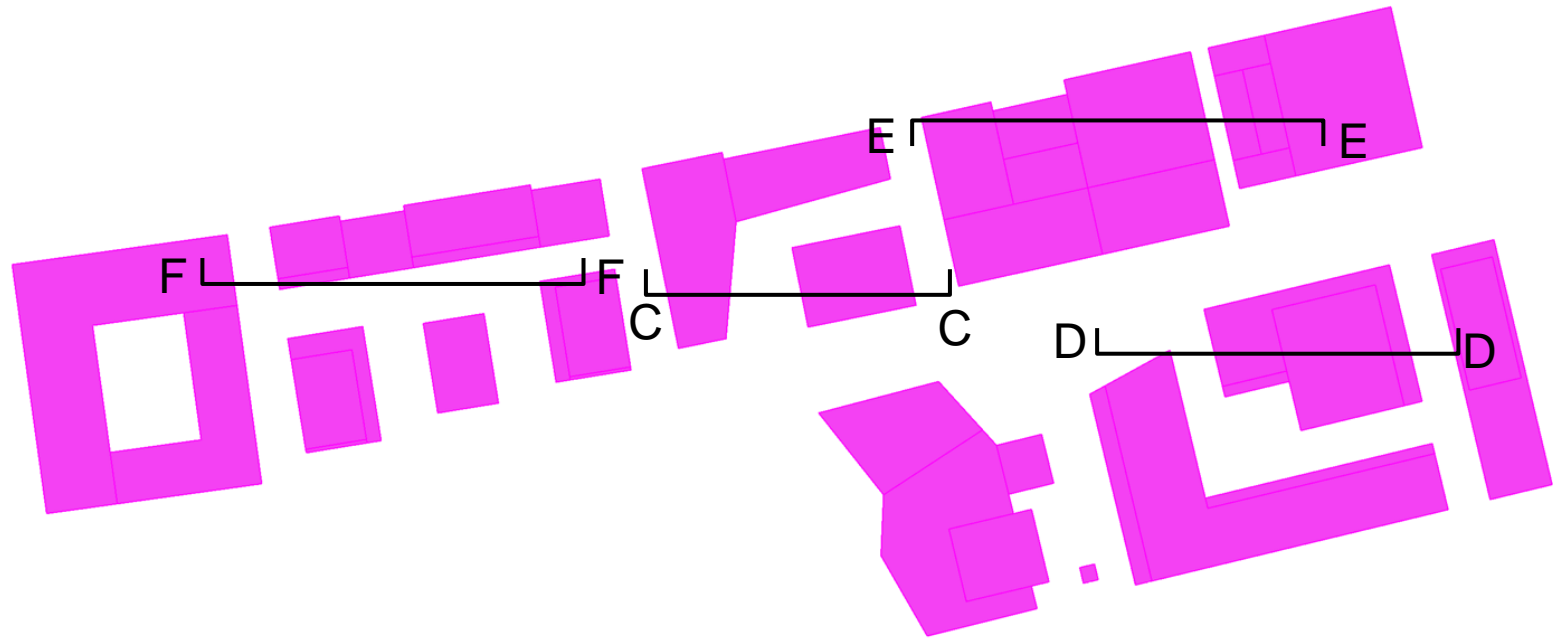
# München, Obersending

West Wind – 1m über dem Erdboden



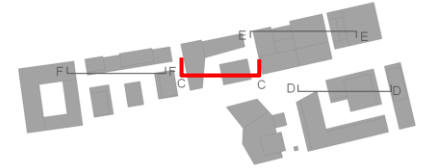
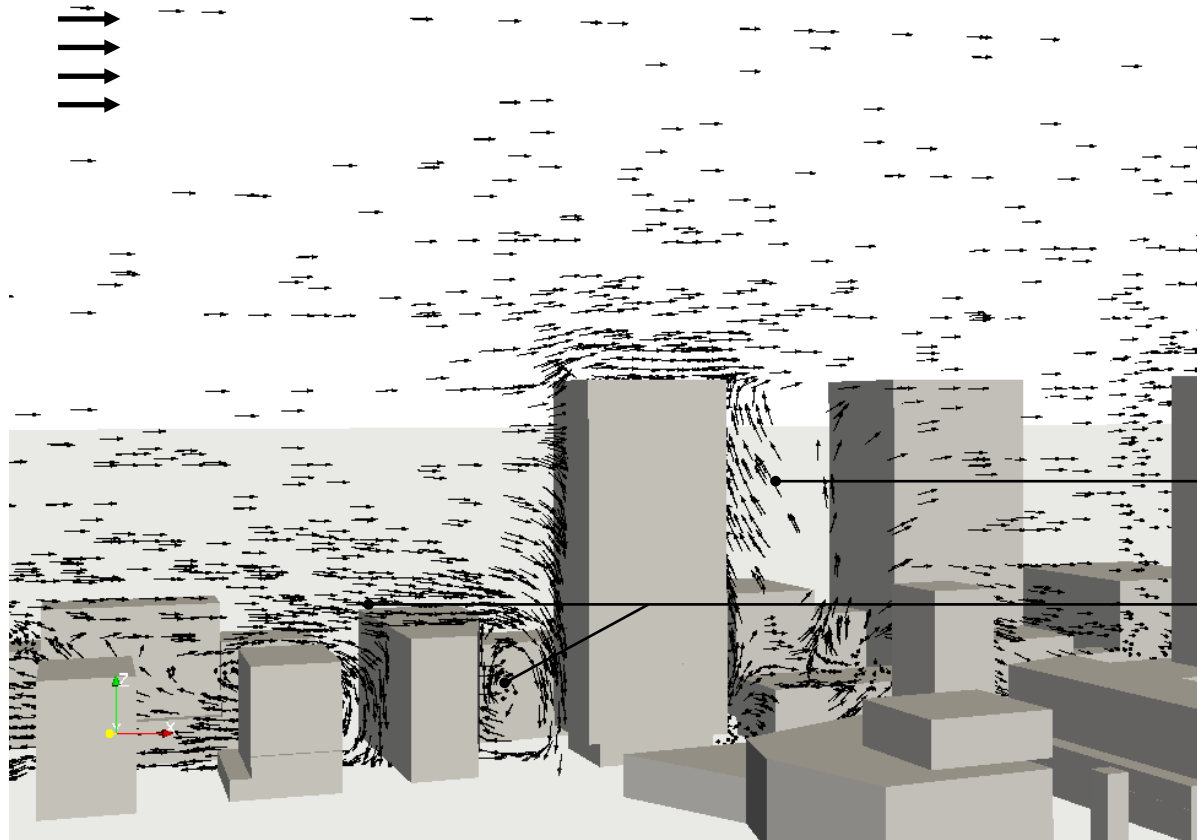
# München, Obersending

West Wind - Schnitt



# München, Obersending

West Wind – Schnitt C-C



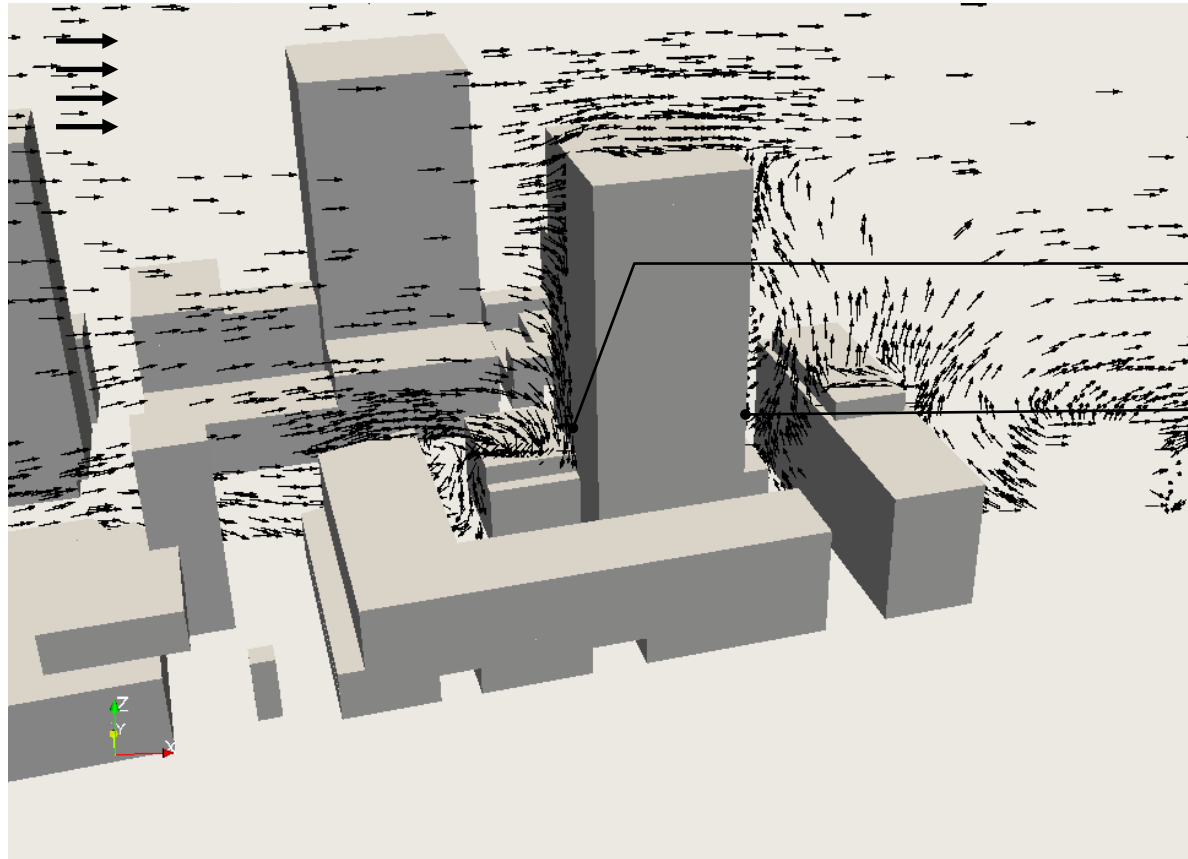
Windwalze nach dem Turm

Windwalze zwischen den Gebäuden



# München, Obersending

West Wind – Schnitt D-D

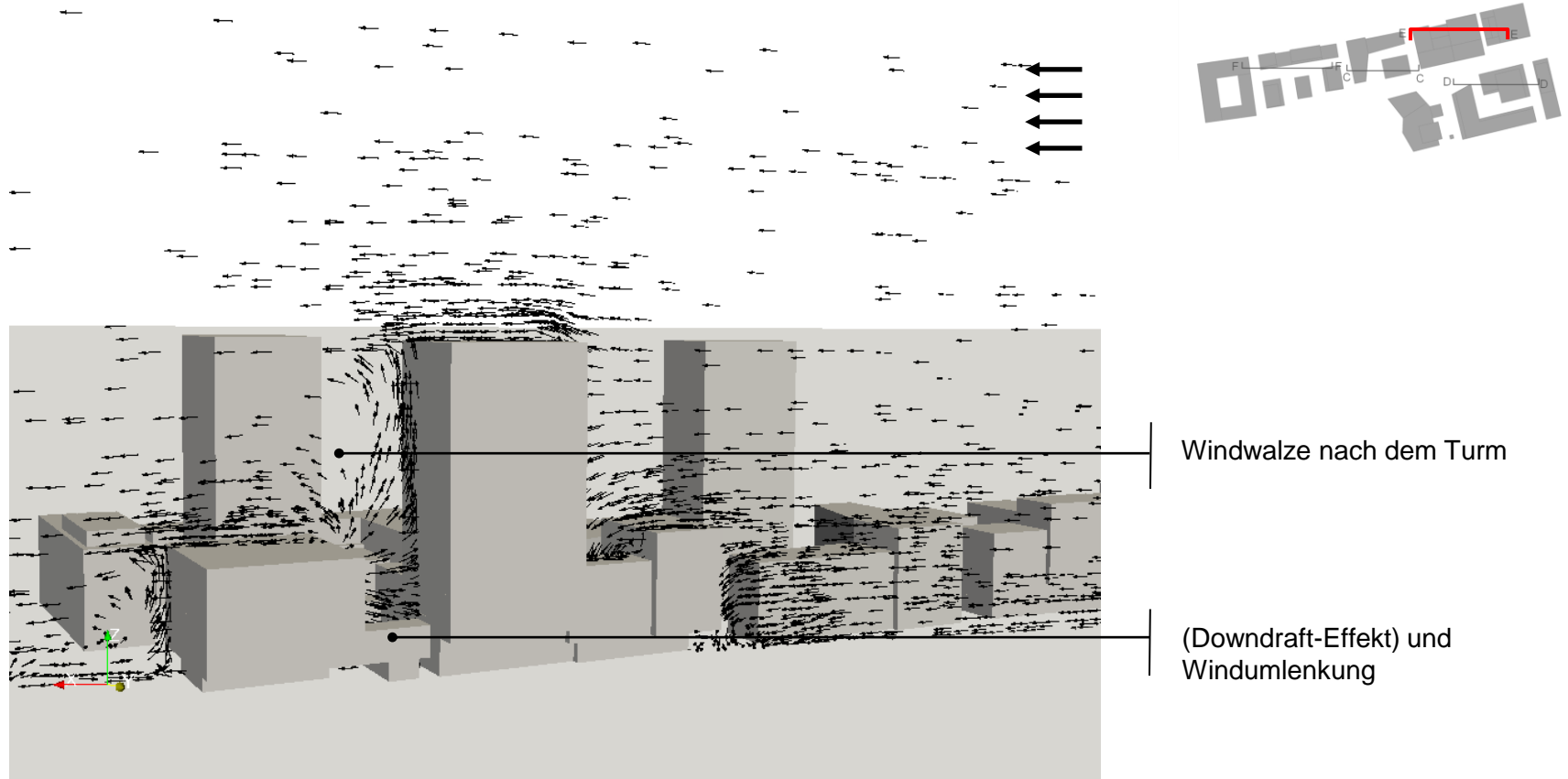


Downdraft-Effekt auf der Terrasse

Downdraft-Effekt auf Fußgängerebene  
durch das Podium reduziert

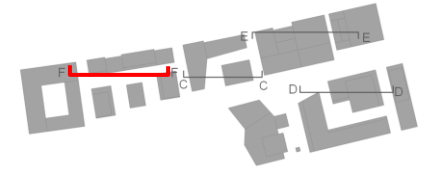
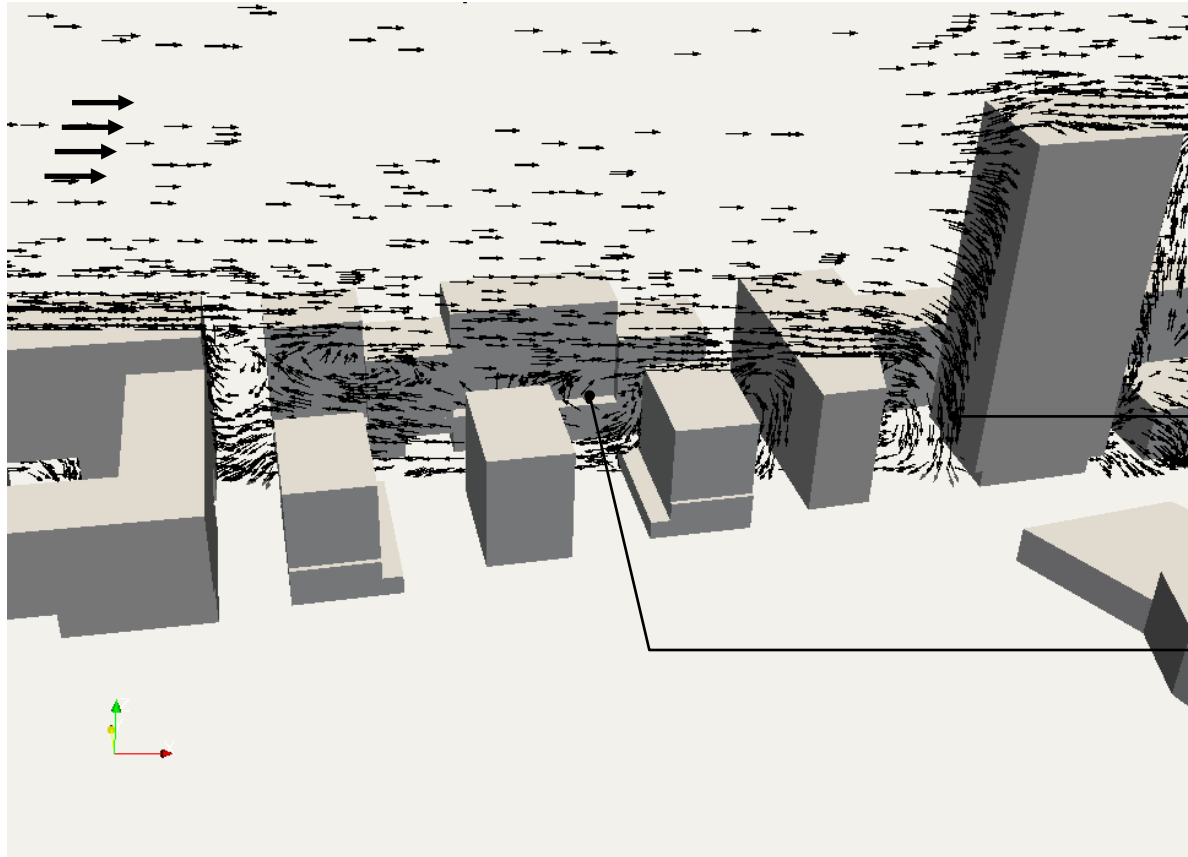
# München, Obersending

West Wind – Schnitt E-E



# München, Obersending

West Wind – Schnitt F-F



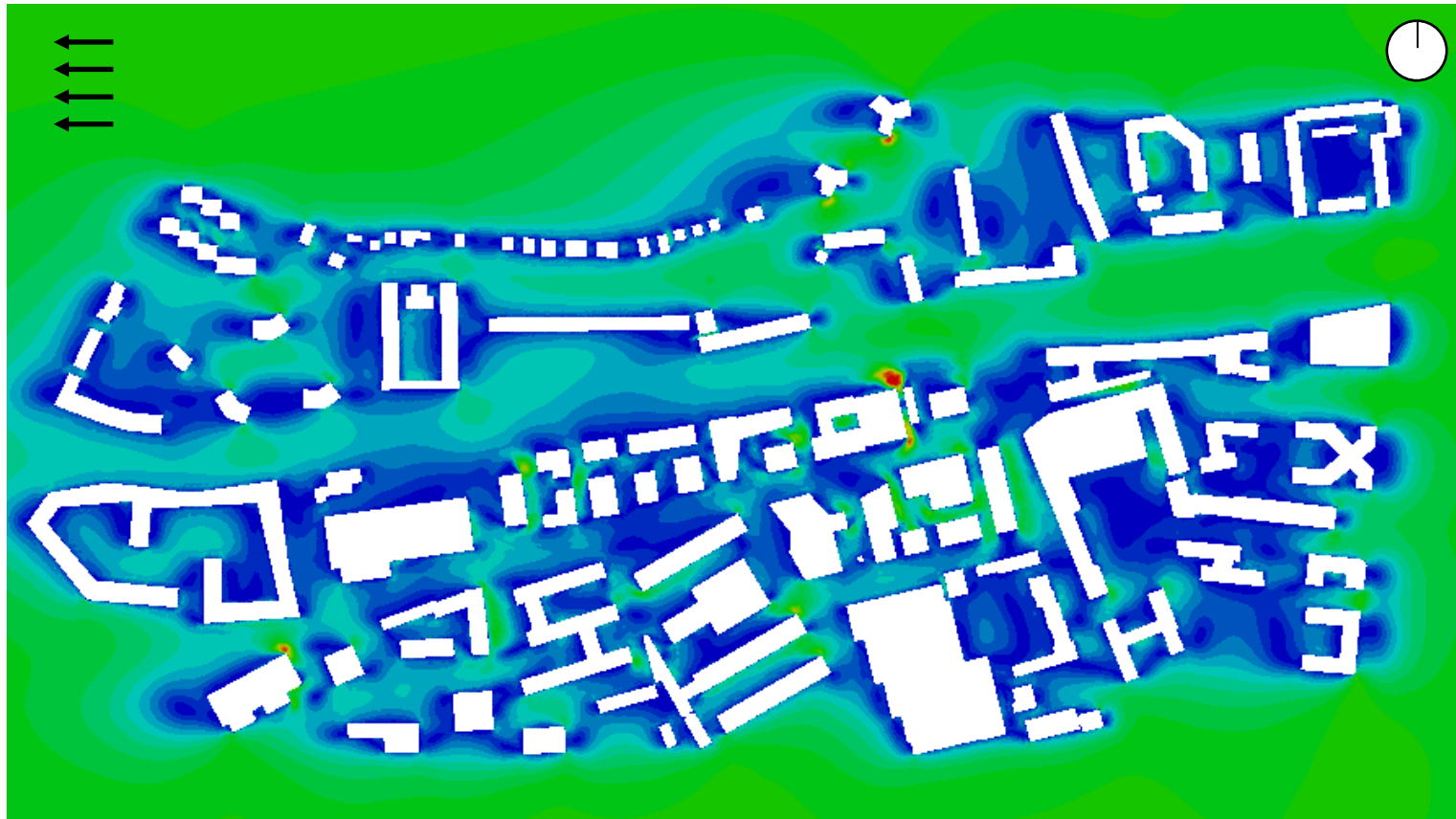
Downdraft-Effekt in die Fußgängerebene

Wind in entgegengesetzter Windrichtung Windumlenkung durch Querriegel-Gebäude

**Umströmungsanalyse  
Hauptwindrichtung Ost**

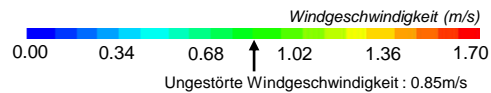
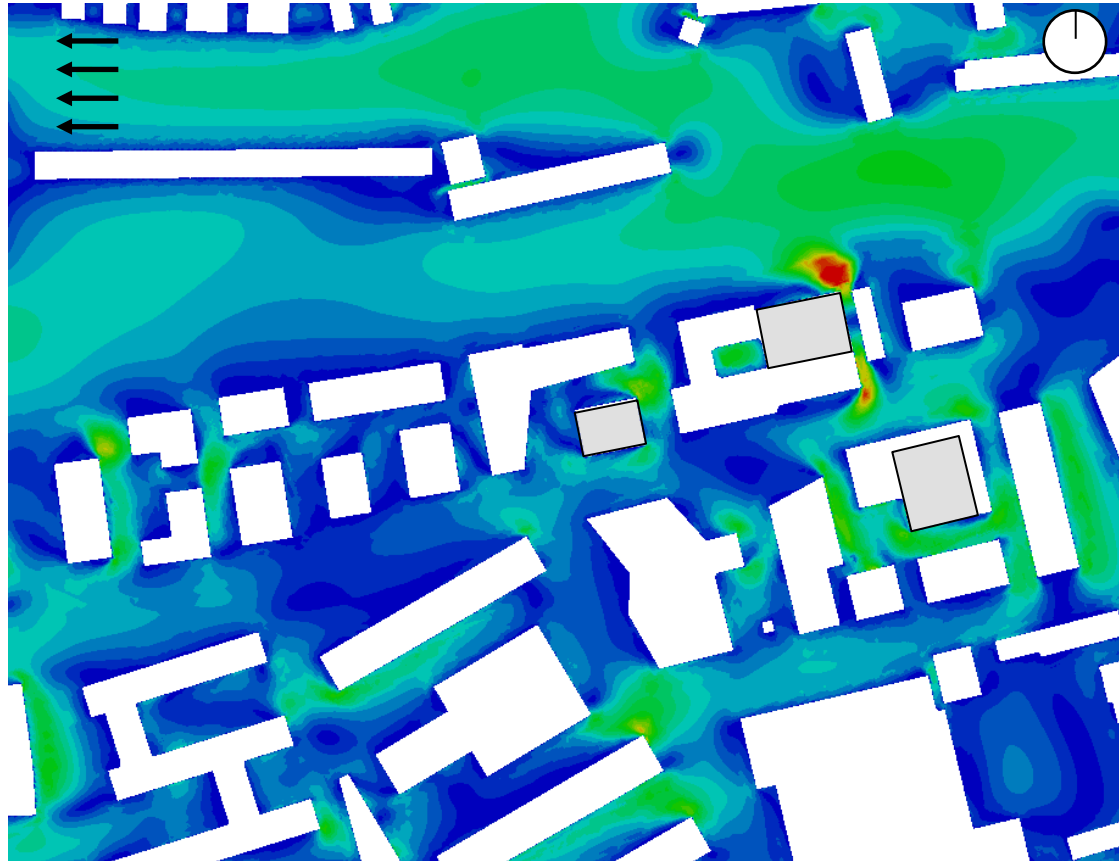
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über dem Erdboden



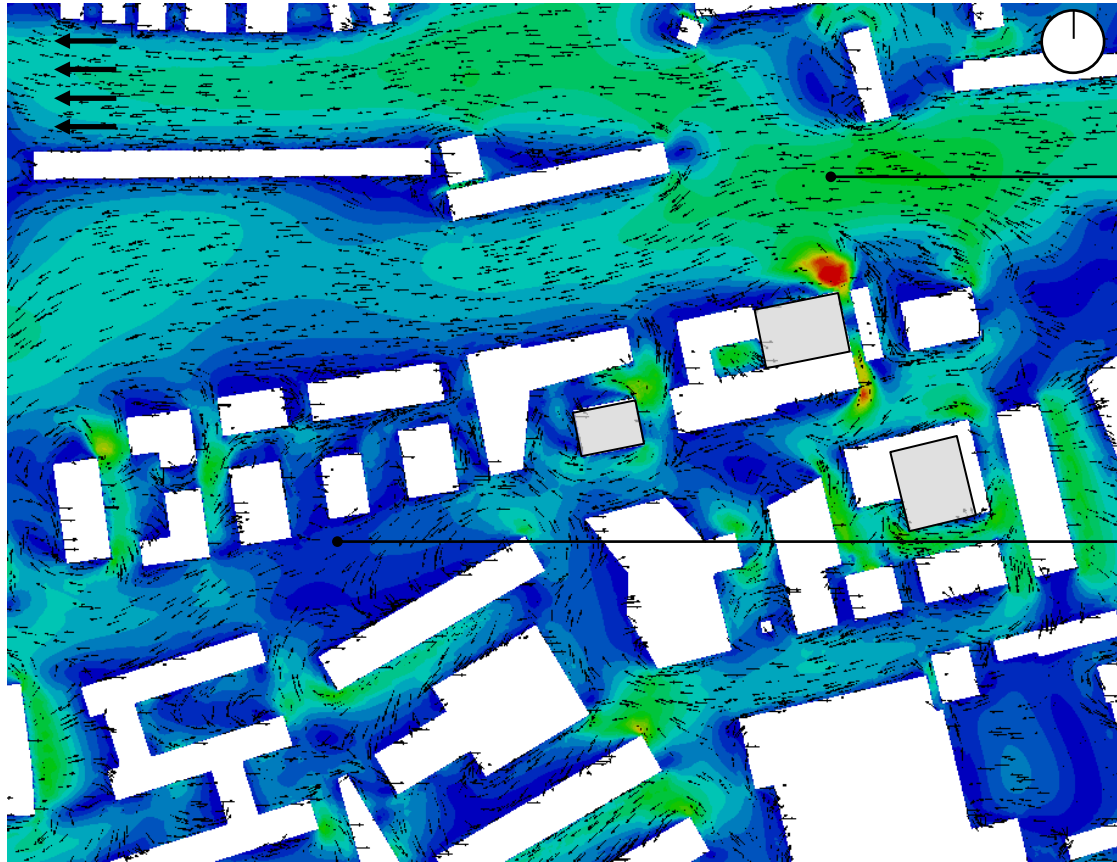
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über dem Erdboden



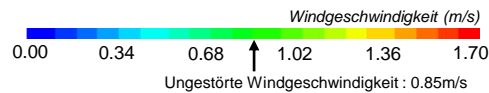
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über dem Erdboden



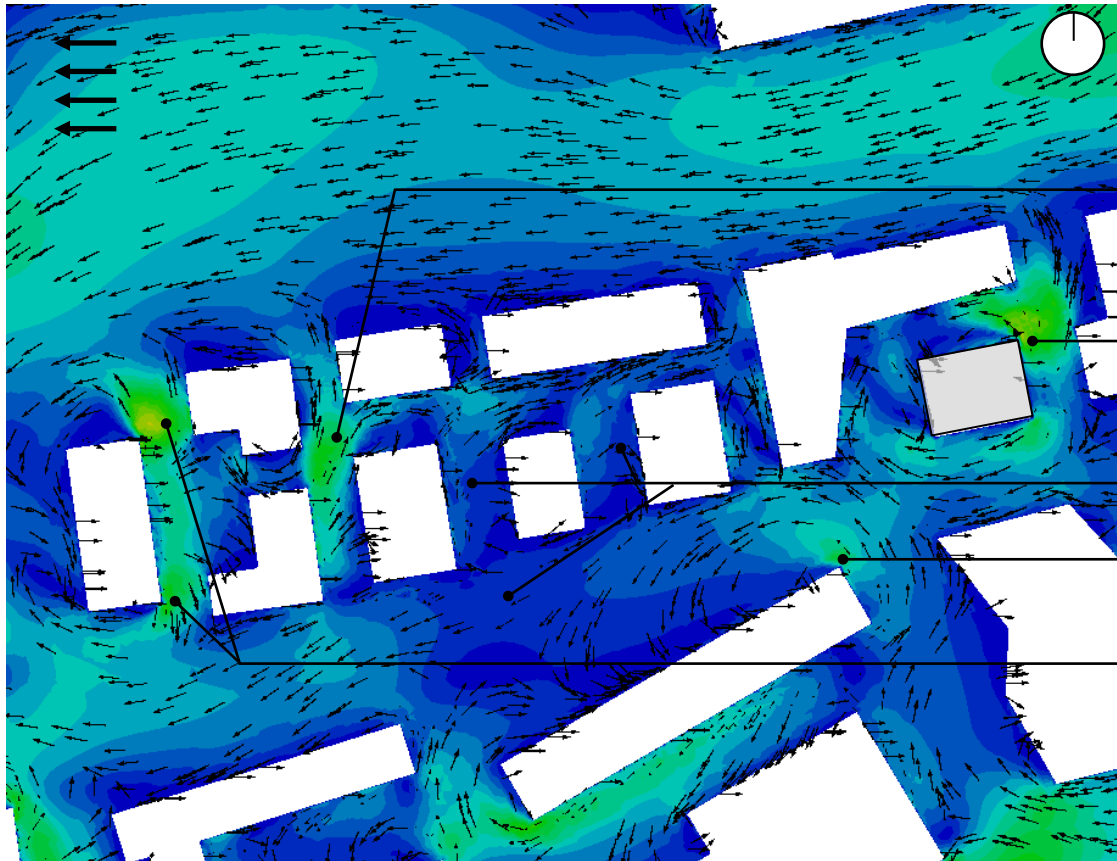
Gut belüftete Straße = breite Straße in Windrichtung

Geringe Windgeschwindigkeiten, ruhiger Bereich



# München, Obersending

Ost Wind – 1m über dem Erdboden



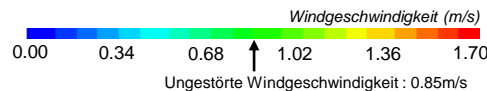
Kombination aus Windumlenkung und Downdraft (Wind in entgegengesetzter Windrichtung)

Leichte Abrisskante am Hochhaus

Geringe Windgeschwindigkeiten

Kleine Windumlenkung

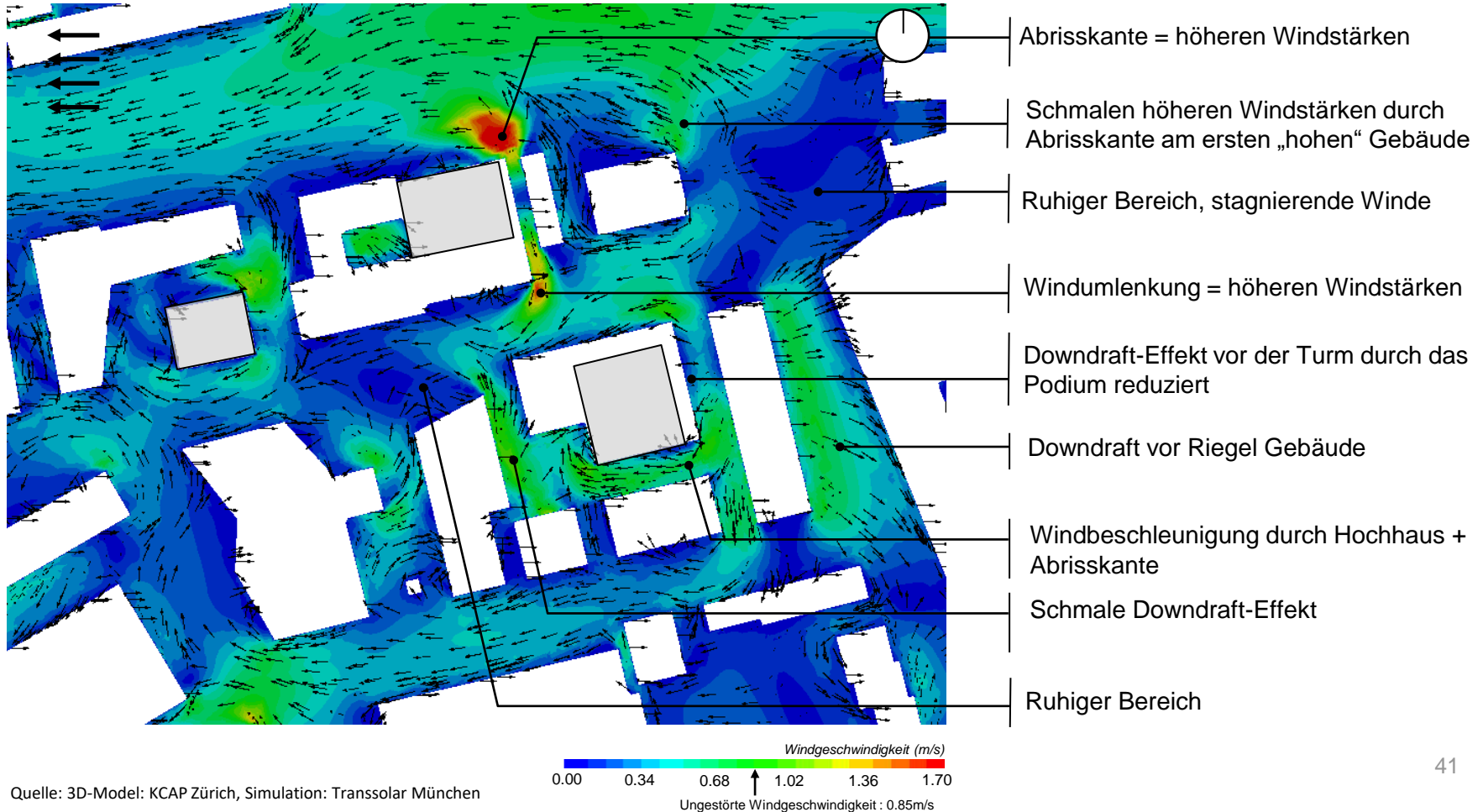
Kleine erhöhte Windgeschwindigkeit durch Kombination aus Downdraft und Windtunnel





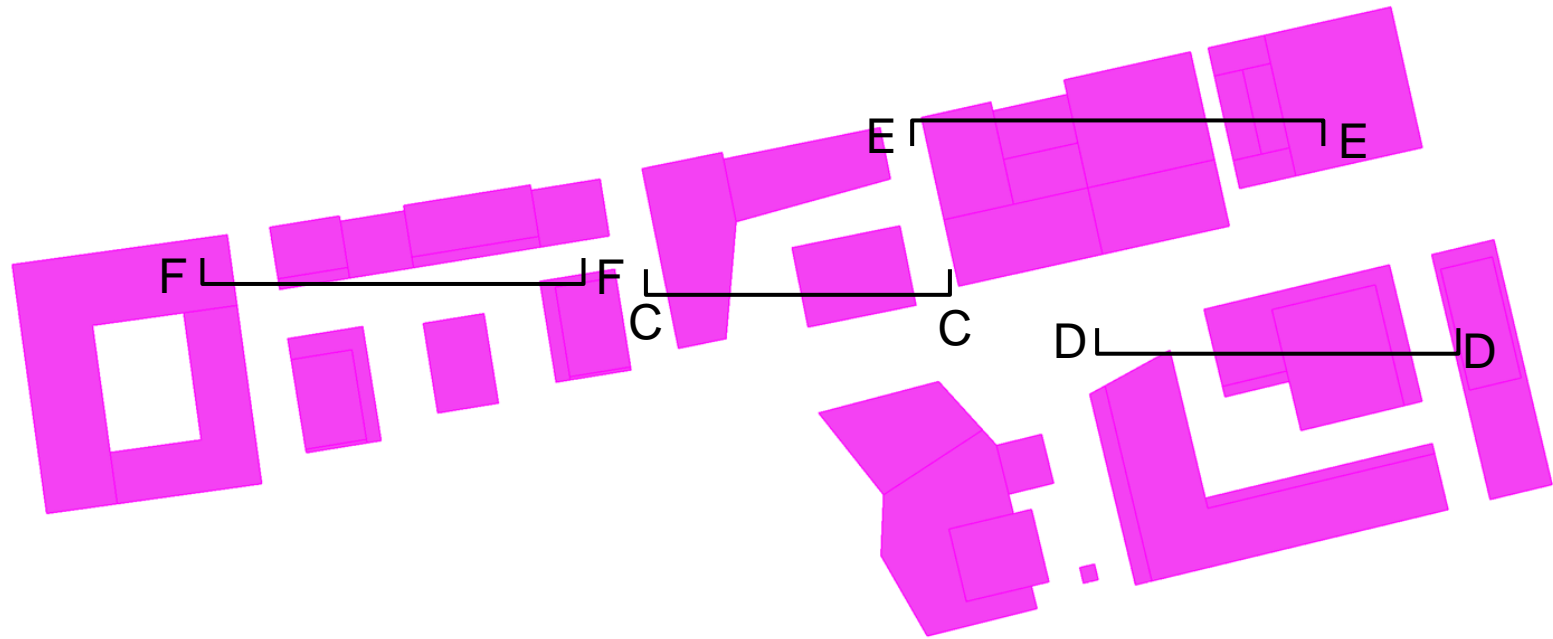
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über dem Erdboden



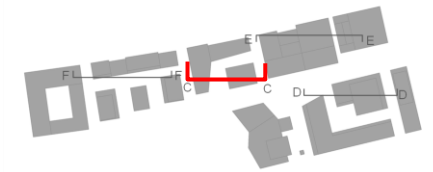
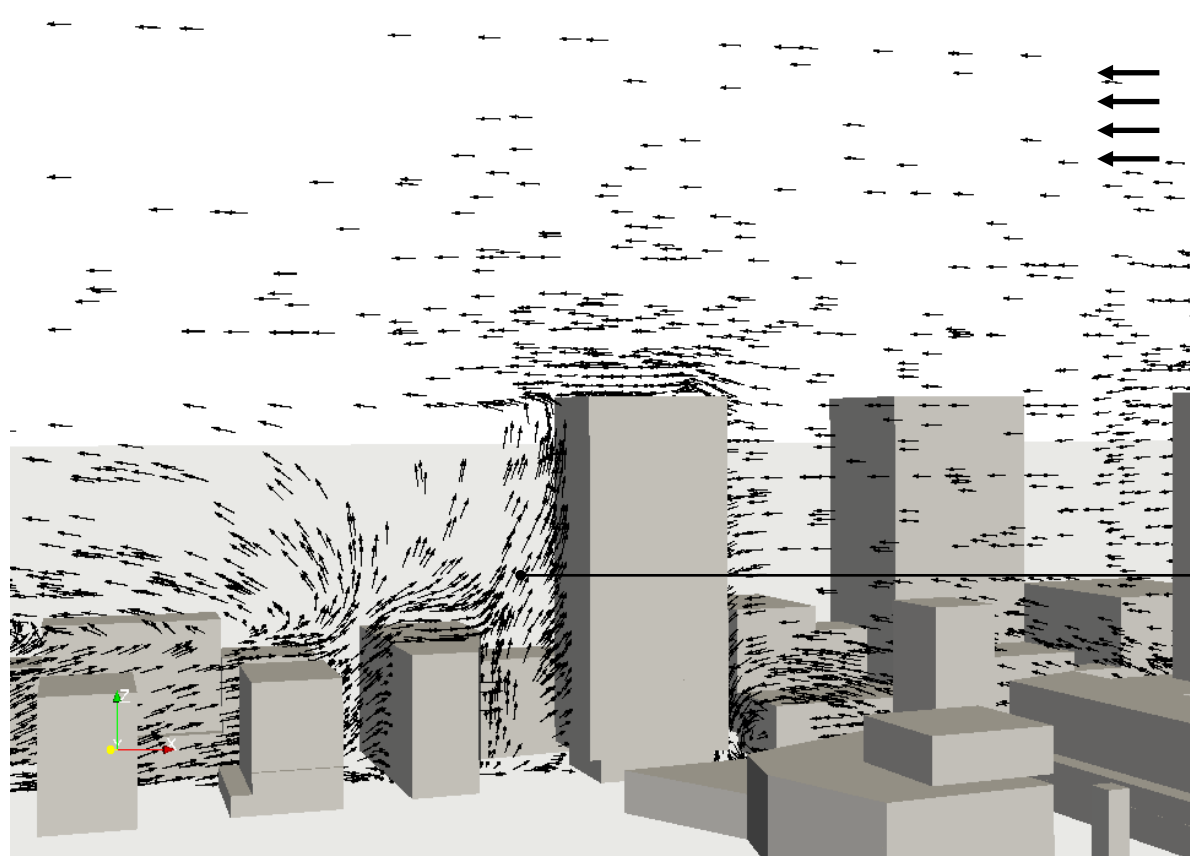
# München, Obersending

Ost Wind - Schnitt



# München, Obersending

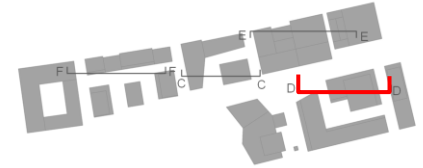
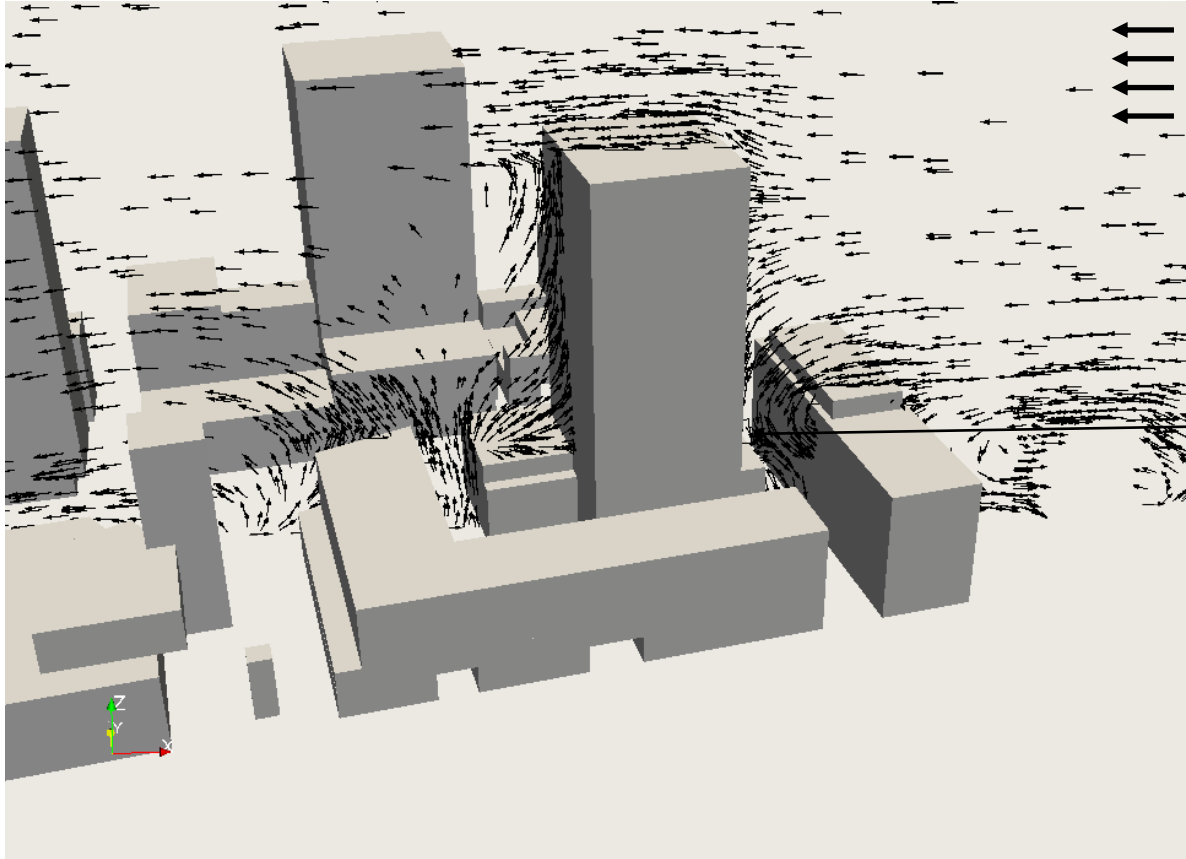
Ost Wind – Schnitt C-C



Rezirkulationsbereich nach dem Turm

# München, Obersending

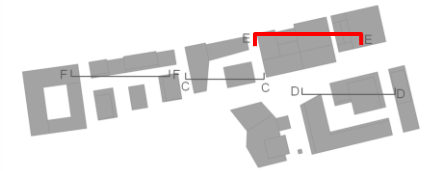
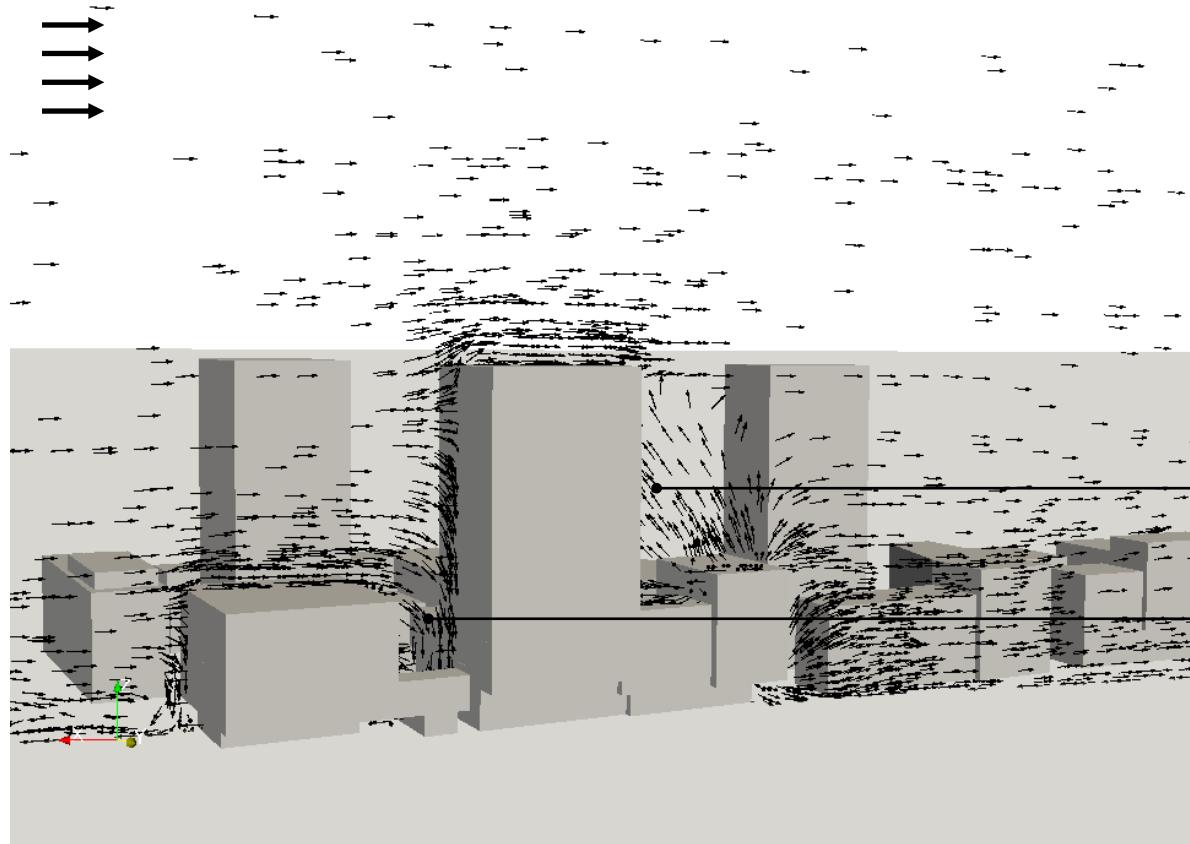
Ost Wind – Schnitt D-D



Downdraft-Effekt auf Fußgängerebene durch das Podium reduziert

# München, Obersending

Ost Wind – Schnitt E-E

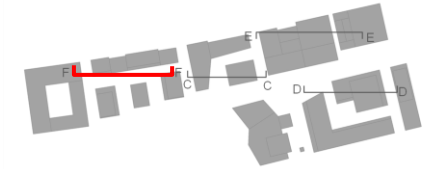
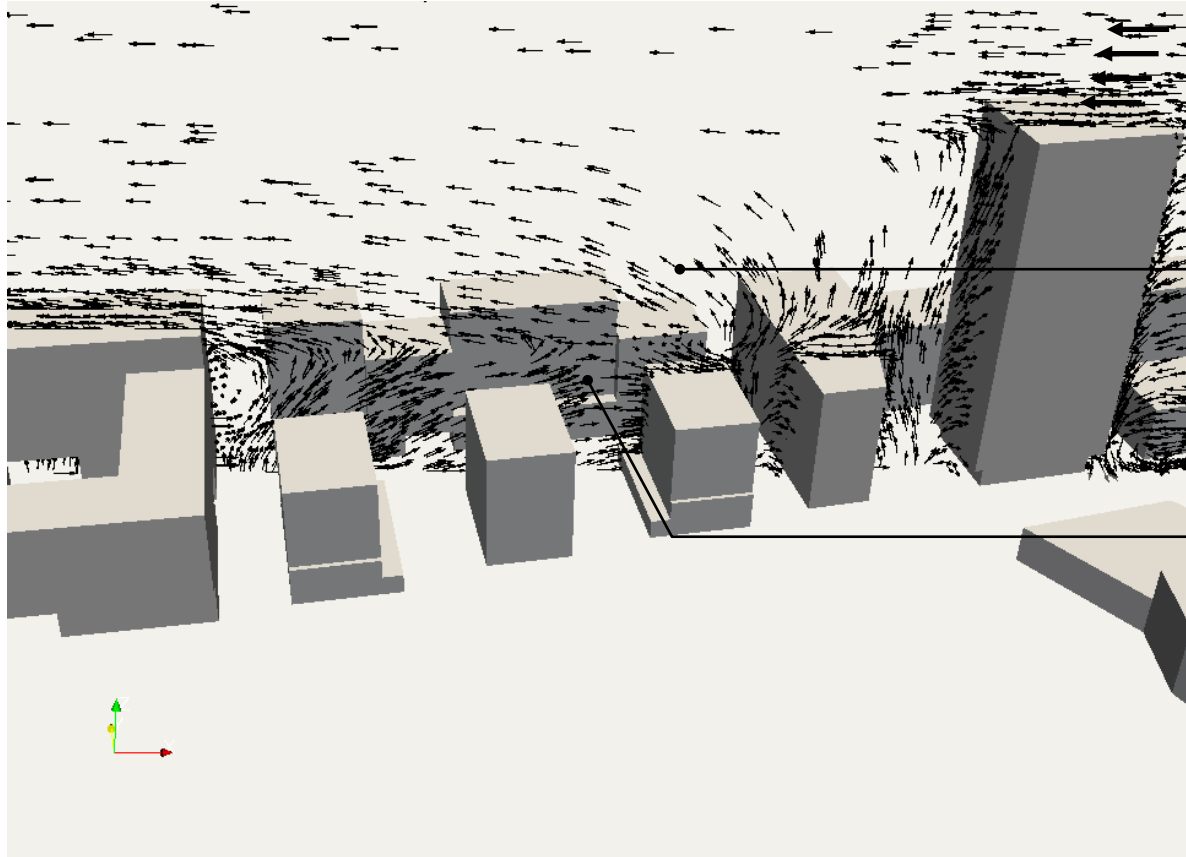


Rezirkulationsbereich nach dem Turm

Downdraft-Effekt

# München, Obersending

## Ost Wind – Schnitt F-F



Rezirkulationsbereich nach dem Turm

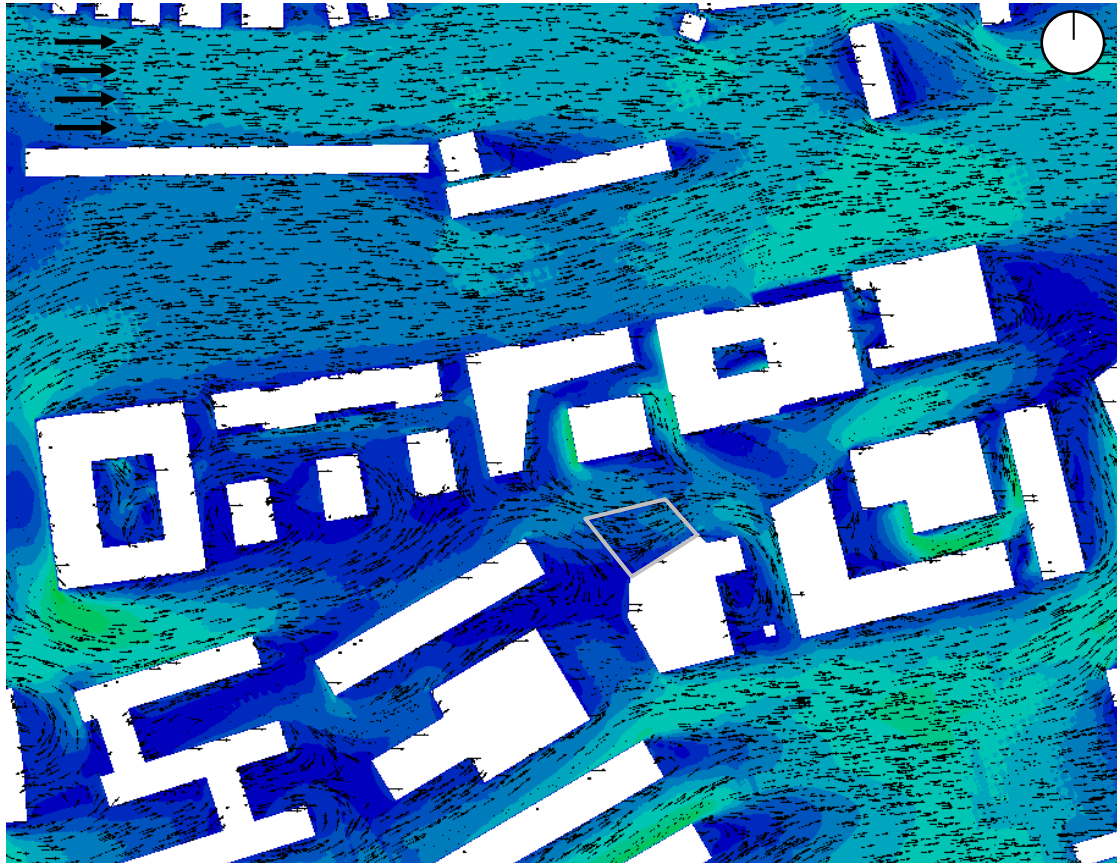
Wind in entgegengesetzter  
Windrichtung Windumlenkung durch  
Querriegel-Gebäude

**Umströmungsanalyse  
Hauptwindrichtung West**

**Auswertung Terrassenbereiche**

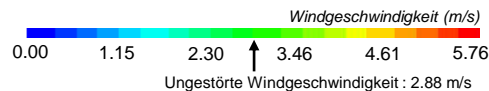
# München, Obersending

West Wind – 1m über den Terrassen – 9 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

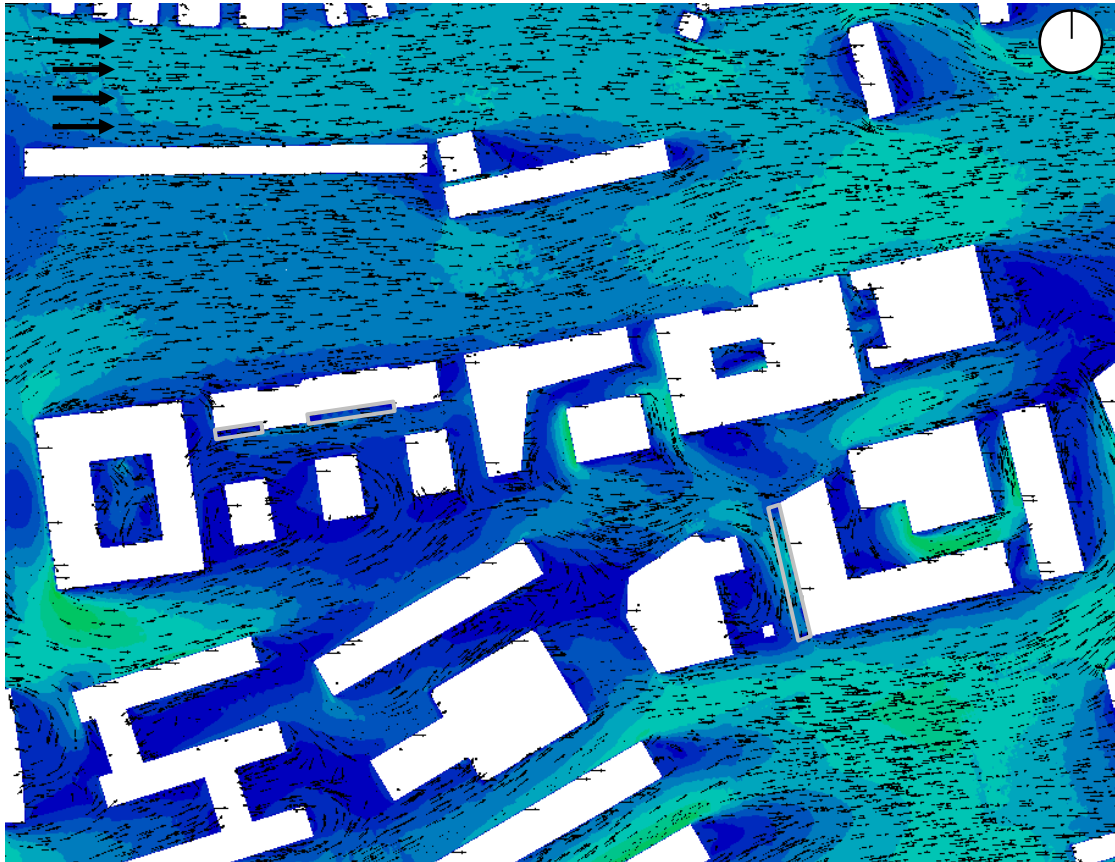
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit





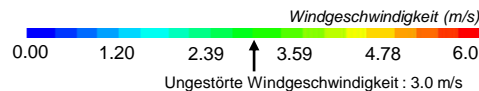
# München, Obersending

West Wind – 1m über den Terrassen – 9.9 m



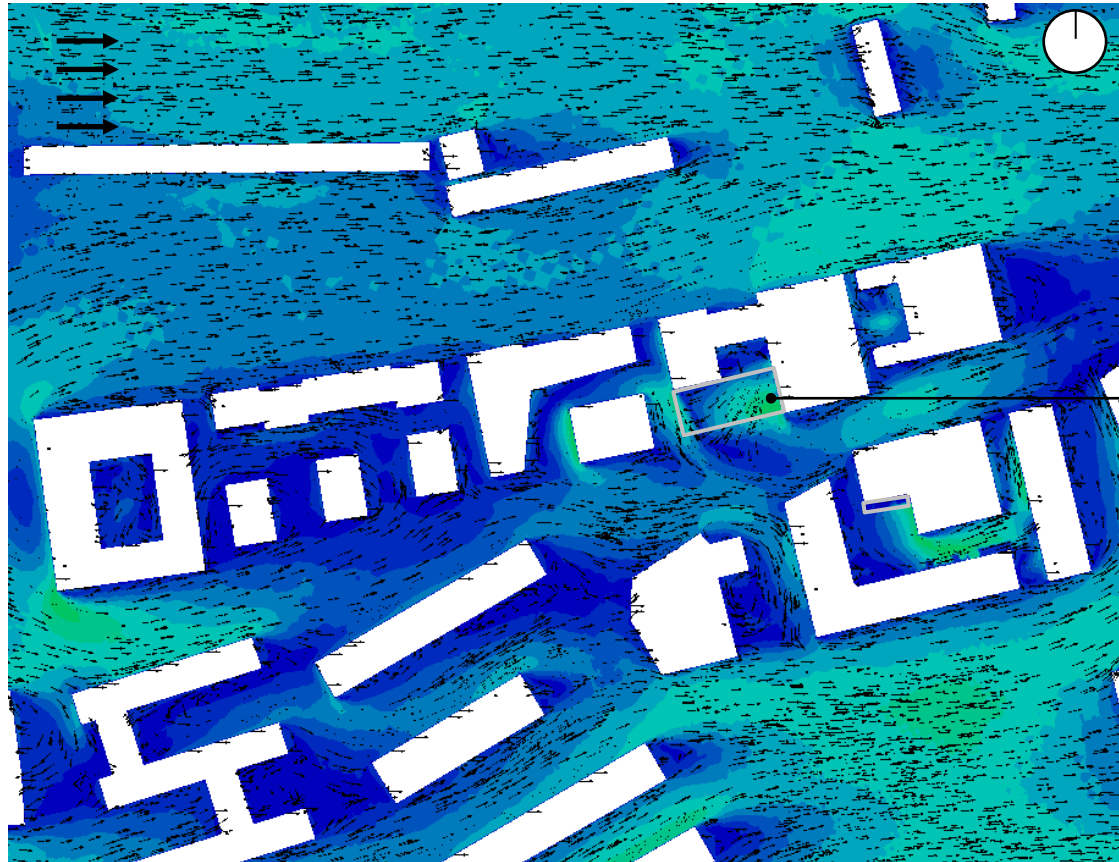
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



# München, Obersending

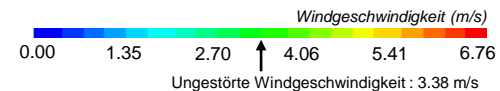
West Wind – 1m über den Terrassen – 13.9 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Geringer Downdraft-Effekt vor dem Turm

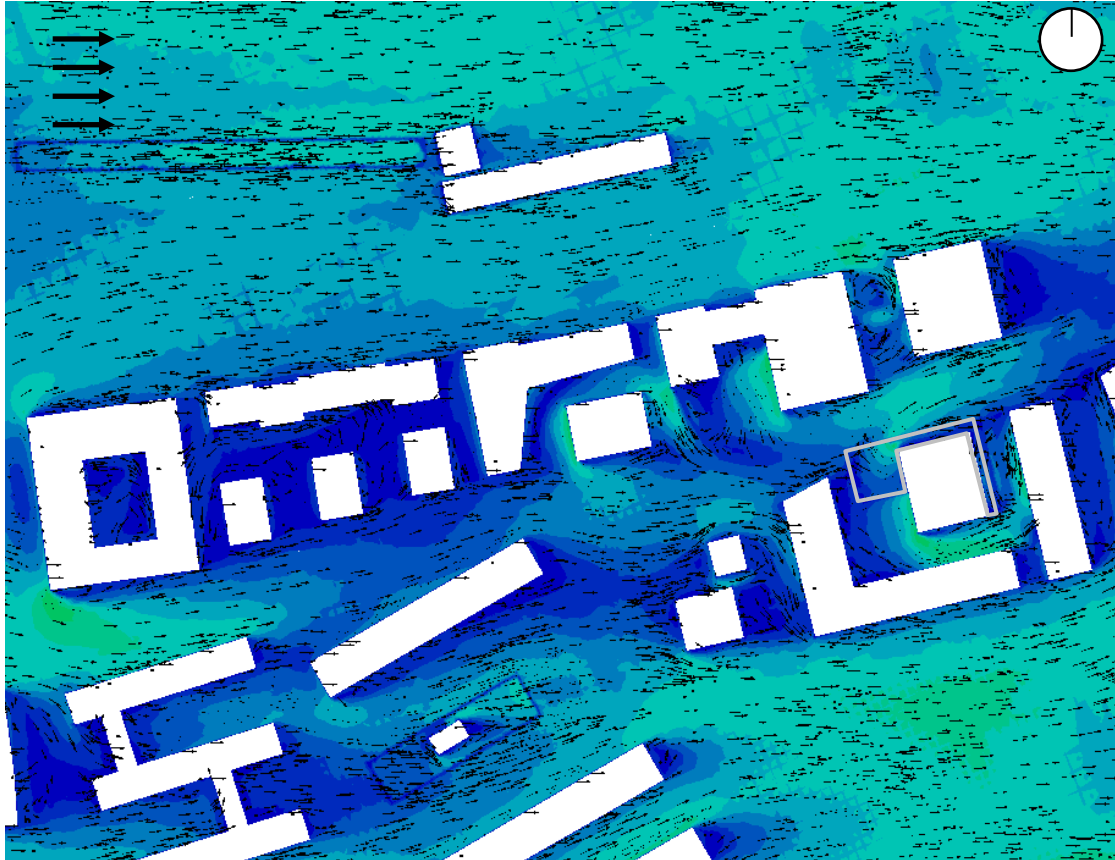
Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



Quelle: 3D-Model: KCAP Zürich, Simulation: Transsolar München

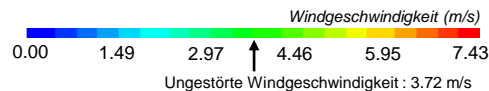
# München, Obersending

West Wind – 1m über den Terrassen – 18.5 m



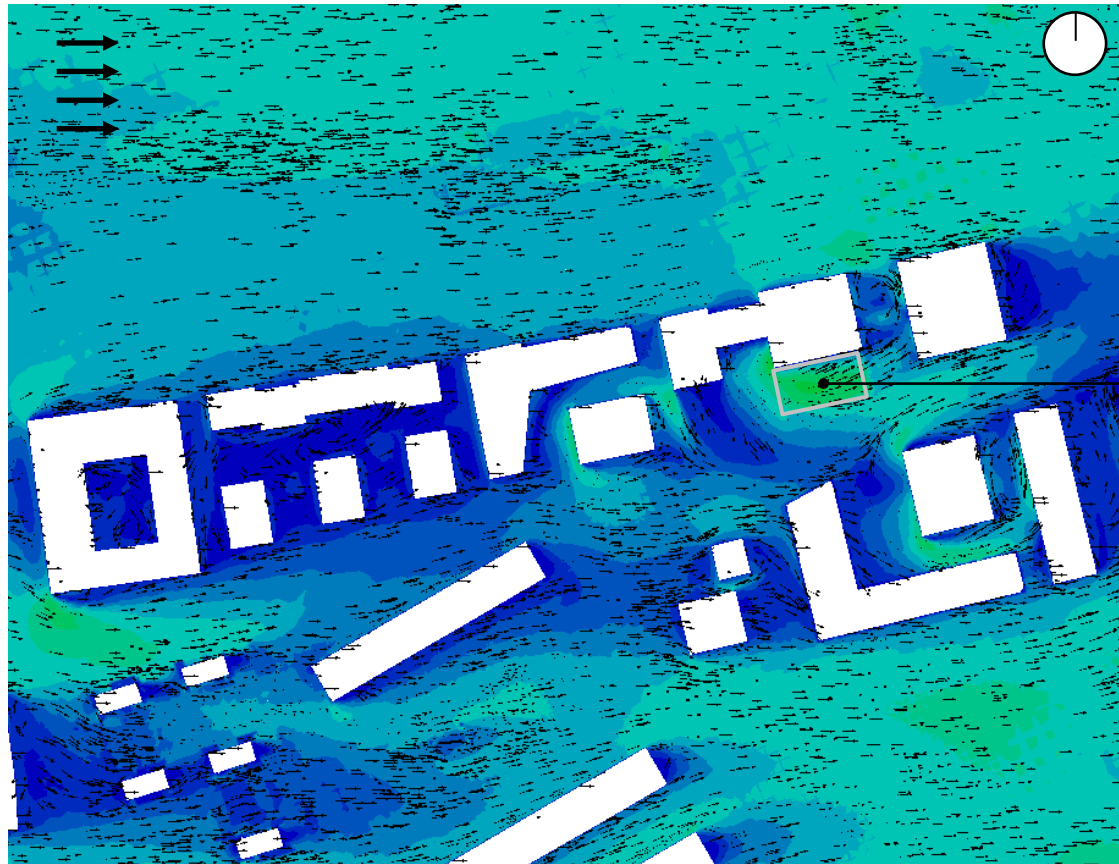
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



# München, Obersending

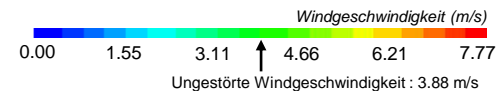
West Wind – 1m über den Terrassen – 21.3 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

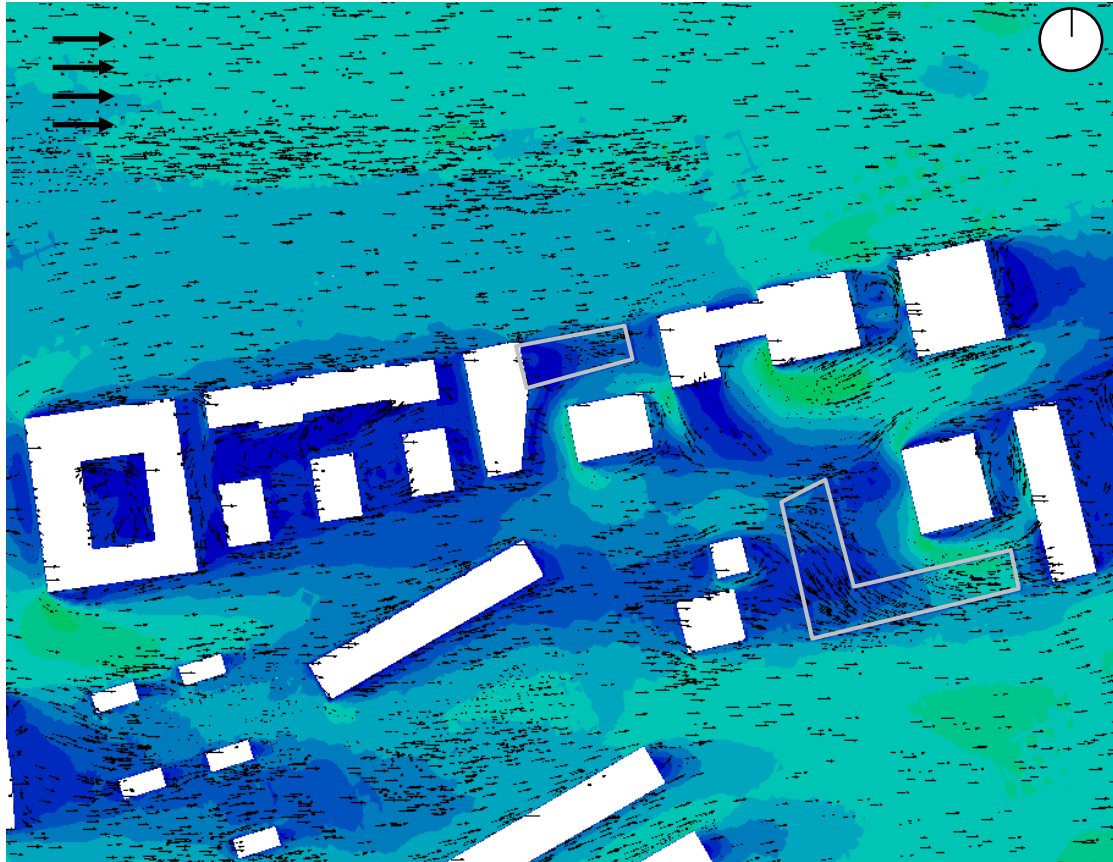
Windbeschleunigung durch Hochhaus + Abrisskante

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



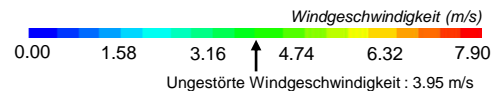
# München, Obersending

West Wind – 1m über den Terrassen – 22.5 m



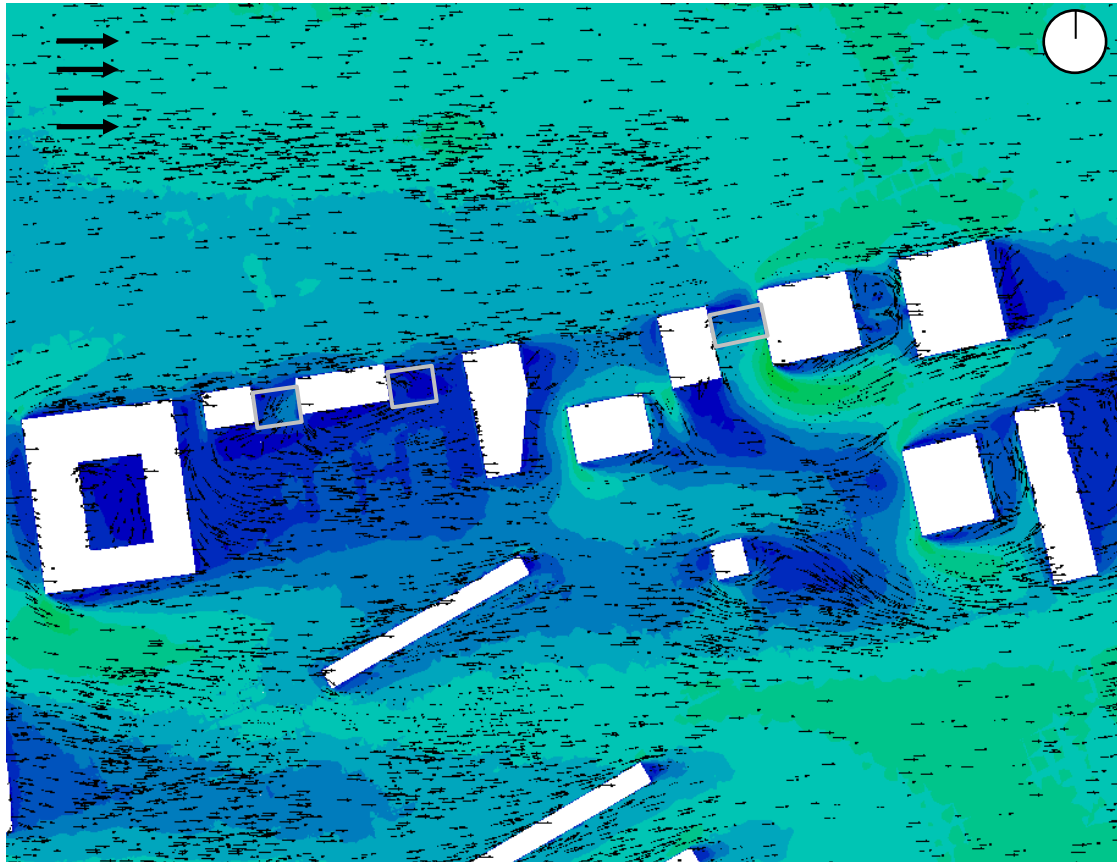
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



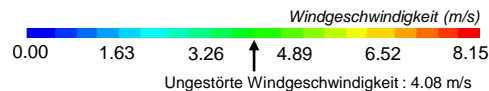
# München, Obersending

West Wind – 1m über den Terrassen – 25 m



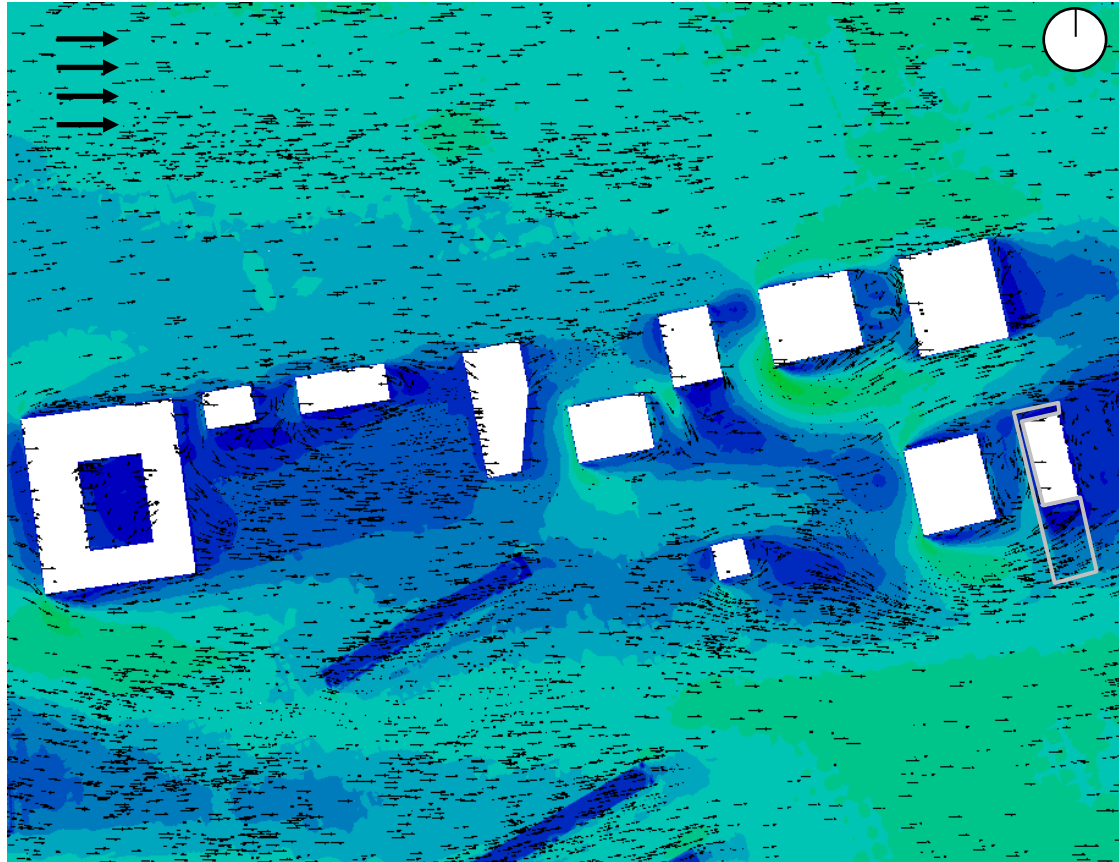
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe


Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



# München, Obersending

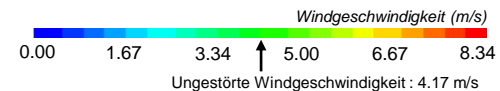
West Wind – 1m über den Terrassen – 27 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

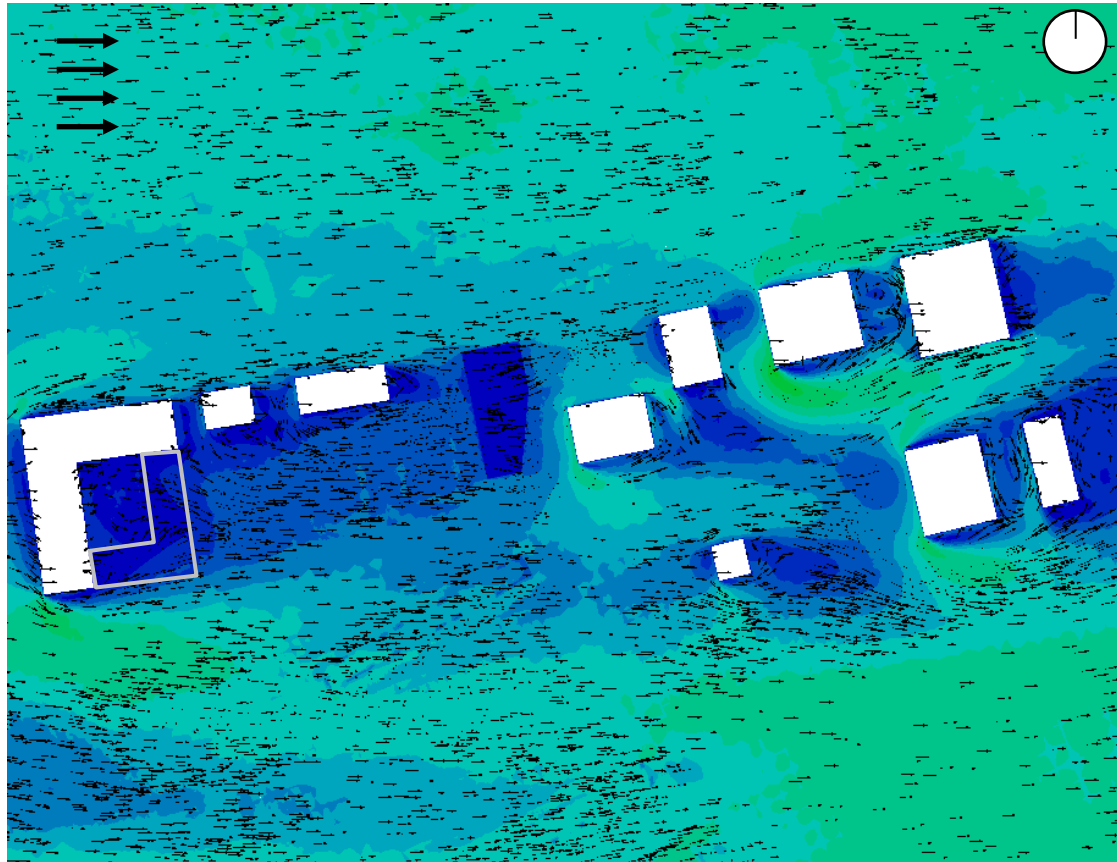
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



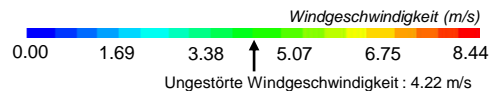
# München, Obersending

West Wind – 1m über den Terrassen – 28.2 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

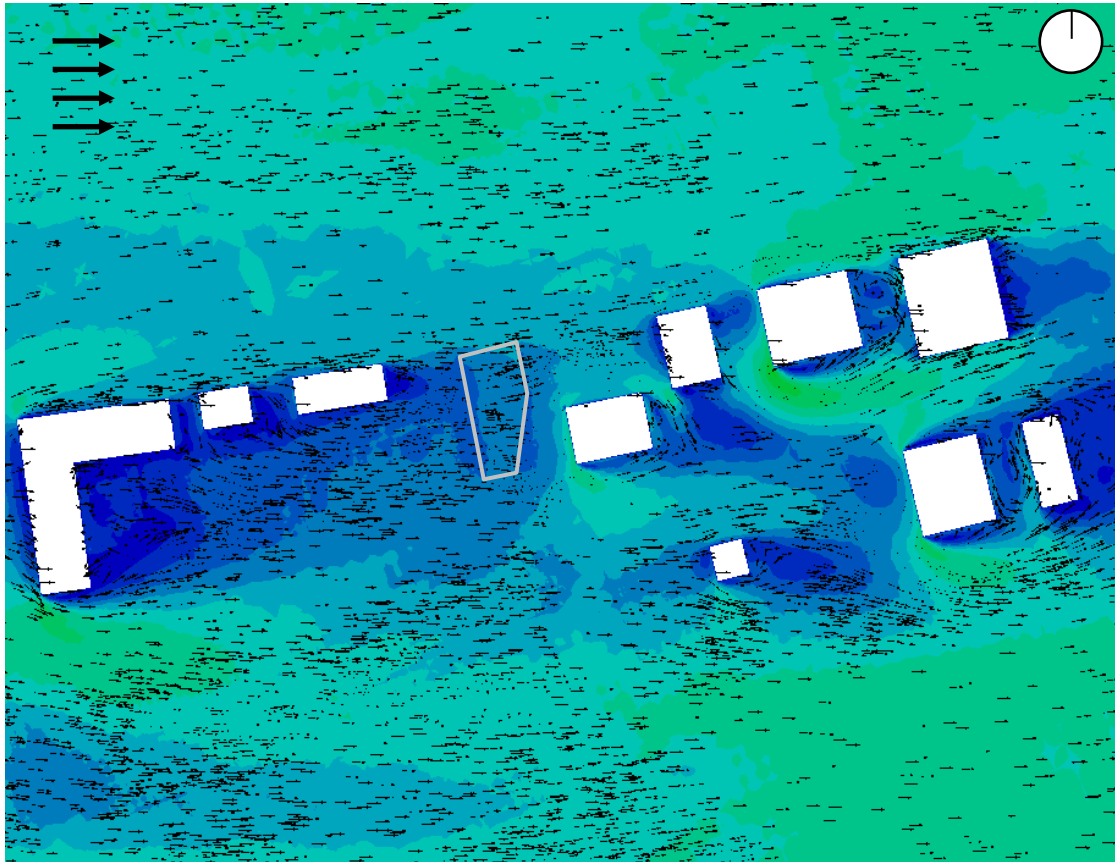
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit





# München, Obersending

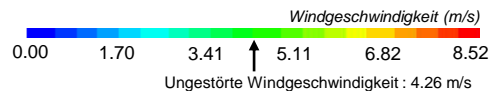
West Wind – 1m über den Terrassen – 29.1 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

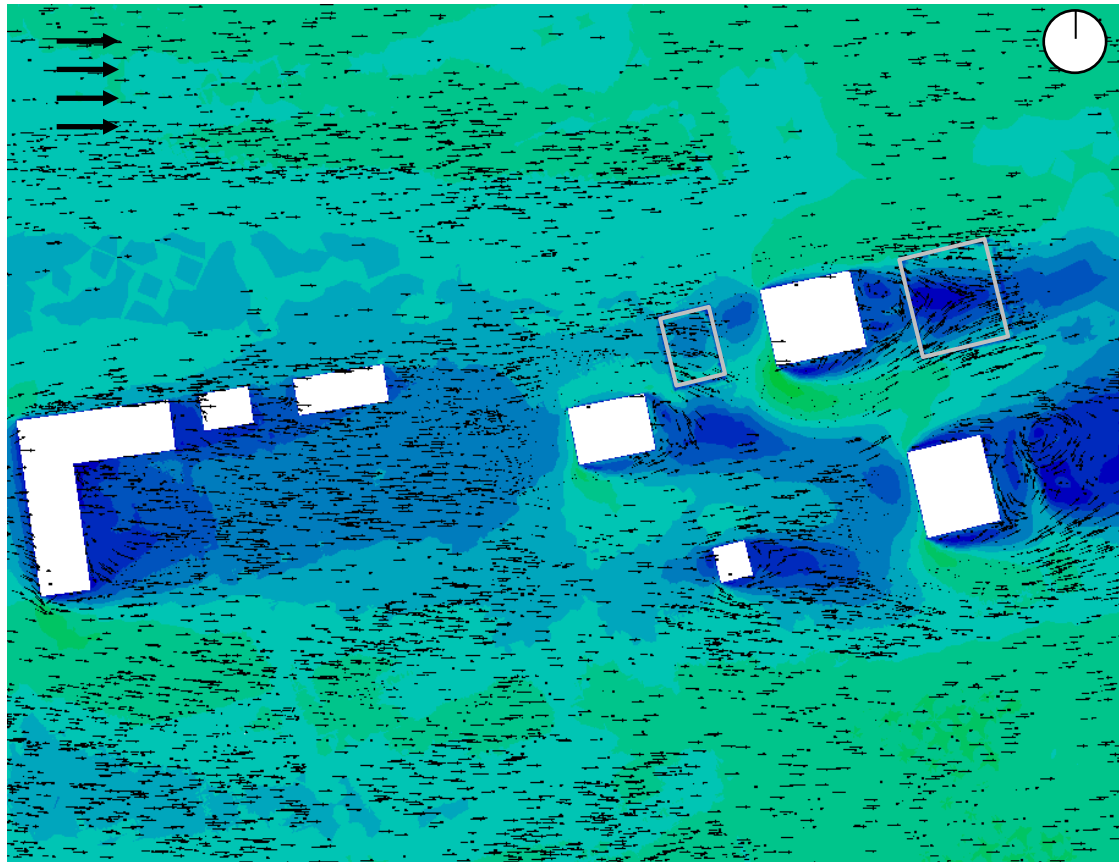
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit


Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

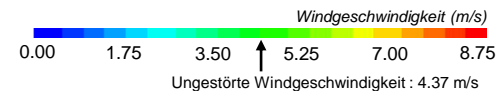
West Wind – 1m über den Terrassen – 32 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

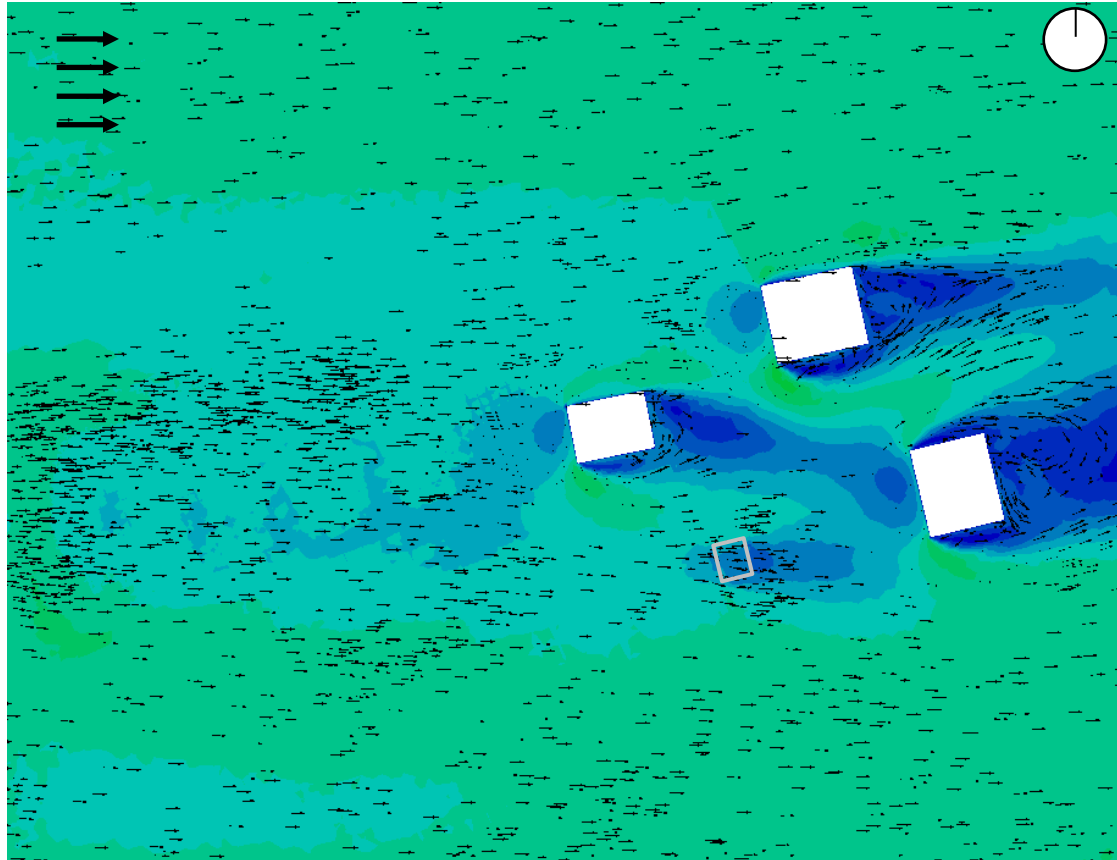
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

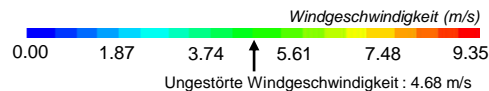
West Wind – 1m über den Terrassen – 41 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

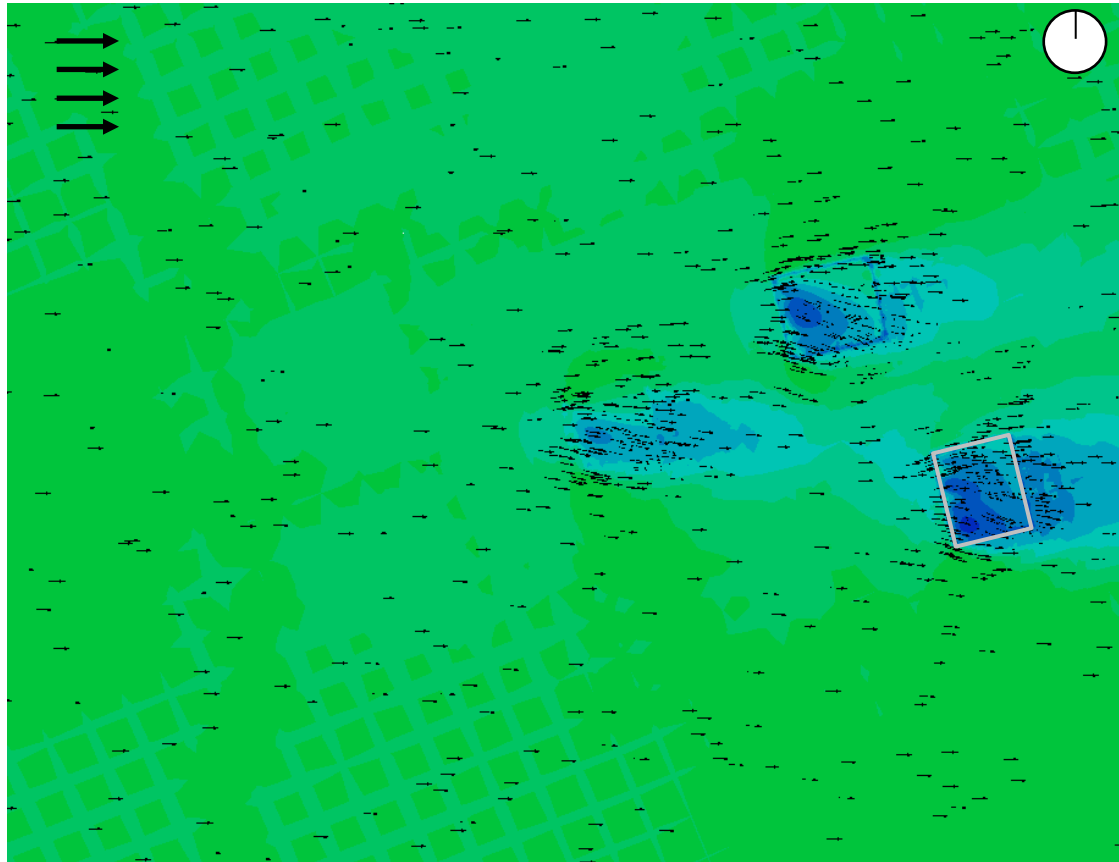
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

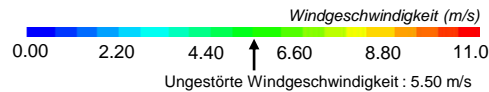
West Wind – 1m über den Terrassen – 80.5 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen

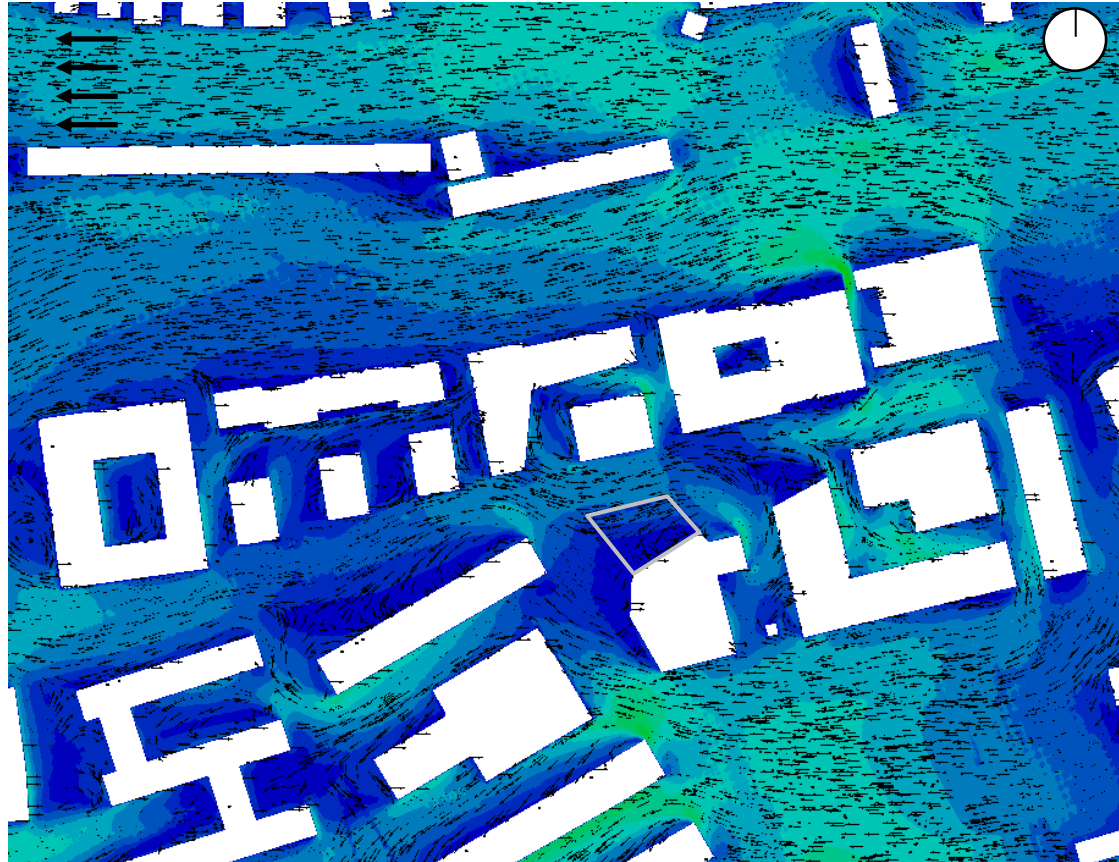


**Umströmungsanalyse  
Hauptwindrichtung Ost**

**Auswertung Terrassenbereiche**

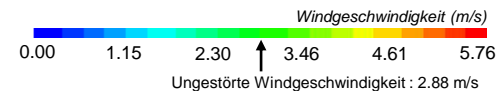
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 9 m



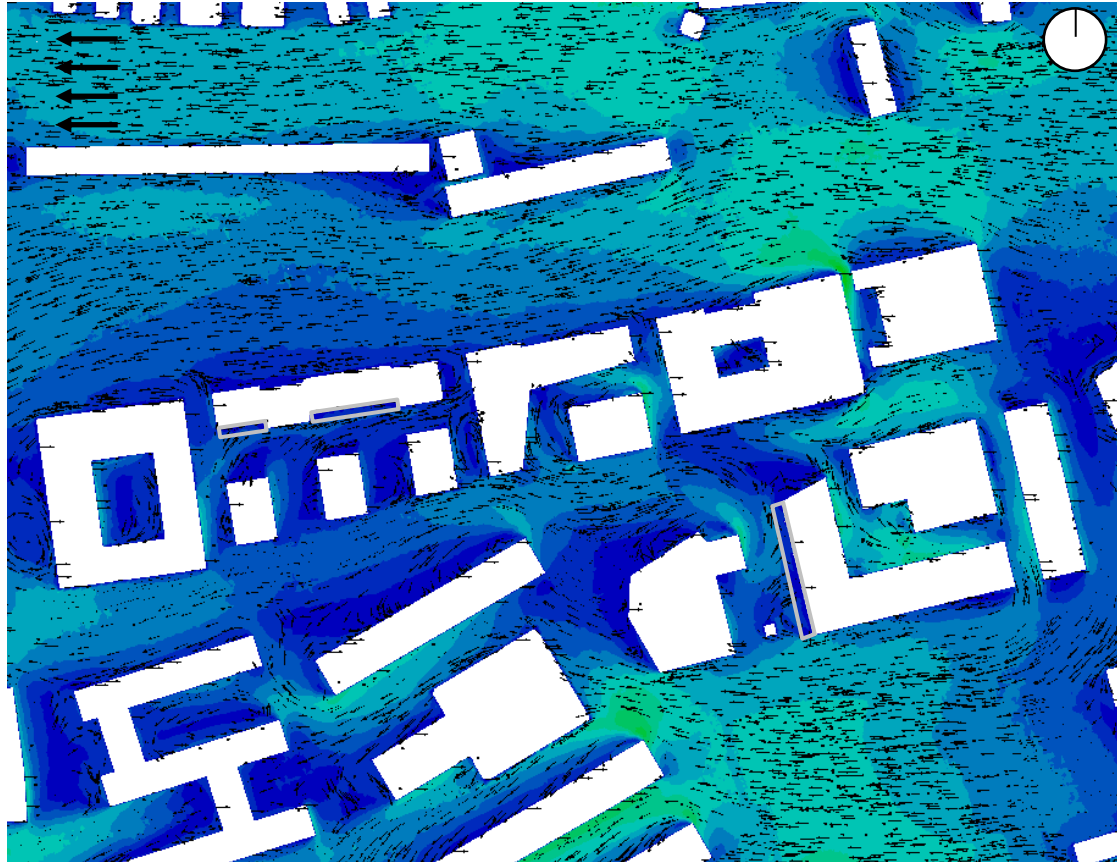
 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



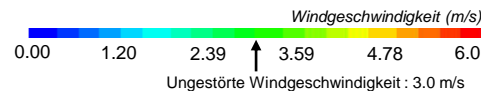
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 9.9 m



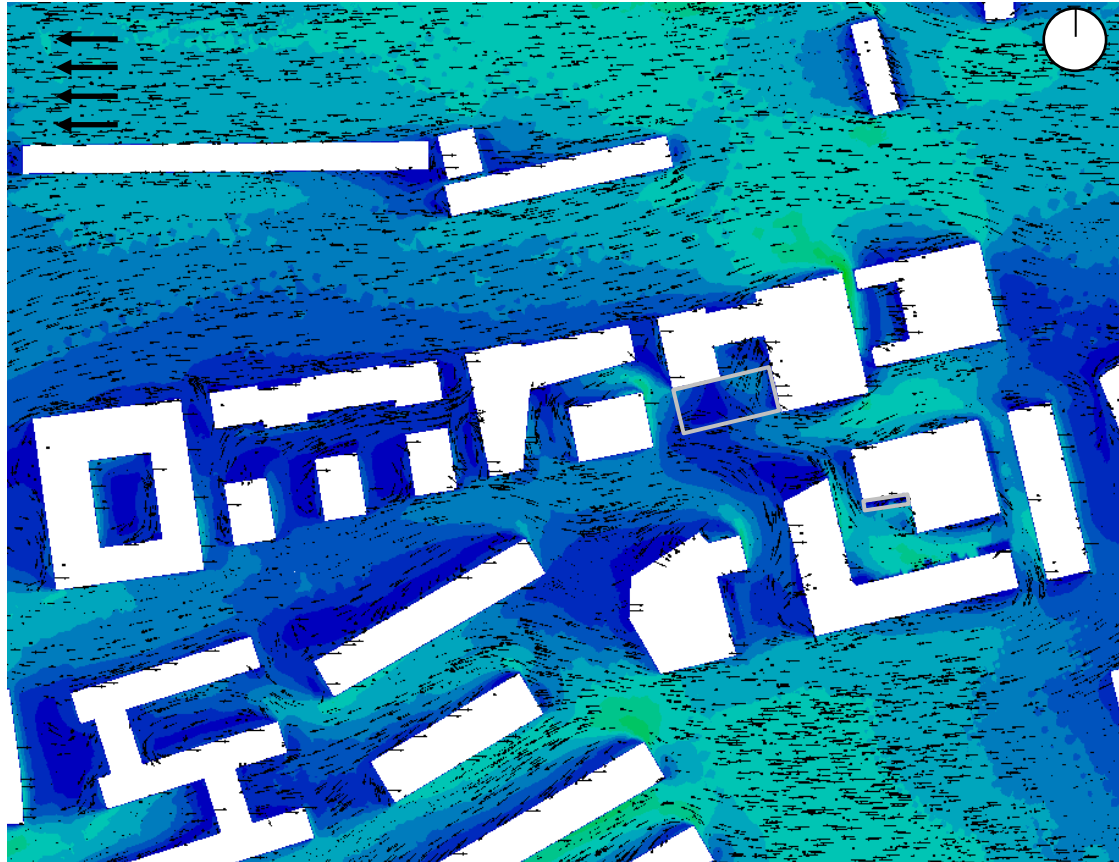
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



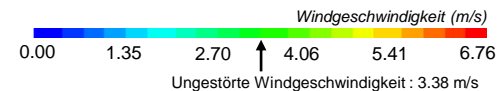
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 13.9 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

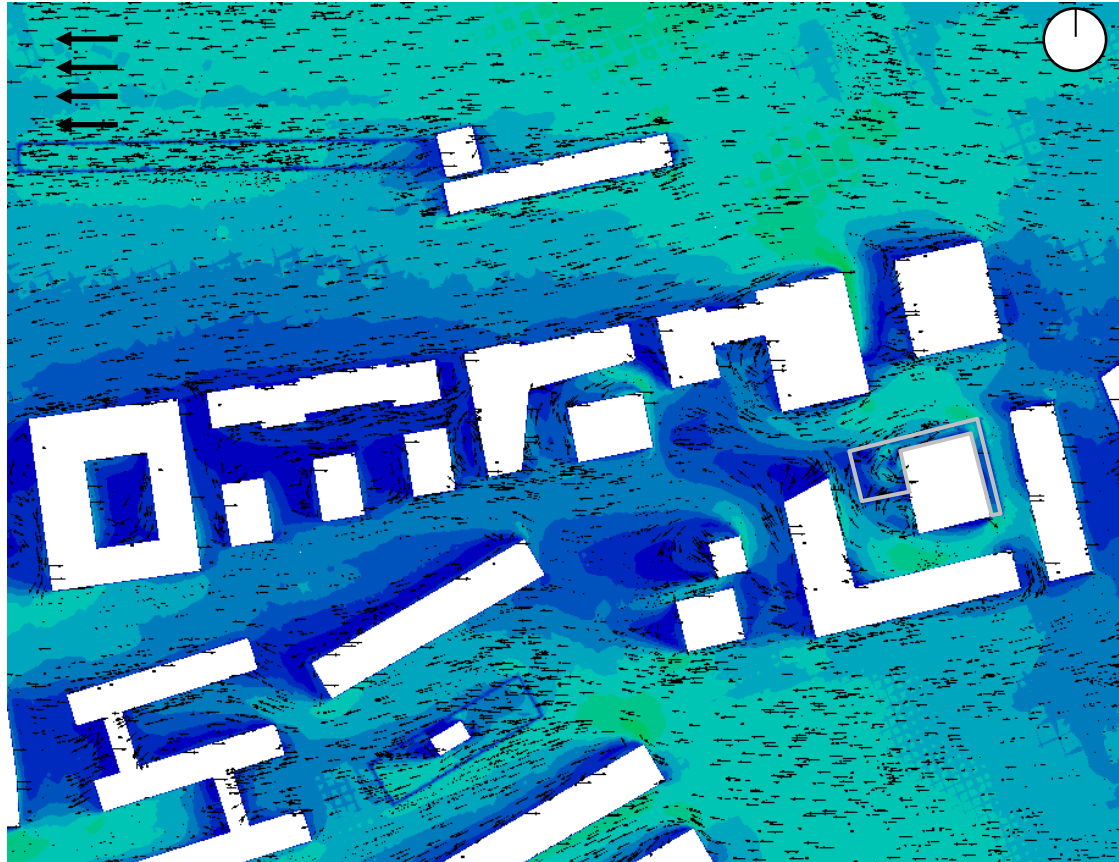
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit





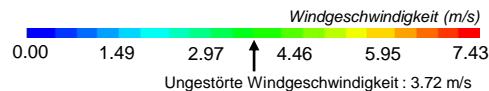
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 18.5 m



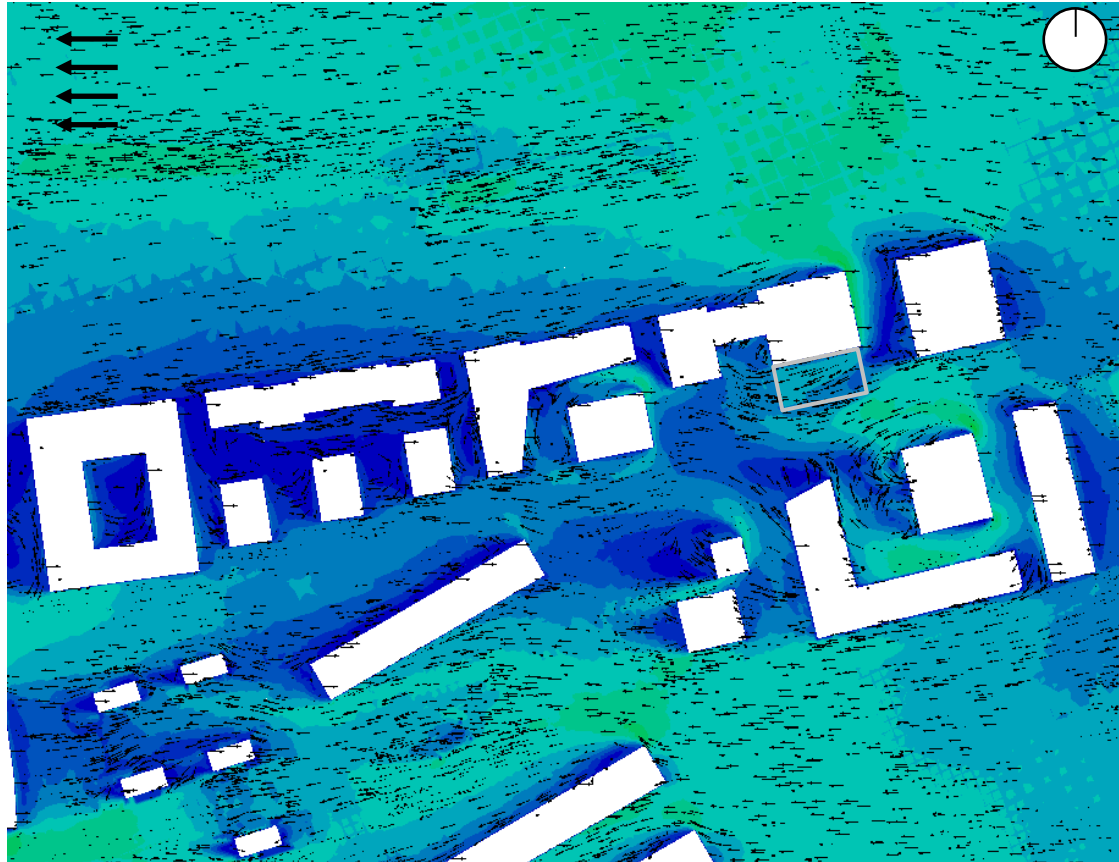
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



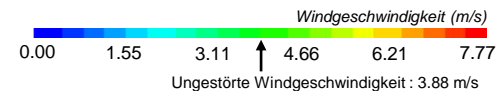
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 21.3 m



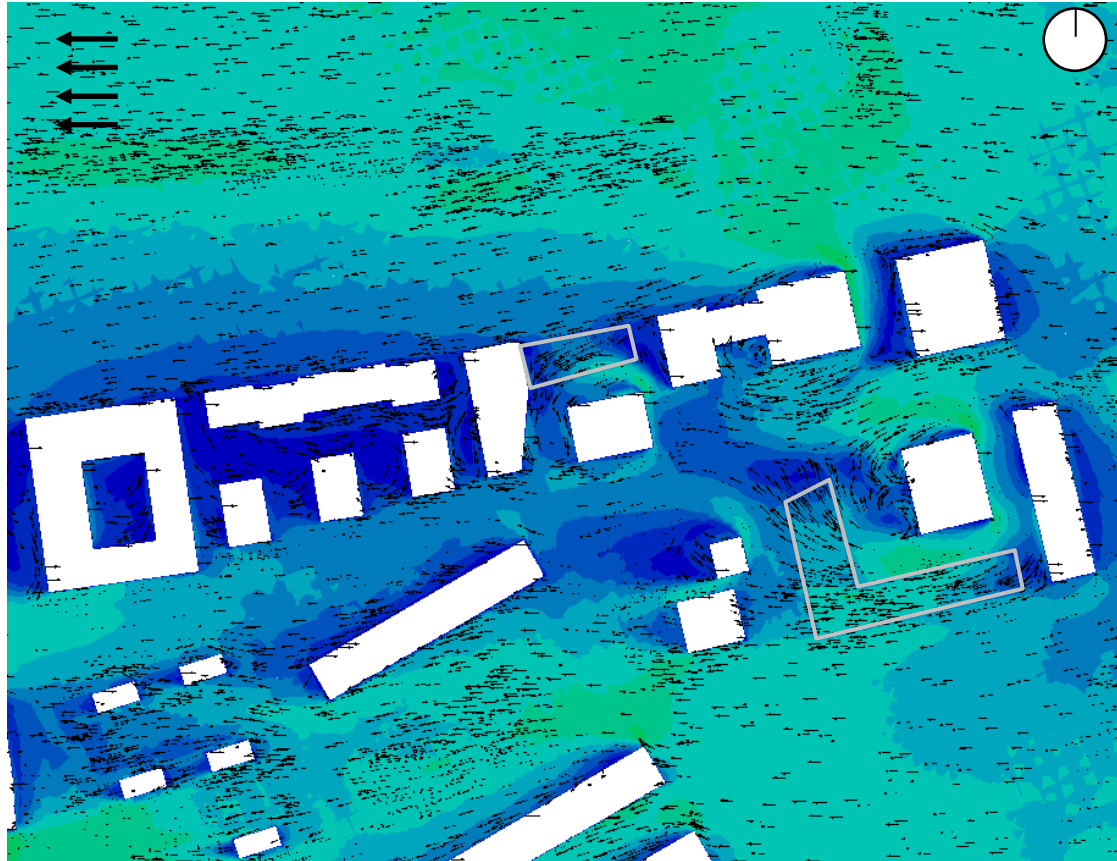
 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



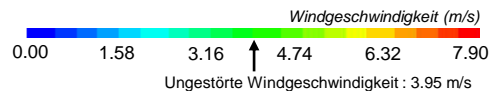
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 22.5 m



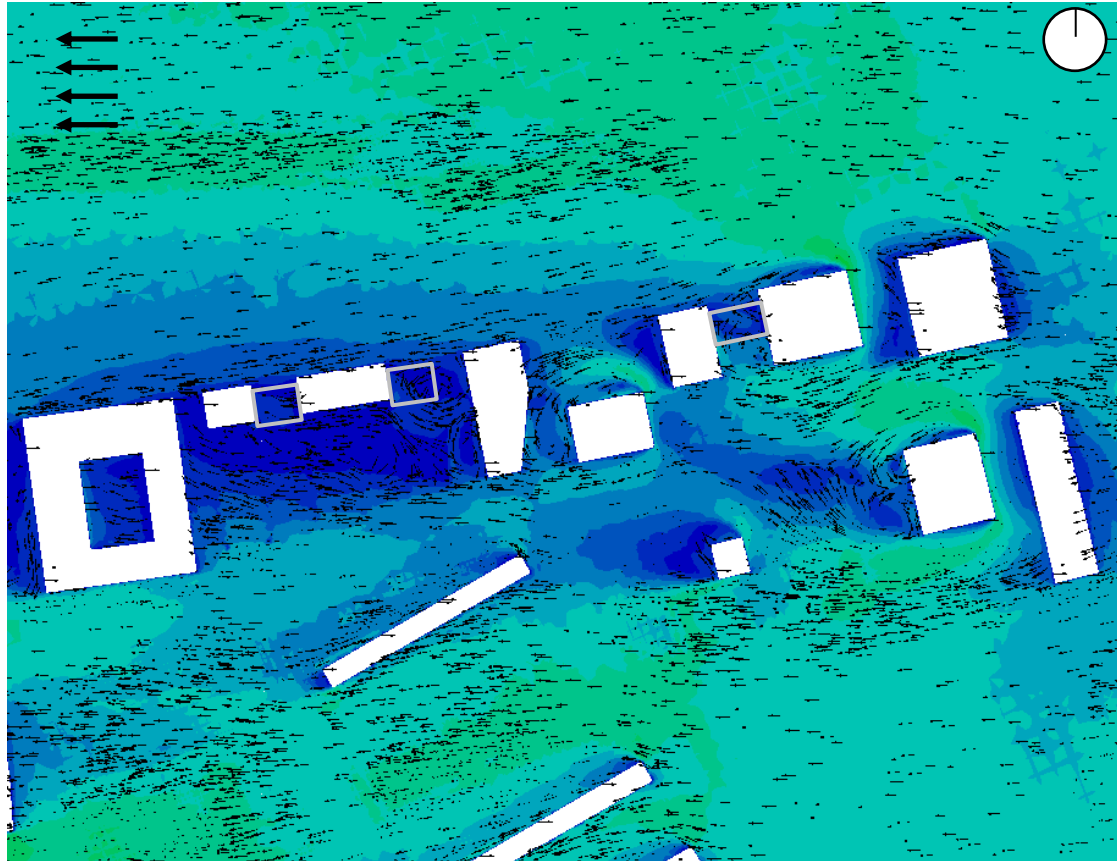
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



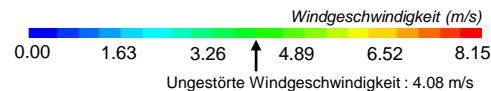
# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 25 m



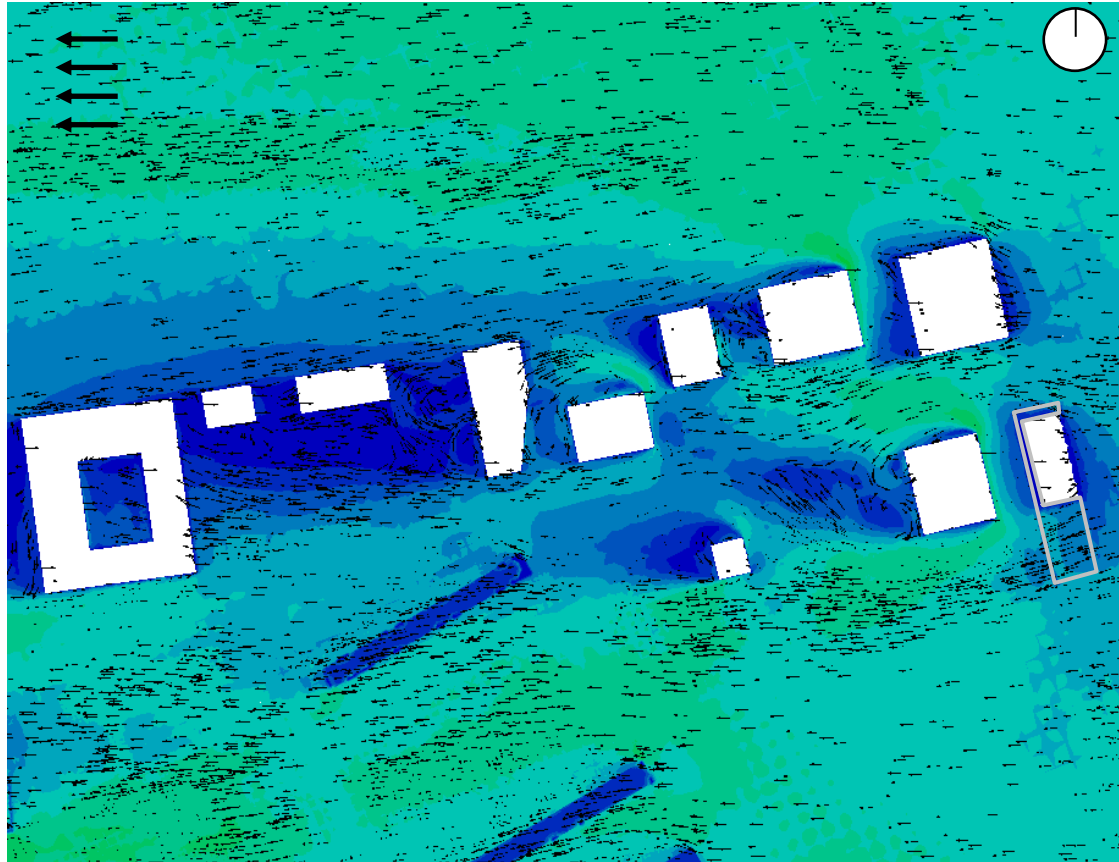
Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe


Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit



# München, Obersending

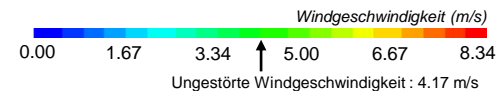
Ost Wind – 1m über den Terrassen – 27 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

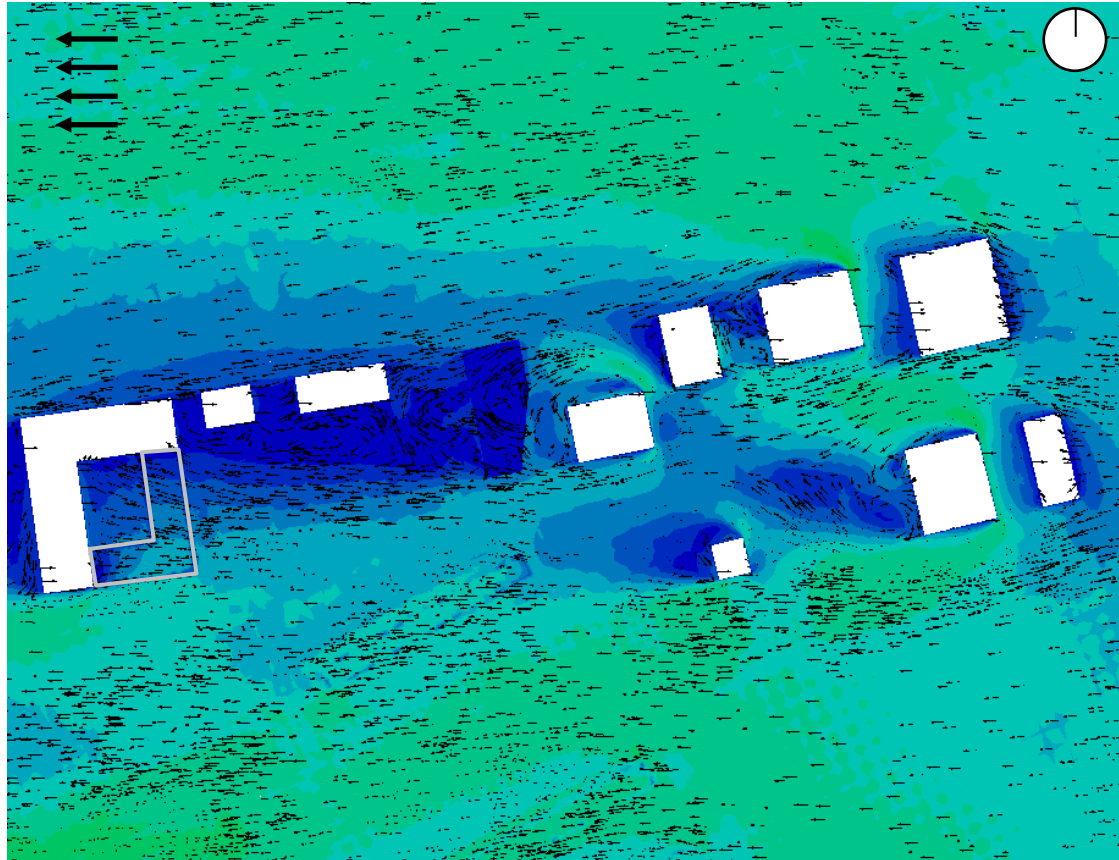
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit


Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

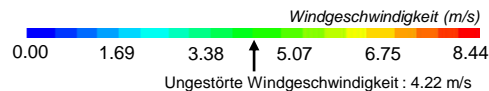
Ost Wind – 1m über den Terrassen – 28.2 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

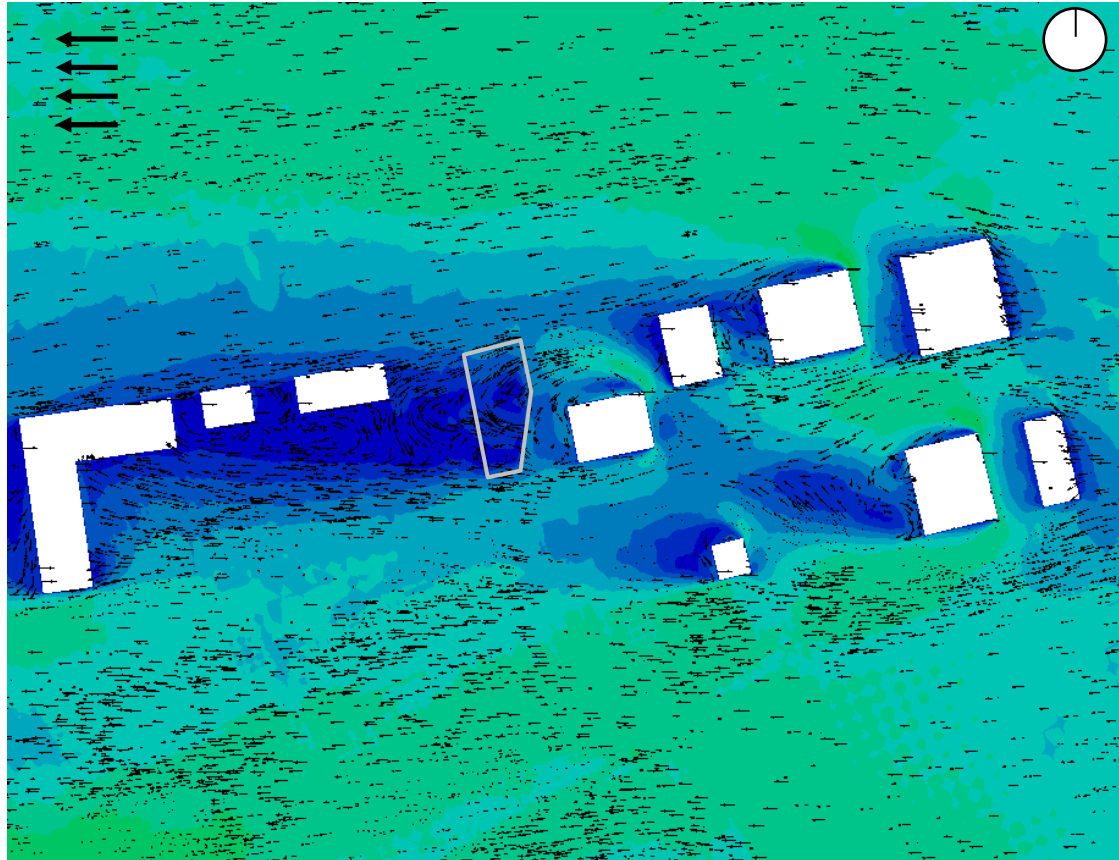
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

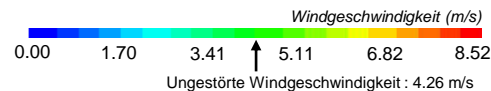
Ost Wind – 1m über den Terrassen – 29.1 m



 Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

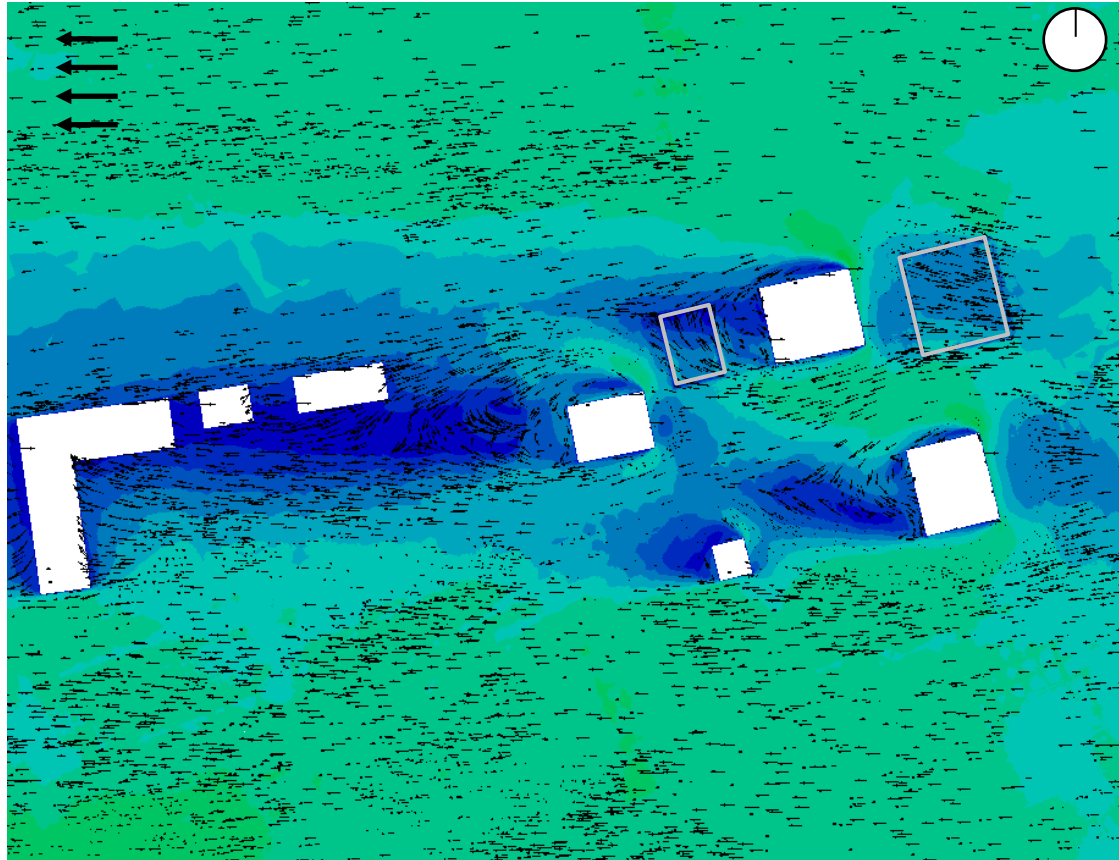
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

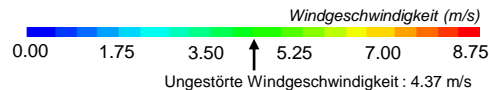
Ost Wind – 1m über den Terrassen – 32 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

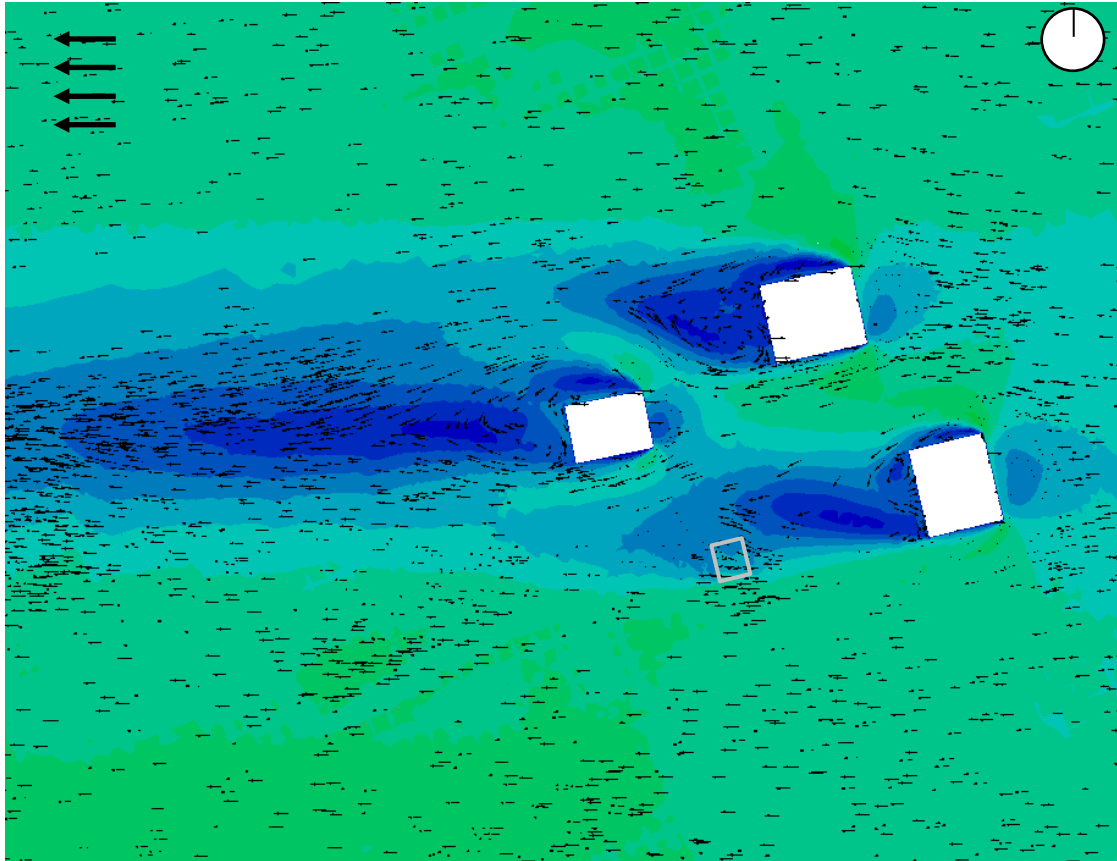
Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen





# München, Obersending

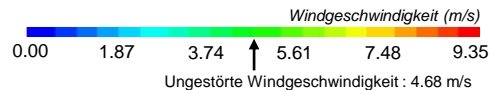
Ost Wind – 1m über den Terrassen – 41 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

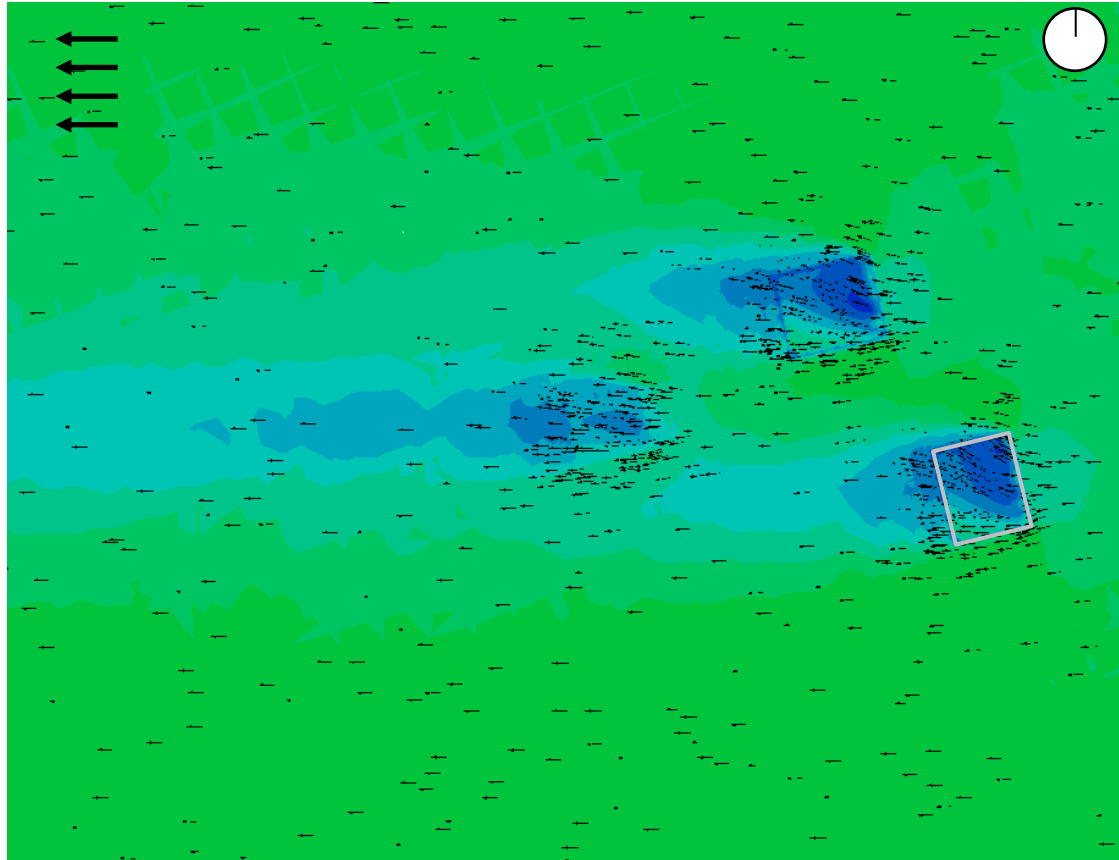
Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen



# München, Obersending

Ost Wind – 1m über den Terrassen – 80.5 m



Relevante Terrassen für den ausgewertete Höhe

Keine Erhöhung gegenüber der ungestörten Windgeschwindigkeit

Ggf. lokale Windschutzmaßnahmen

