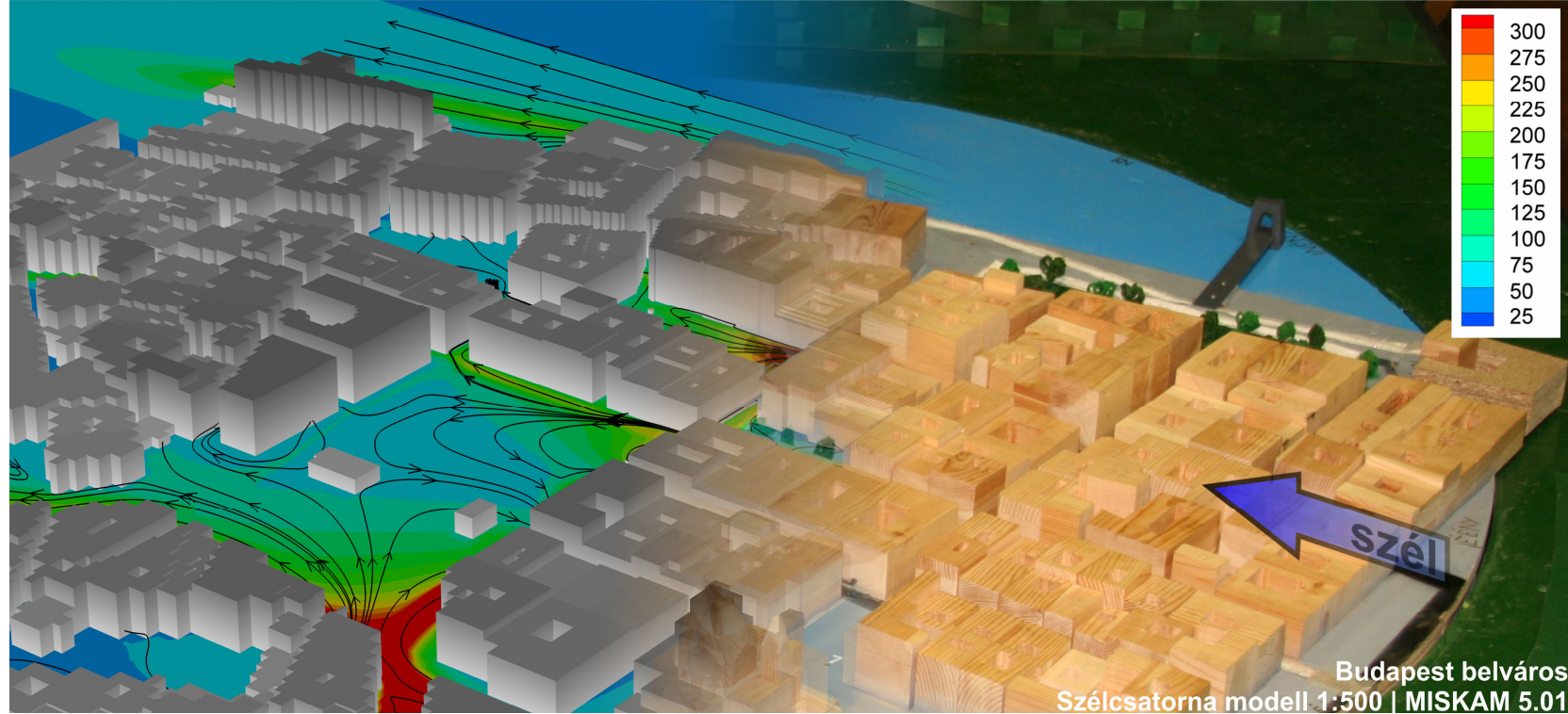


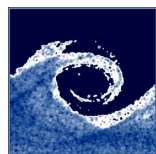
WinMISKAM
Benutzertreffen
19. März 2012
Leipzig,
Deutschland

Márton Balczó
wissenschaftlicher
Assistent



MISKAM-Anwendungen

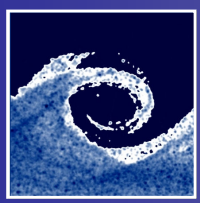
am Lehrstuhl für Strömungslehre
der Technischen Universität Budapest



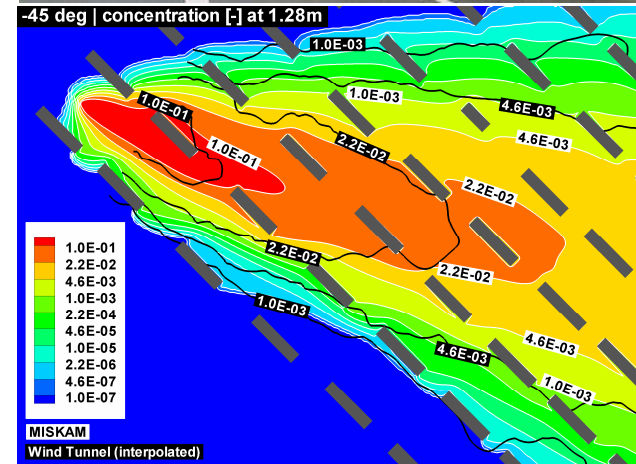
BME
Department of
Fluid Mechanics

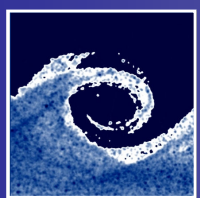


Theodore von Kármán
Wind Tunnel Laboratory



1. Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung
2. MISKAM-Simulationen zum Mock Urban Setting Test im Rahmen von COST Action 732
3. Untersuchungen zur Durchlüftung von rundum bebauten städtischen Plätzen





Lehrstuhl für Strömungslehre Windkanallabor Theodore von Kármán



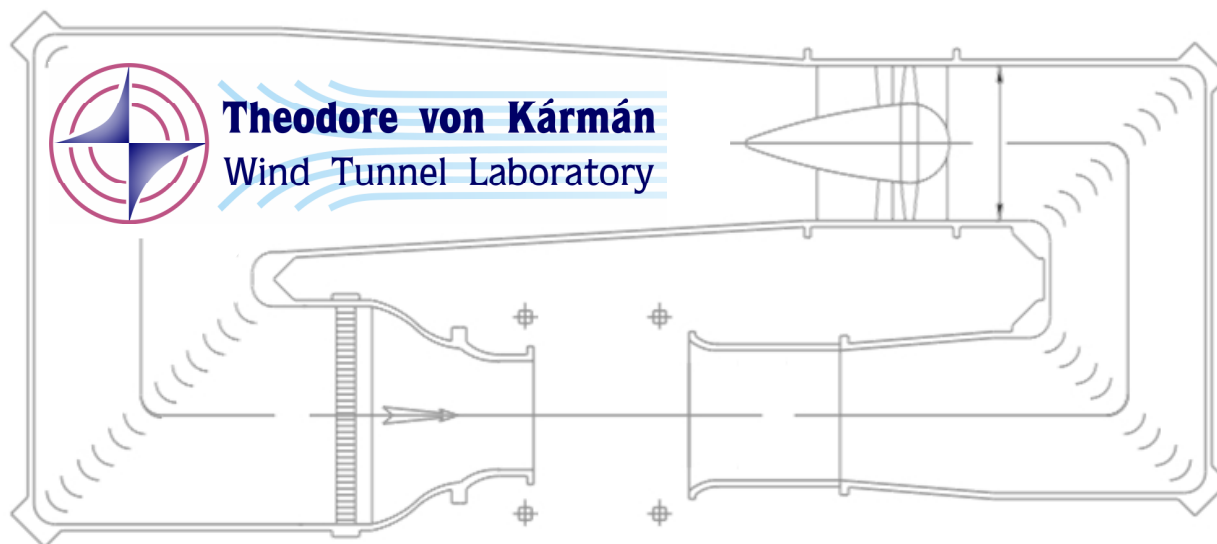
- 26 Mitarbeiter
- Lehre und Konsultationstätigkeit
- Forschungsgruppen:

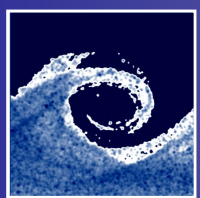
Strömungsmaschinen

CFD-Simulation atmosphärischer Strömungen

Mehrphasenströmungen

Windkanal





KURZVORSTELLUNG

Tätigkeitsbereich der Windkanalgruppe



Gebäudeaerodynamik



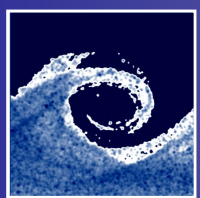
Brückenschwingungen



Durchlüftung und Schadstoffausbreitung



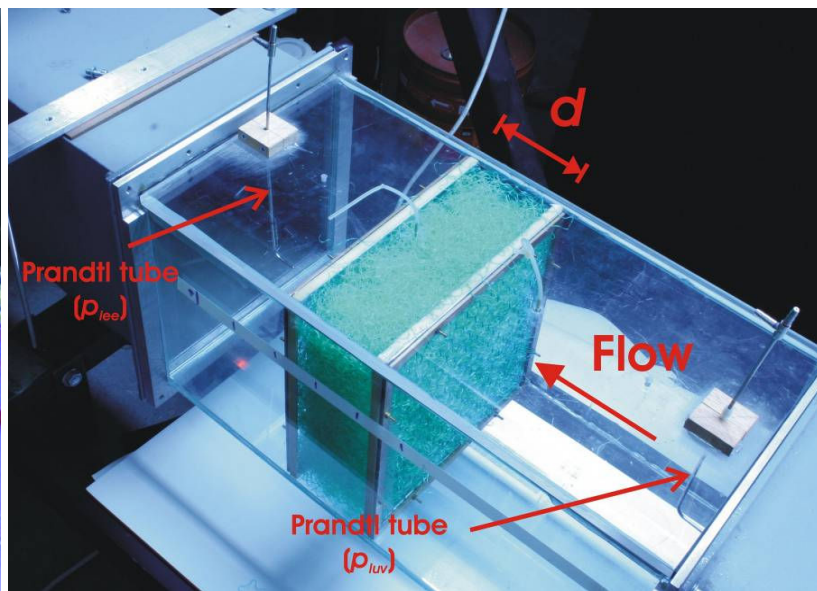
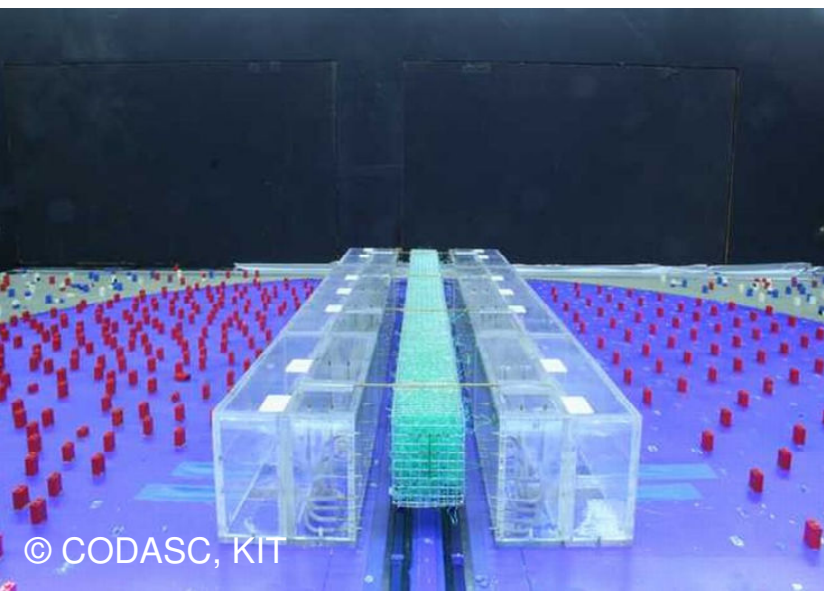
Sport- und Fahrzeug-aerodynamik



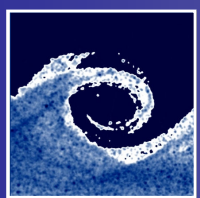
- Windkanalmessungen von Dr. Christof Gromke (Institut für Hydromechanik der Universität Karlsruhe - CODASC data base)
- Straßenschlucht Länge / Breite / Höhe : 10:1:1, Maßstab 1:150
- Geschwindigkeit- und Konzentrationsmessungen
- Aerodynamisch gerechte Modellierung der Baumkronenporosität

Druckverlustkoeffizient in der Baumkrone:

$$\lambda = \frac{p_{luv} - p_{lee}}{(1/2) \rho u^2 d}$$



www.codasc.de
Laboratory of
Building- and
Environmental
Aerodynamics
IfH,
Karlsruhe Institute of
Technology



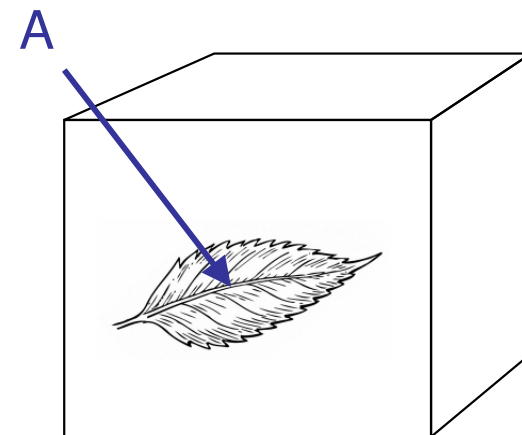
Vegetationsmodellierung in MISKAM

- Widerstandskraft, die im porösen Kronenvolumen entsteht:

$$F_{veg,i} = \rho c_d b u_i |\mathbf{u}|$$

mit: Blattflächendichte **b** (LAD) [m²/m³]

Widerstandskoeffizient **c_d** des Einzelblattes: 0.2



Umrechnung Druckverlustkoeffizient λ und Blattflächendichte **b**

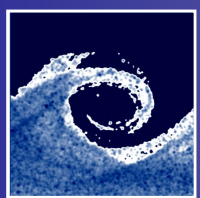
- Im Windkanal ist die Widerstandskraft in der Baumkronenvolumen:

$$F_{veg,i} = \frac{1}{2} \rho \cdot u_i |\mathbf{u}| \cdot \lambda_{model}$$

- Umrechnung λ in Originalmaßstab:
- Bestimmung der Blattflächendichte für MISKAM:

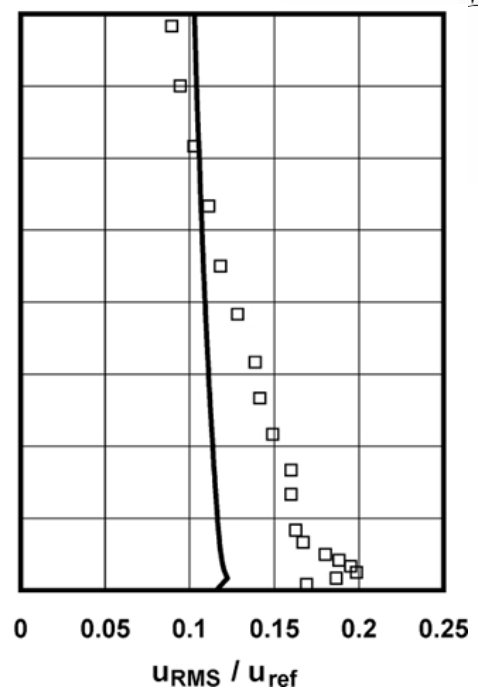
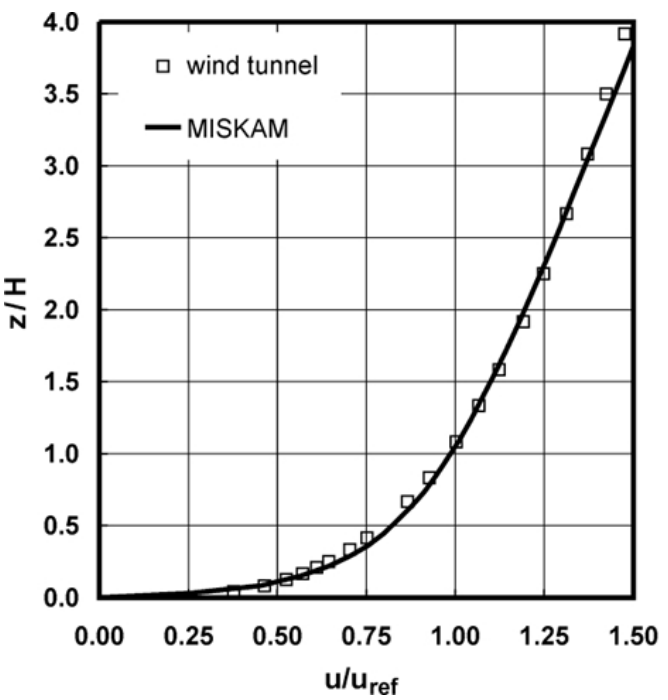
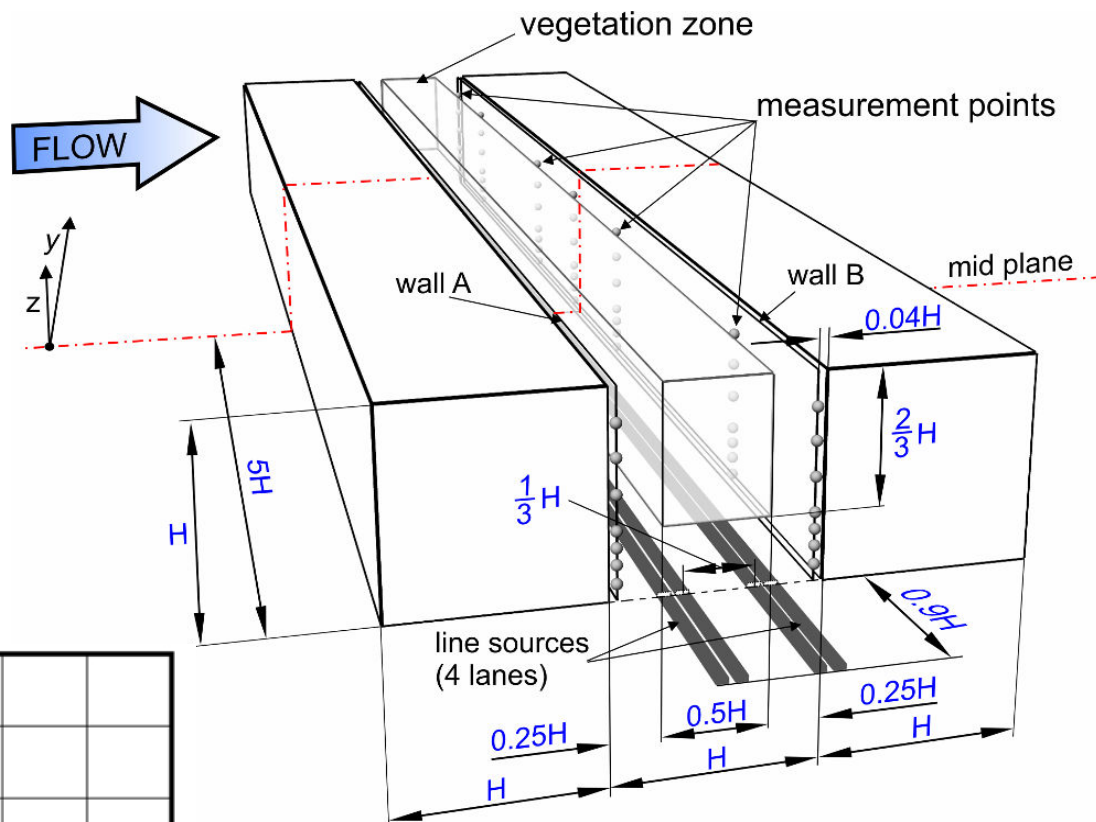
$$\lambda_{full\ scale} = M \cdot \lambda_{model}$$

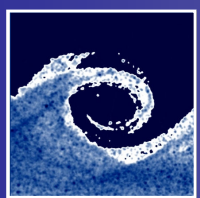
$$b = \frac{\lambda}{2c_d}$$



Das MISKAM-Modell

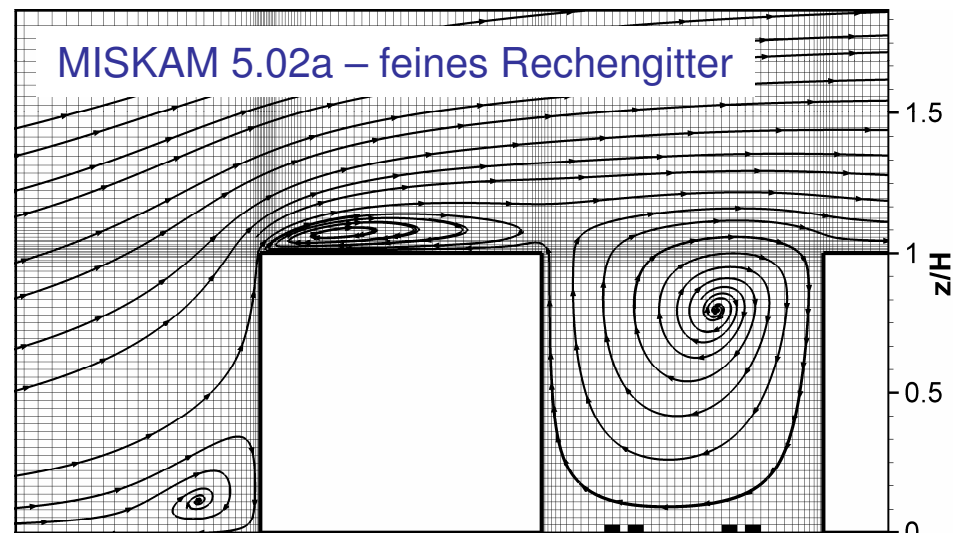
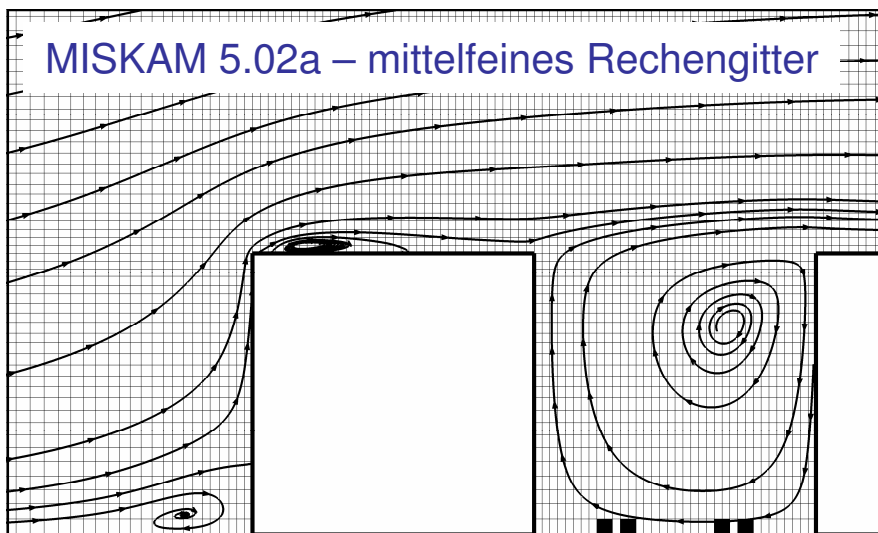
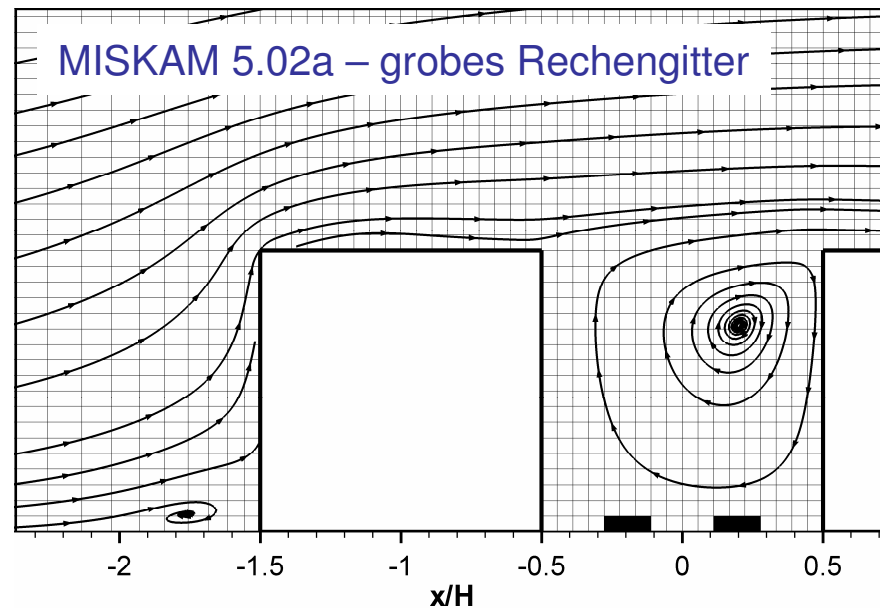
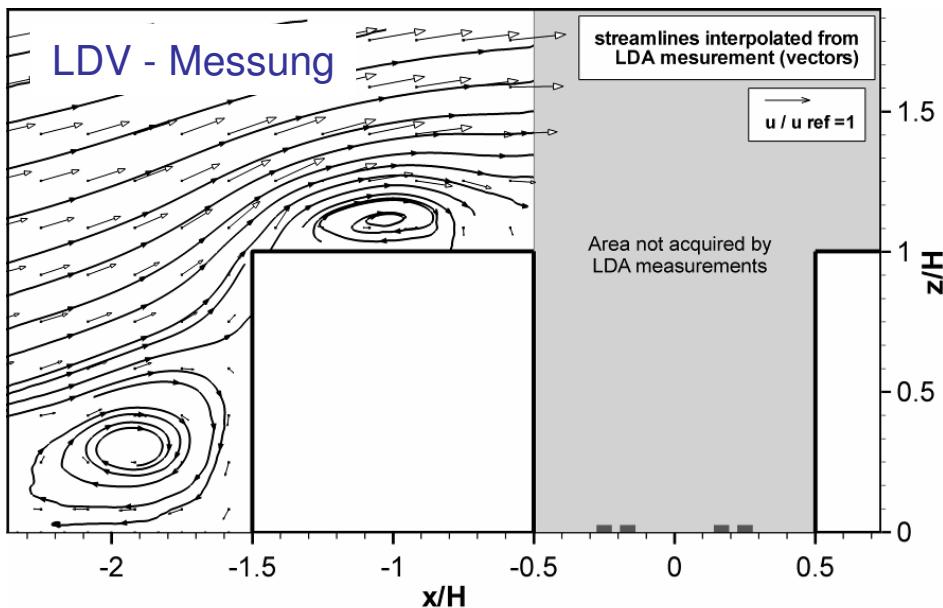
- Im Originalmaßstab
- Windrichtung 0 Grad
- MISKAM 5.02a
- 2.3 - 5.8 Millionen Gitterzellen
- LAD: 0 – 4.17 m²/m³



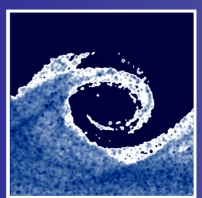


Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

Untersuchung der Gitterabhängigkeit

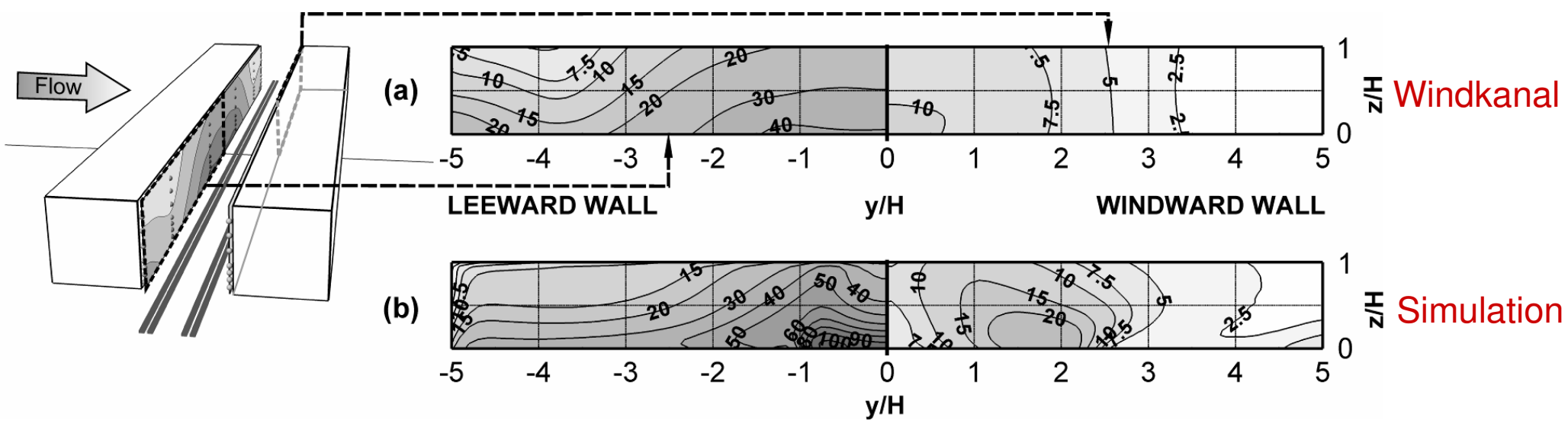


- Dachablösung wird bei hoher Gitterauflösung wiedergegeben
- Kleinere Ablöseblase (Eigenschaft des k-ε – Modells)

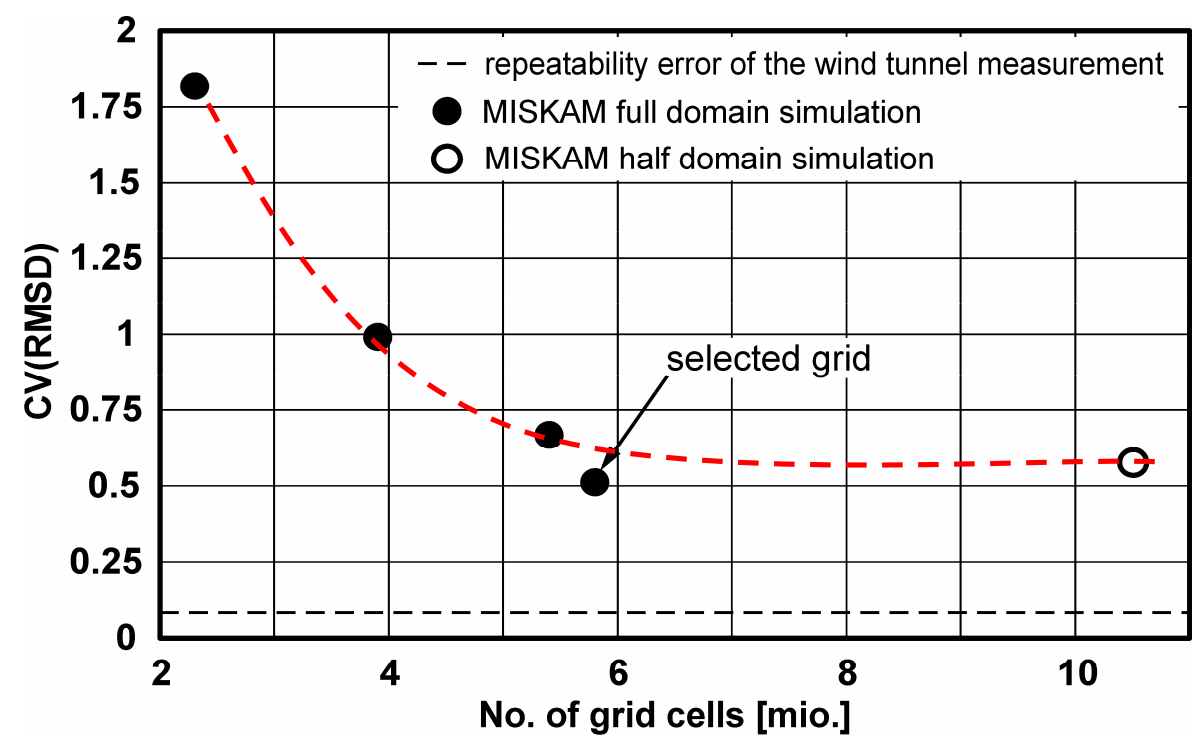


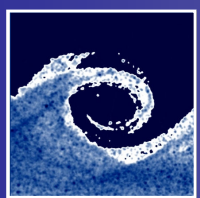
Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

Quantifizierung der Gitterabhängigkeit



- Konzentrationsmessung in der leeren Straßenschlucht
- 49 Meßstellen je Wand
- Normierte Abweichung der simulierten Konzentrationen von der Messung: **CV(RMSD)**

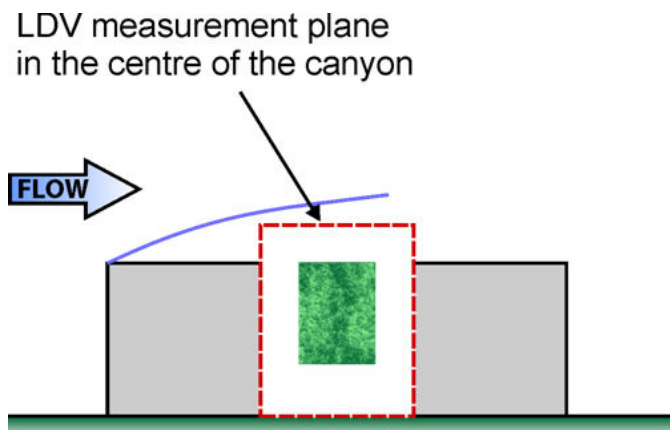




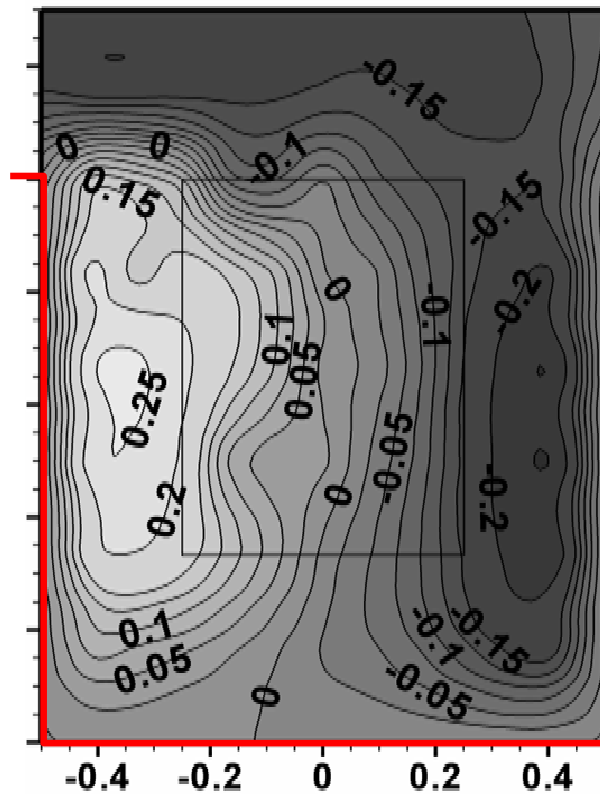
Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

Strömungsfeld im Straßenschlucht

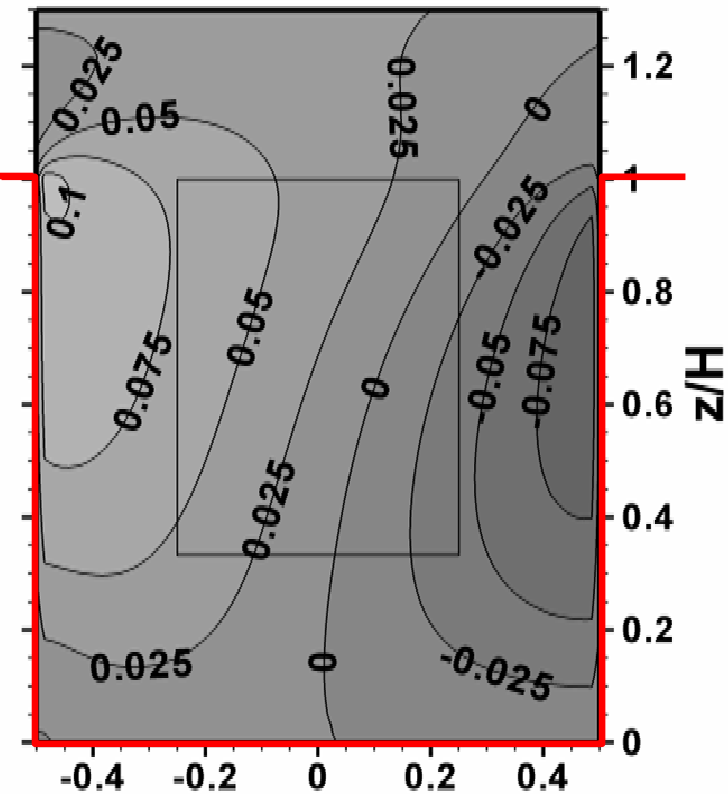
- Vertikale Geschwindigkeitskomponente w / u_{ref} im leeren Straßenschlucht
- Wiedergabe des Straßenschluchtwirbels
- Unterschätzung der Windgeschwindigkeiten in dem Straßenschlucht

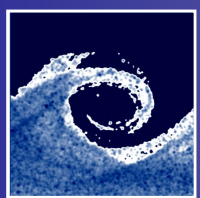


Windkanal



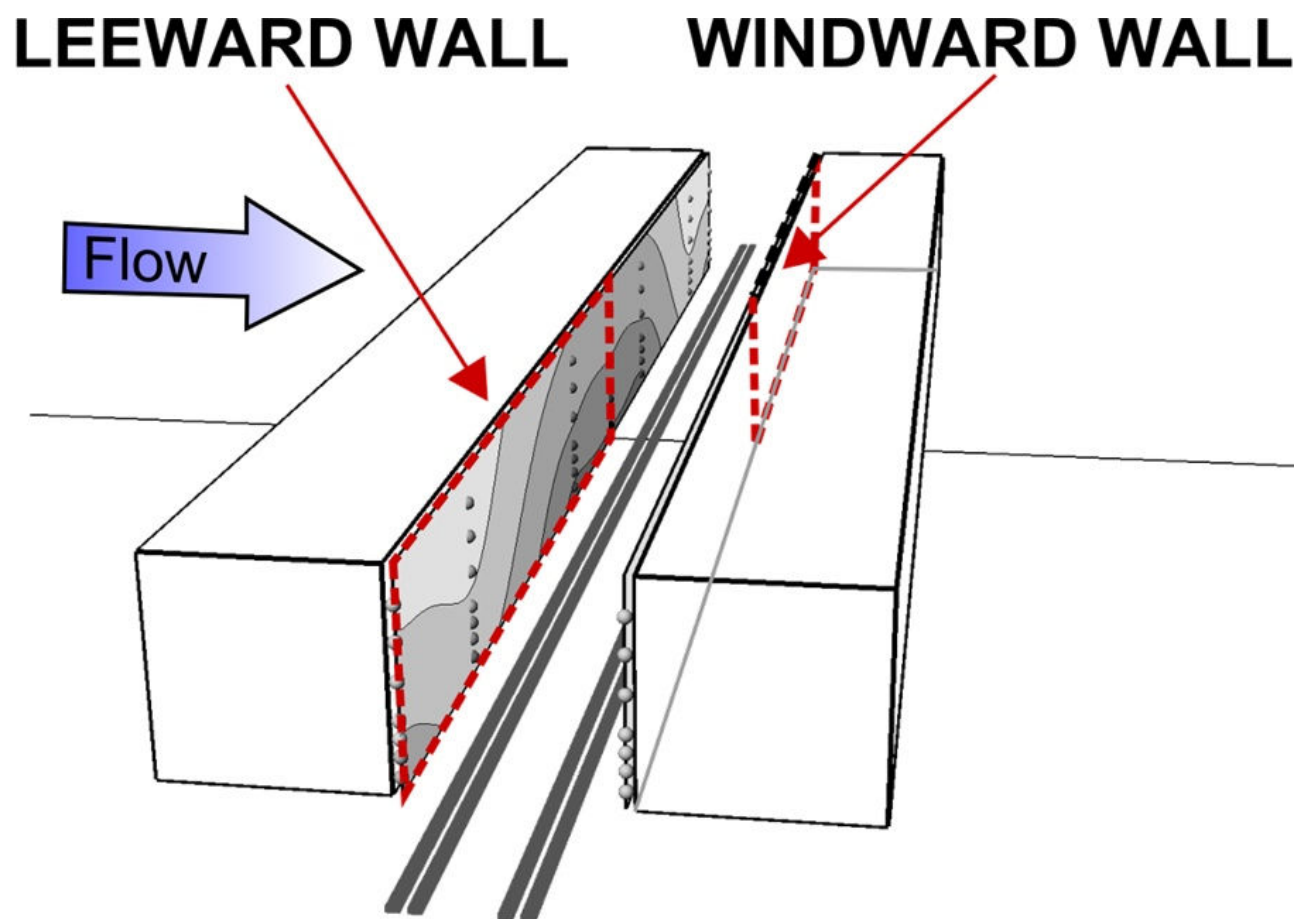
Simulation

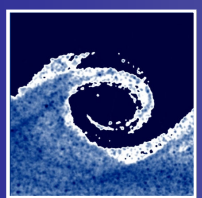




Darstellung der Ergebnisse

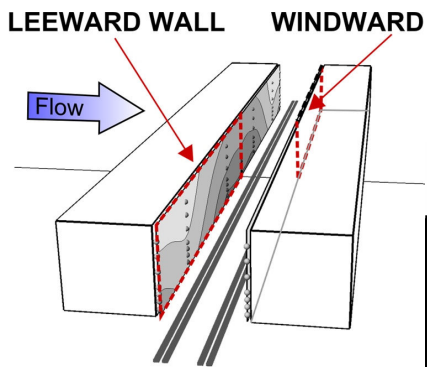
- Symmetrische Konzentrationsverteilung





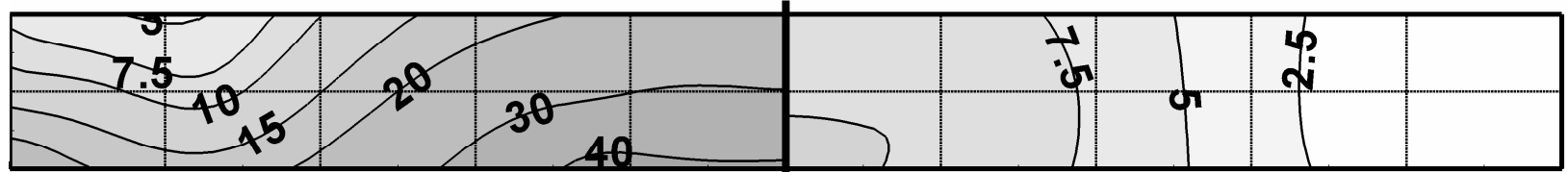
Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

Konzentrationen im Straßenschlucht

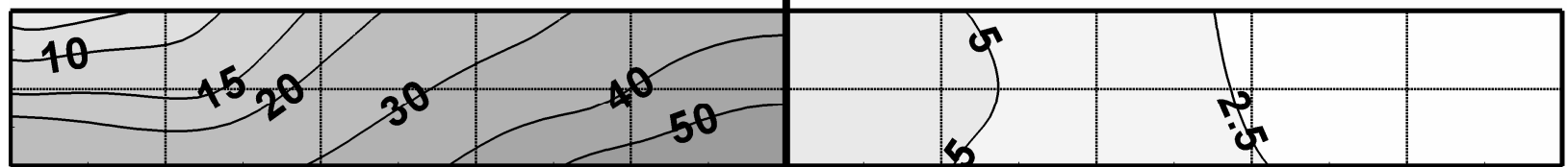


Windkanal

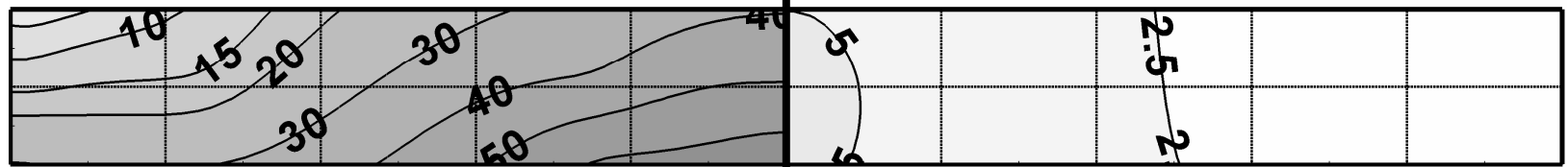
reference



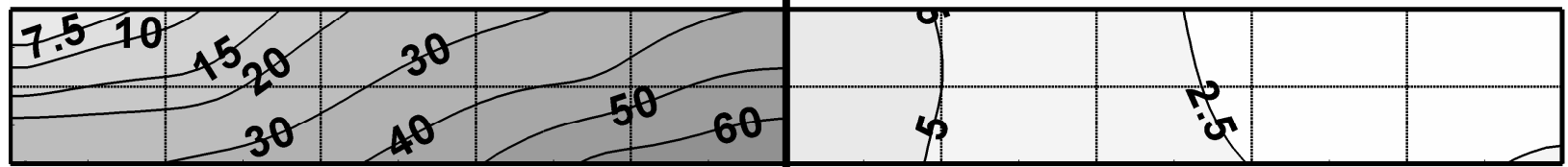
low LAD



medium LAD



high LAD



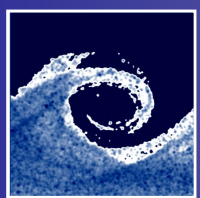
Dichtere Baumkrone

-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5

LEEWARD WALL

y/H

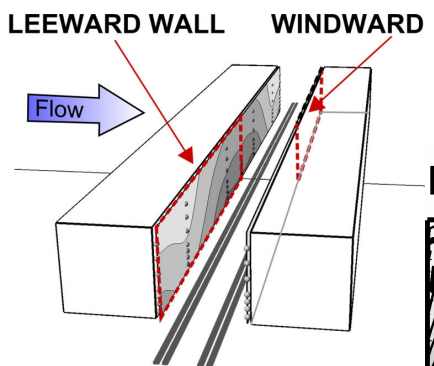
WINDWARD WALL



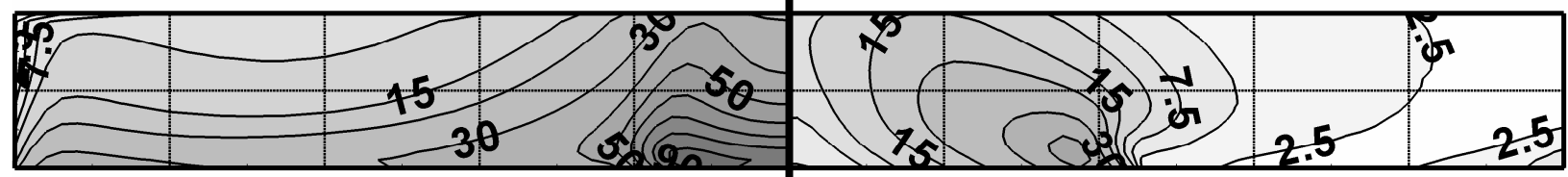
Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

Konzentrationen im Straßenschlucht

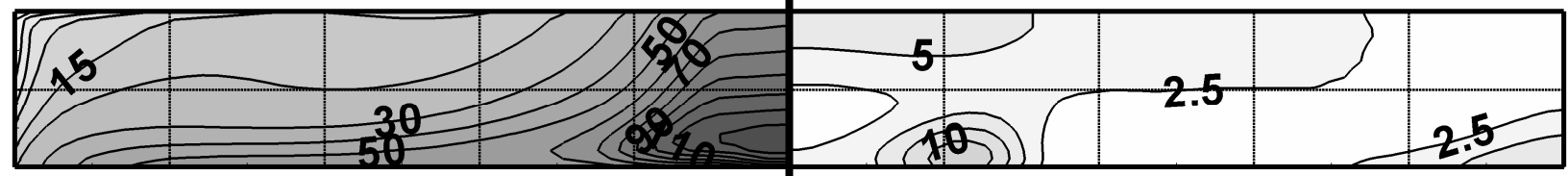
MISKAM-Simulation



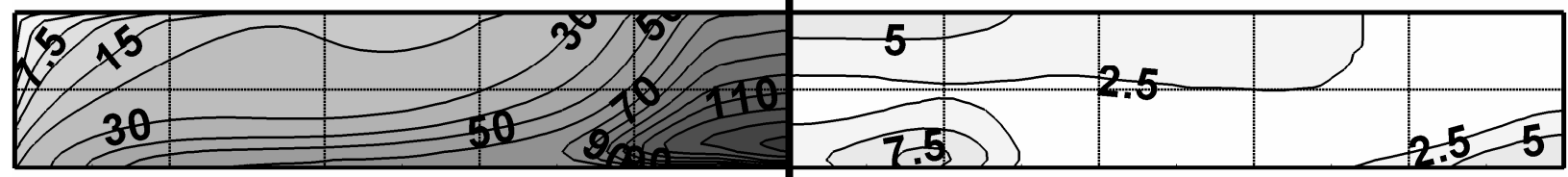
reference



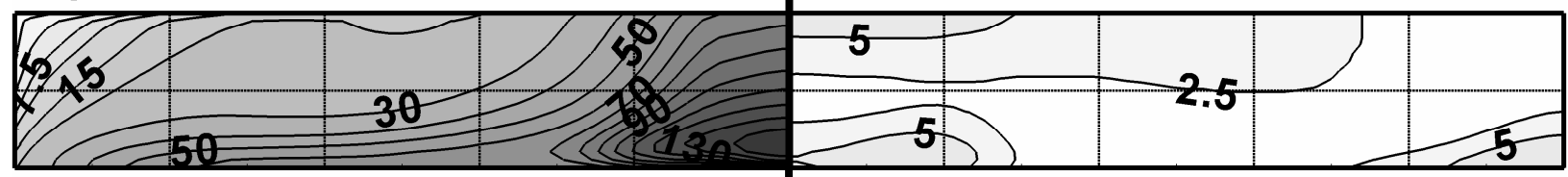
low LAD



medium LAD



high LAD



Dichtere Baumkrone

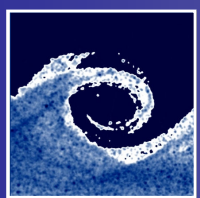


-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5

LEEWARD WALL

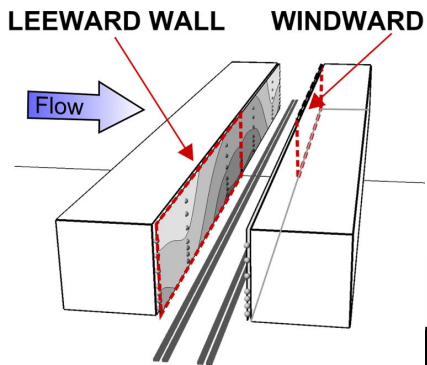
y/H

WINDWARD WALL

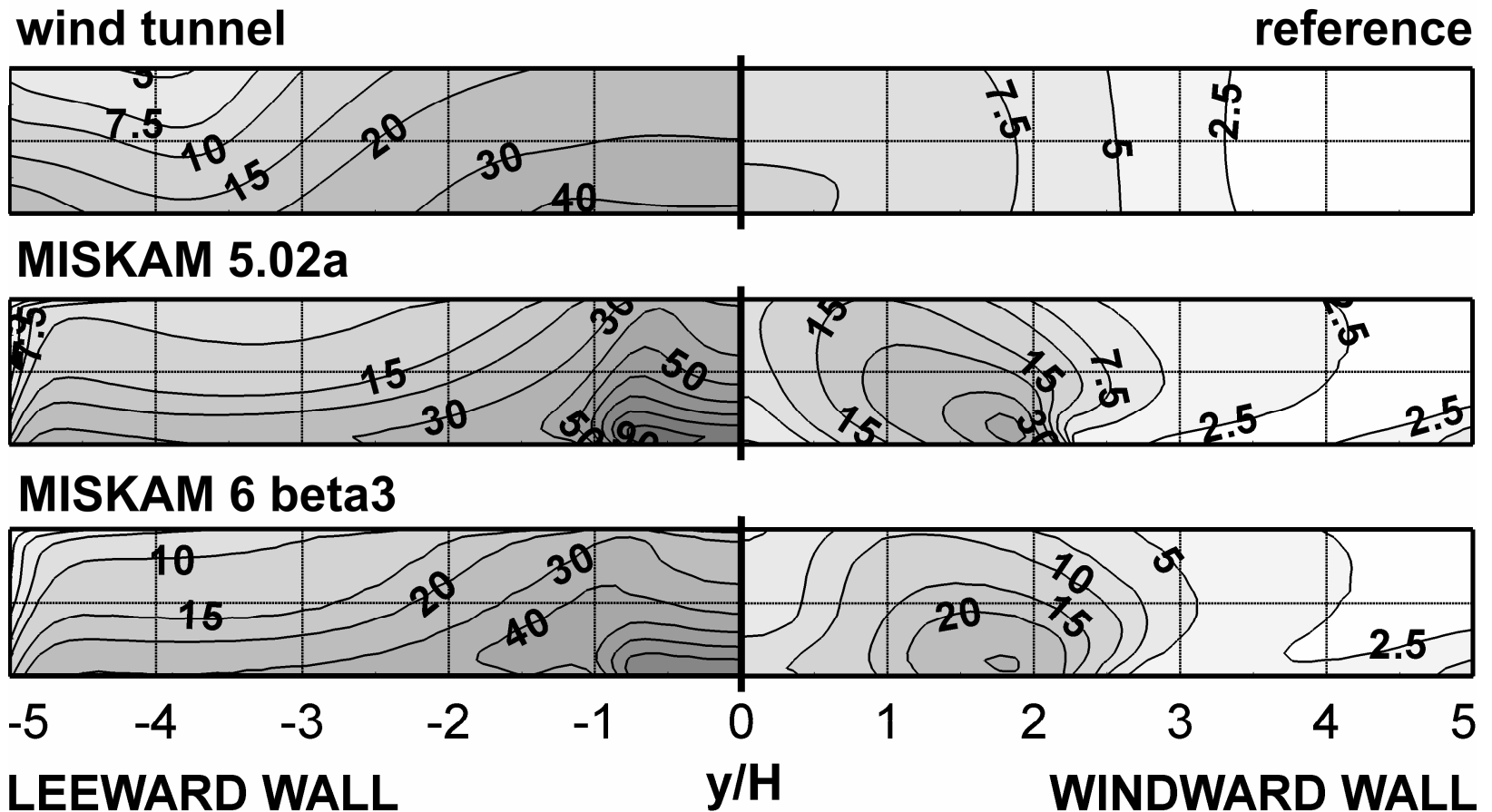


Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

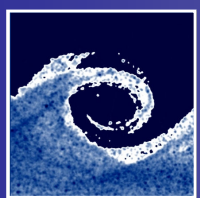
Simulationen mit MISKAM 6 beta3



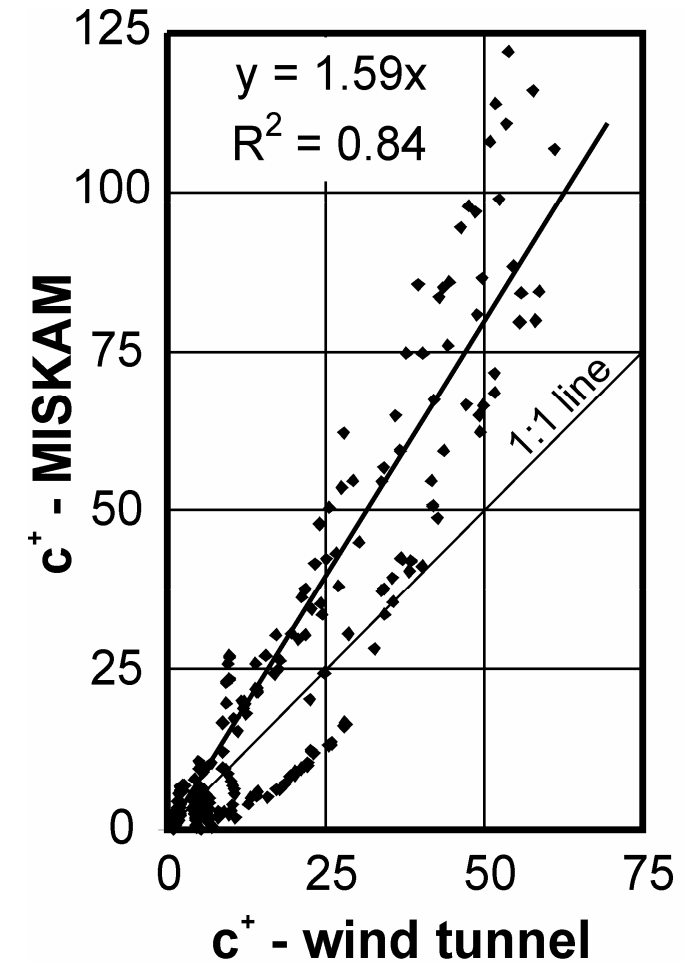
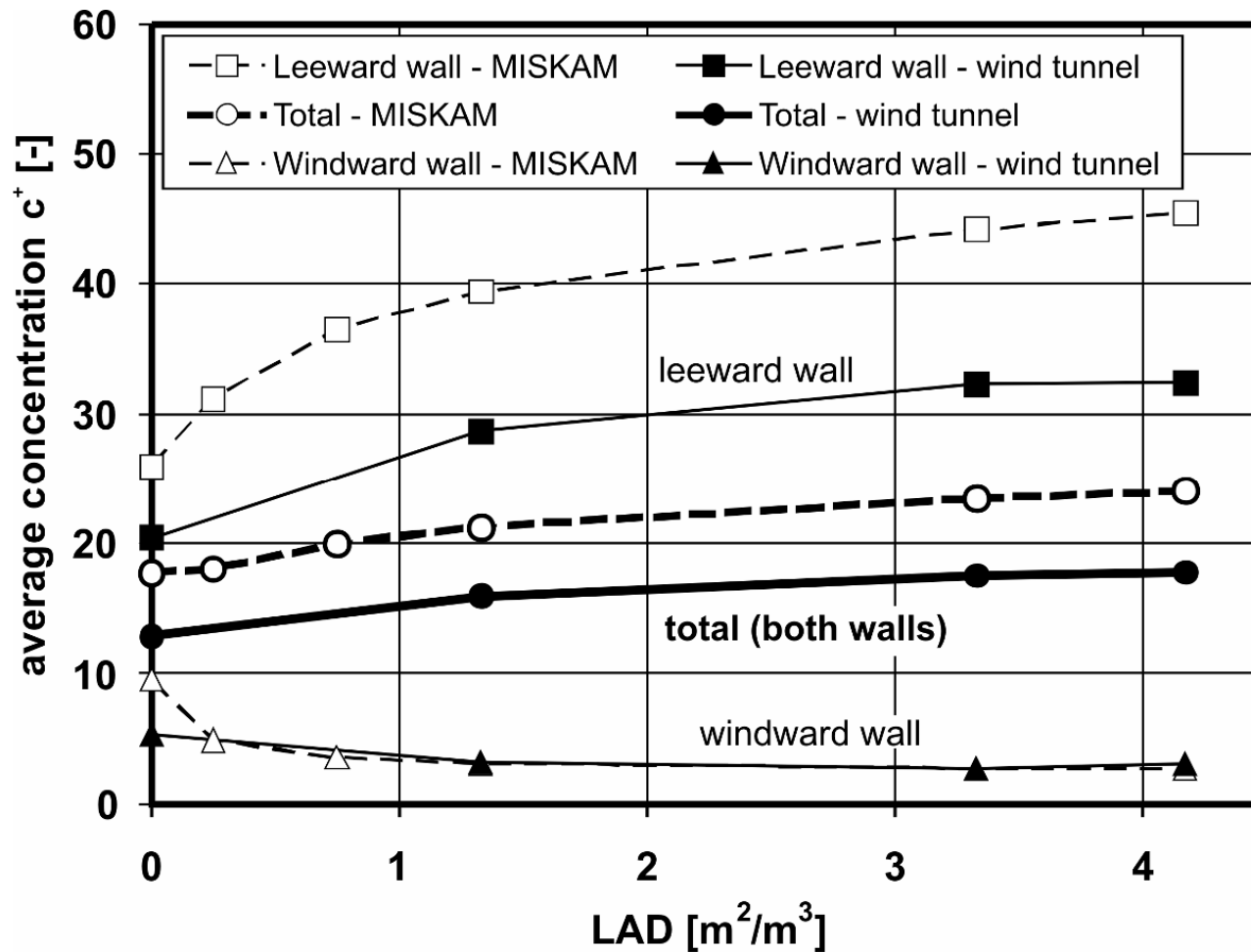
- MISKAM 6 beta3 mit McCormack- und Smolarkiewicz Schemen für die Windfeldberechnung



- Mit MISKAM 6 die Konzentrationsspitzen sind kleiner

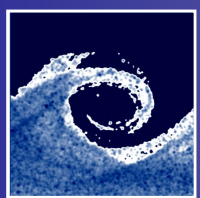


Gemittelte Konzentrationen an den beiden Wänden als Funktion der Blattflächendichte

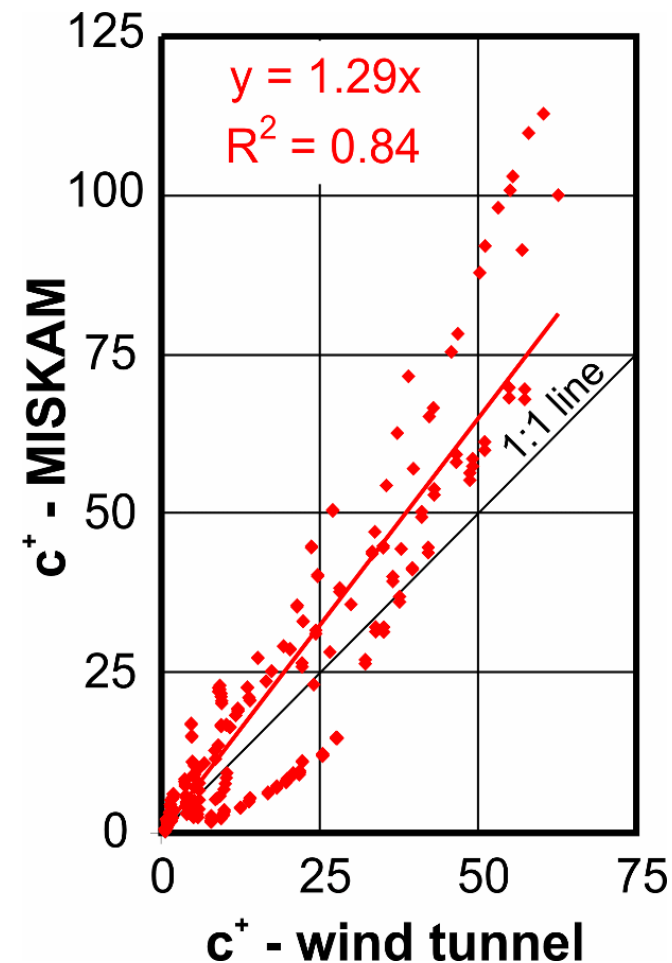
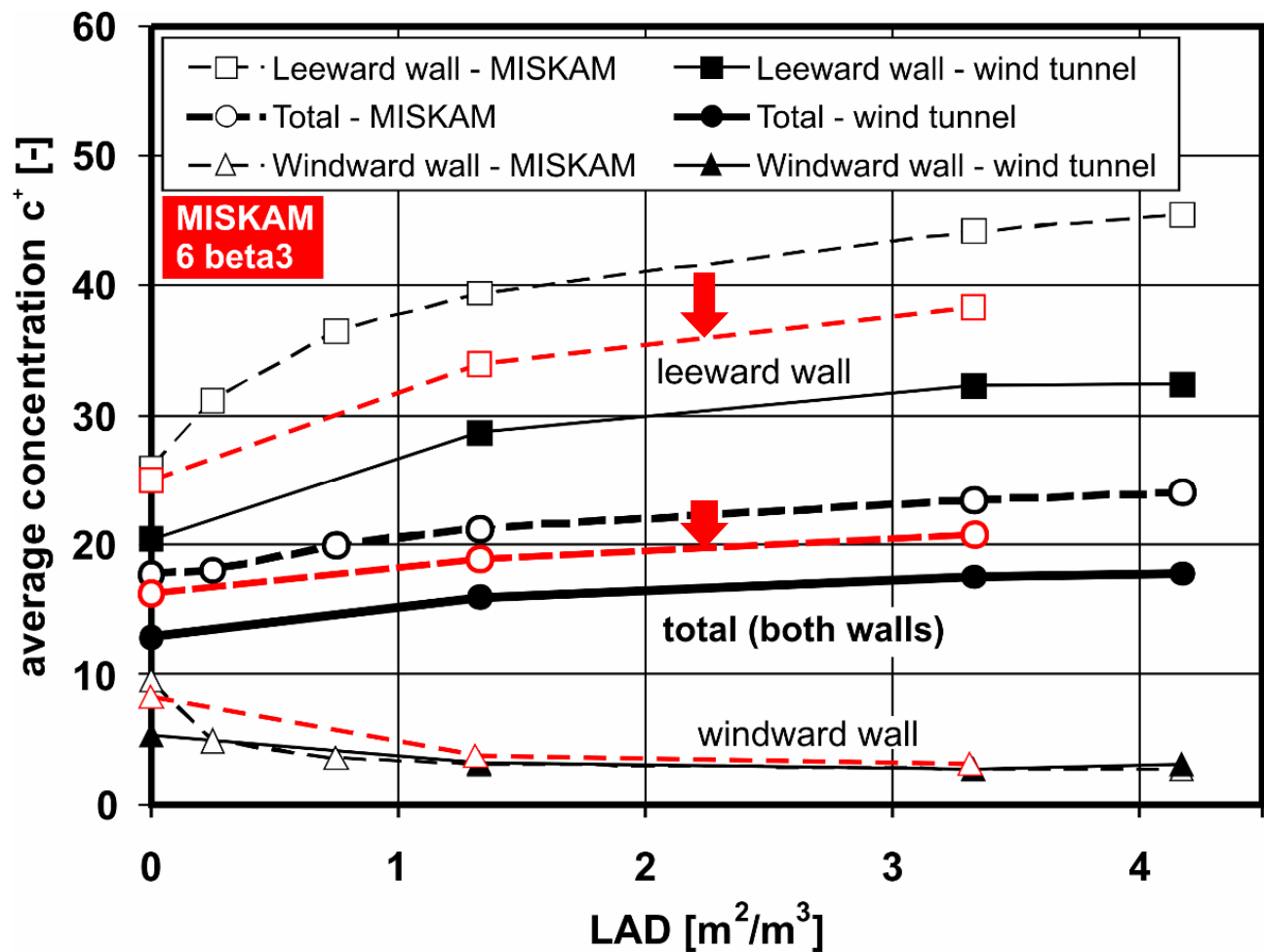


Trefferquote: 47%

(298 Messpunkte, absolutem Fehler $\delta(c^+) = 4$, relativer Fehler 25%)

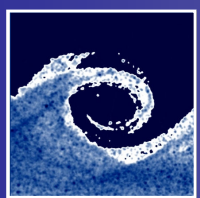


Gemittelte Konzentrationen an den beiden Wänden als Funktion der Blattflächendichte

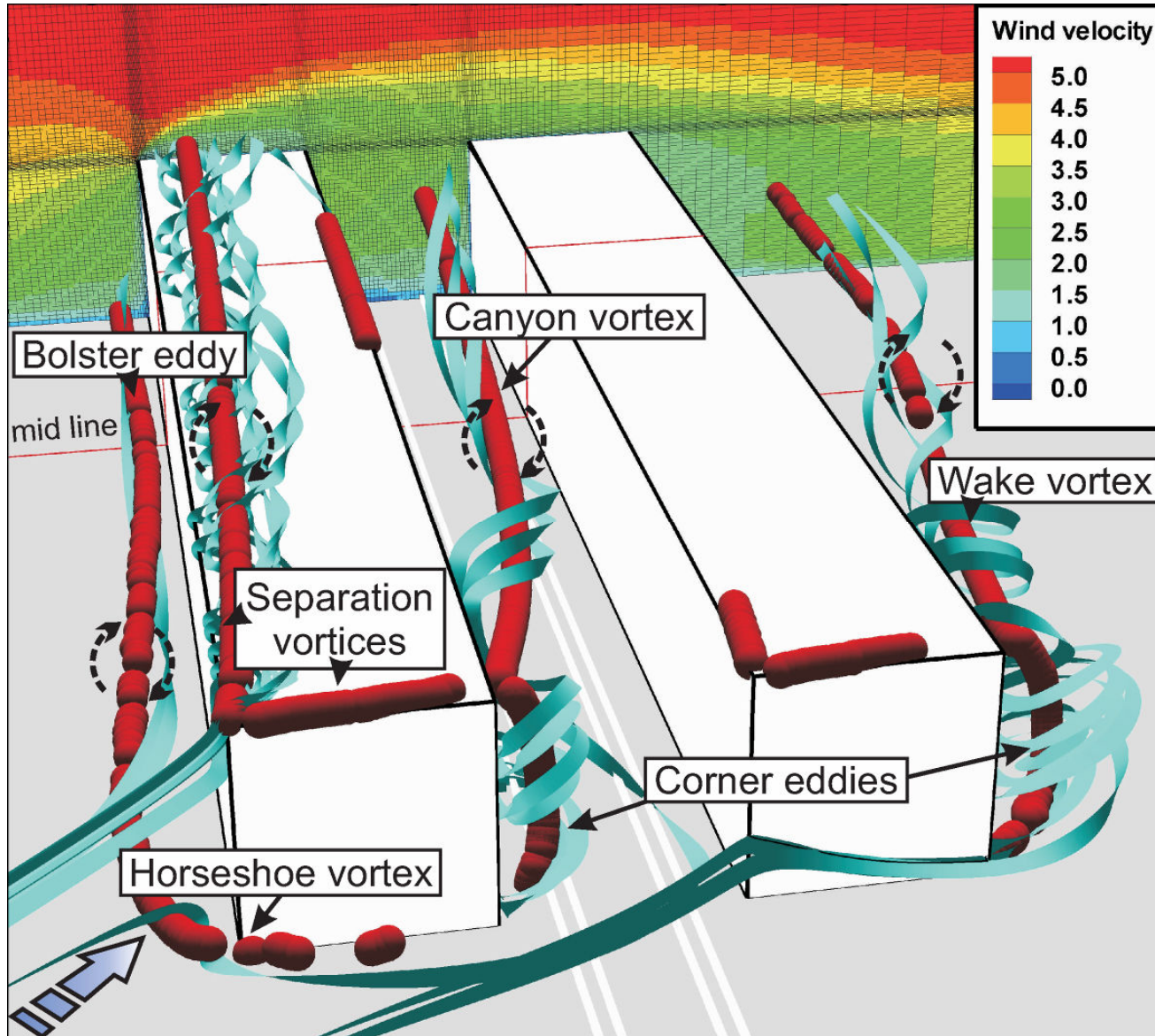


Trefferquote: 47% \Rightarrow 53%

(298 Messpunkte, absolutem Fehler $\delta(c^+) = 4$, relativer Fehler 25%)



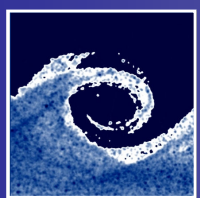
Straßenschlucht bei schräger Anströmung (45 Grad)



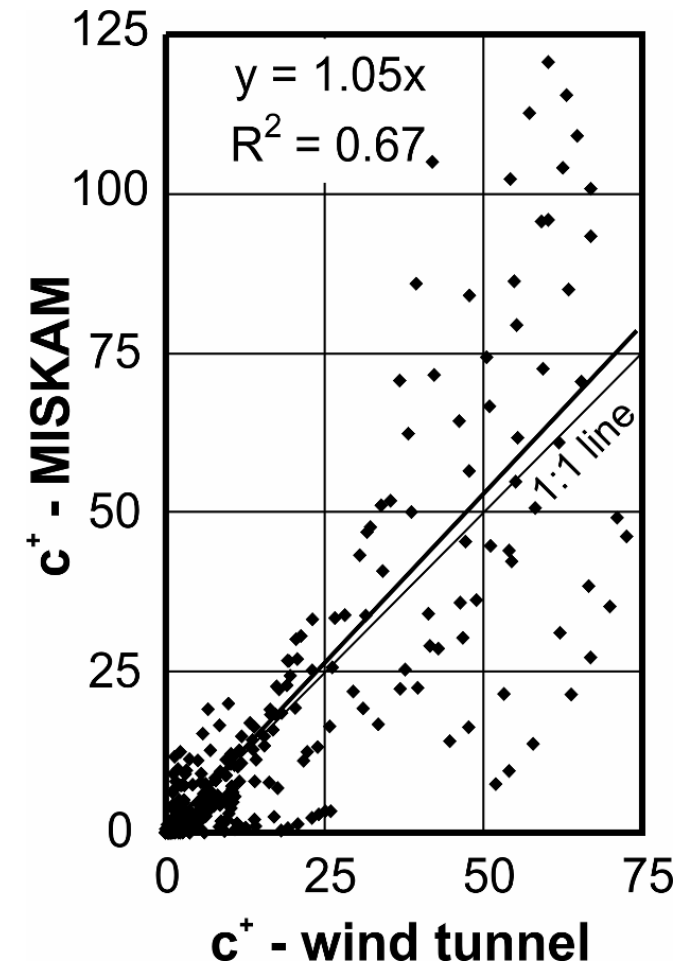
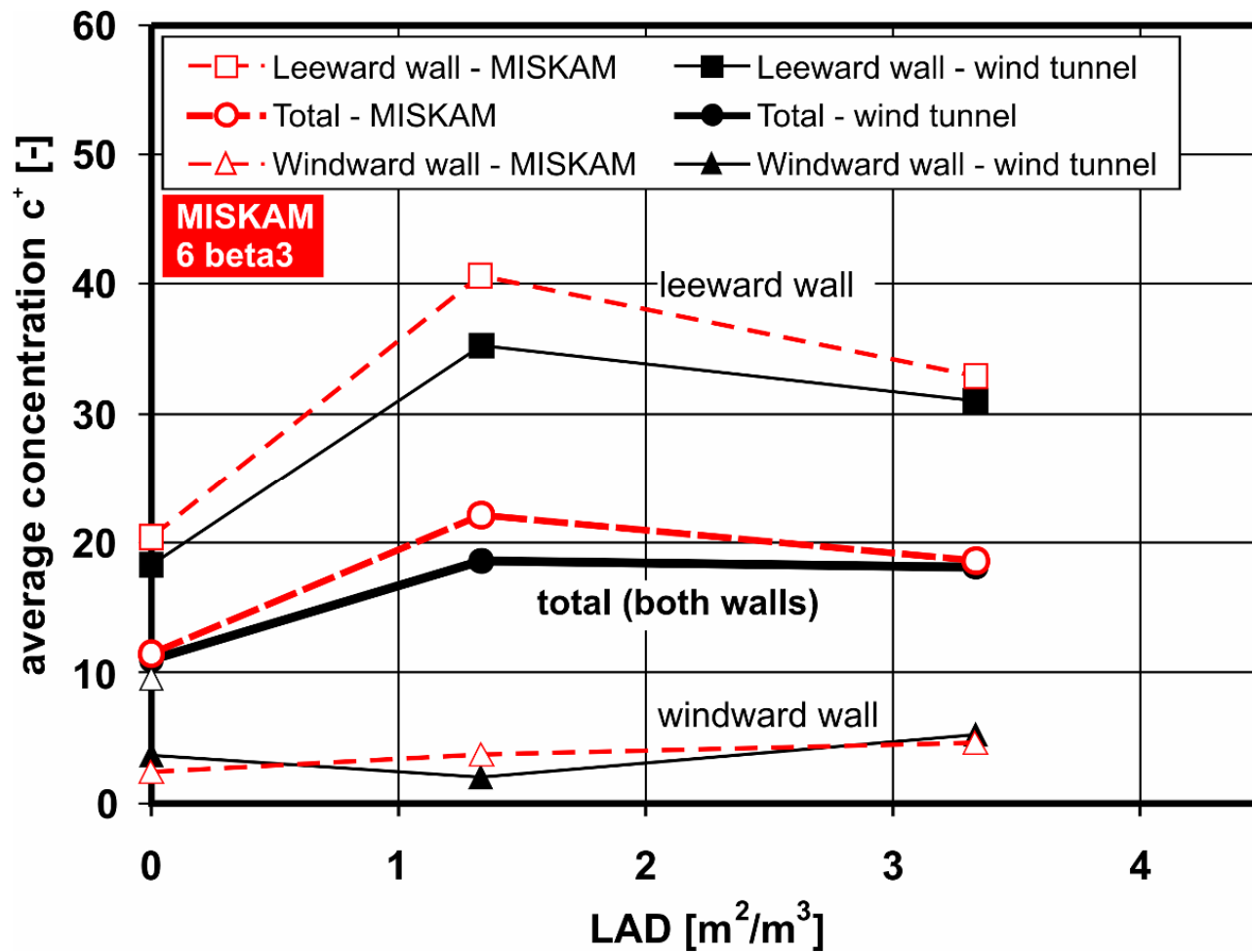
Visualisierung in Tecplot:

Darstellung von Stromlinien, Iso-Flächen usw.

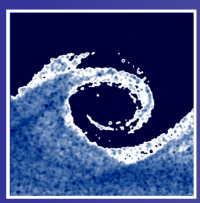
Detektieren von Wirbelkernlinien in quasistationären Strömungen



Straßenschlucht bei schräger Anströmung (45 Grad)



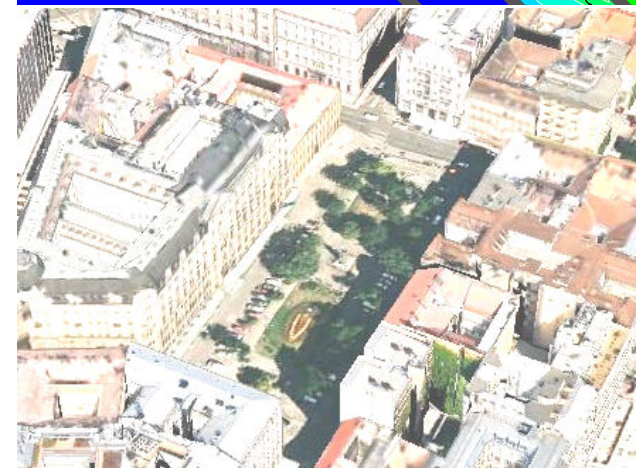
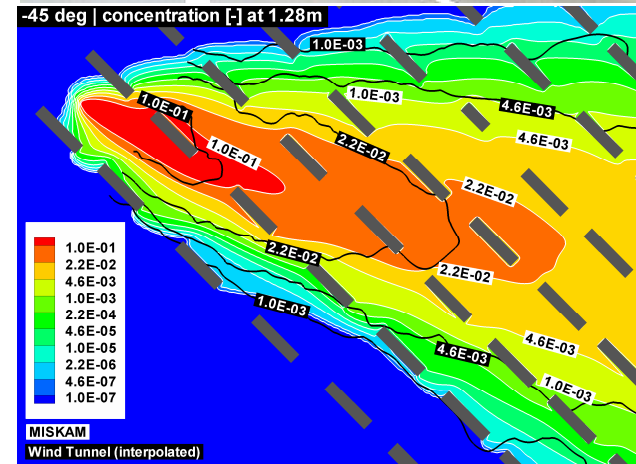
Trefferquote: **61%**

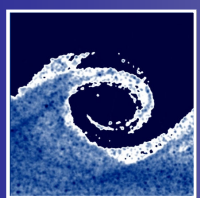


1. Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung

2. MISKAM-Simulationen zum Mock Urban Setting Test im Rahmen von COST Action 732

3. Untersuchungen zur Durchlüftung von rundum bebauten städtischen Plätzen

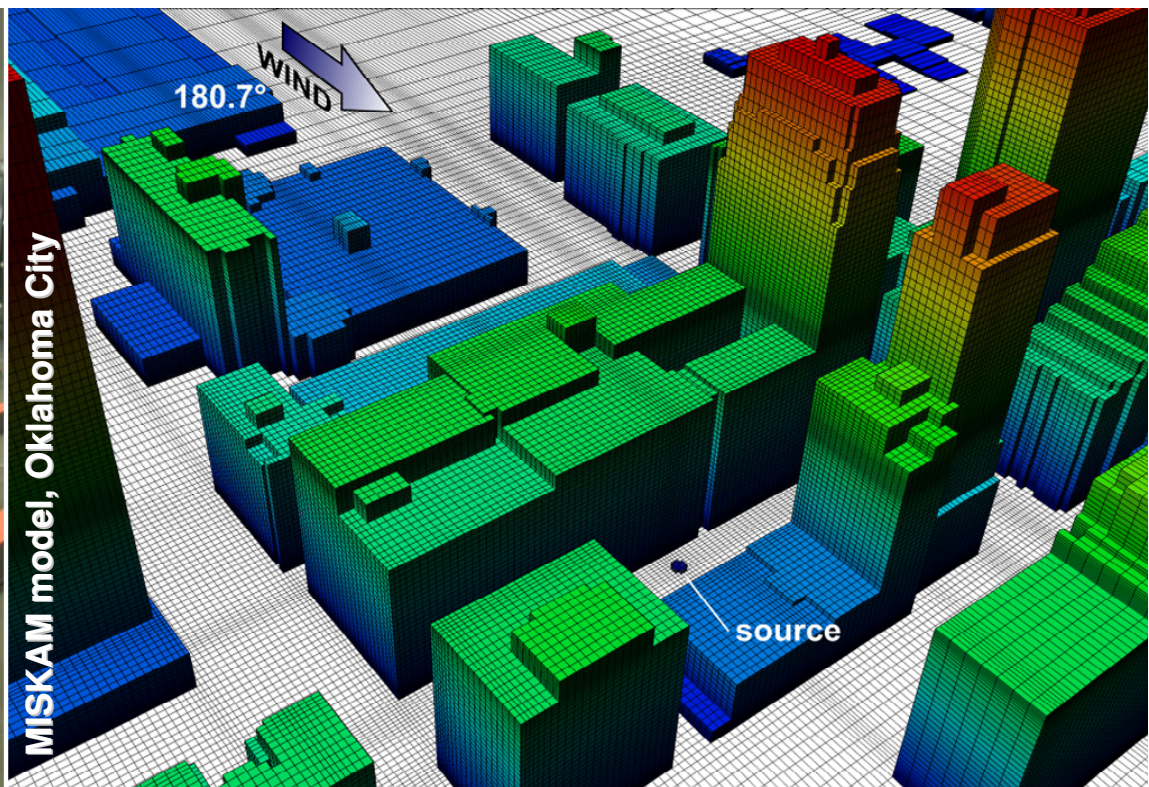




„Quality Assurance and Improvement of Micro-Scale Meteorological Models”

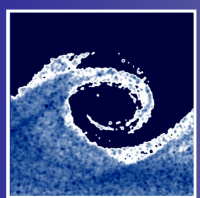
2005-2009 | Vorsitz: Prof. Schatzmann, Universität Hamburg | Teilnehmer aus 21 Länder

- ▶ Empfehlungen für Modellentwickler und Modellbenutzer
- ▶ Simulationen der Testfälle durch 15 Forschungsgruppen (mit CFD und non-CFD Modelle): „Mock Urban Setting Test” und „Oklahoma City 2003”



MISKAM model, Oklahoma City

WOTAN wind tunnel, EWTL Hamburg

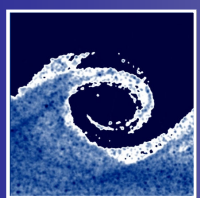


„Quality Assurance and Improvement of Micro-Scale Meteorological Models”

Dokumente

- BRITTER, R., SCHATZMANN, M. (ed.): **Model Evaluation Guidance and Protocol Document 2007**
- FRANKE, J., HELLSTEN, A., SCHLÜNZEN, H., CARISSIMO B., (ed.): **Best practice guideline for the CFD simulation of flows in the urban environment, 2007**
- SCHATZMANN, M., OLESEN, H., FRANKE, J. (ed): **COST 732 Model Evaluation Case Studies: Approach and Results, 2009**
- Die Datensätze „**Mock Urban Setting Test**” und „**Oklahoma City 2003**” sind online erreichbar auf der COST 732 Webseite:

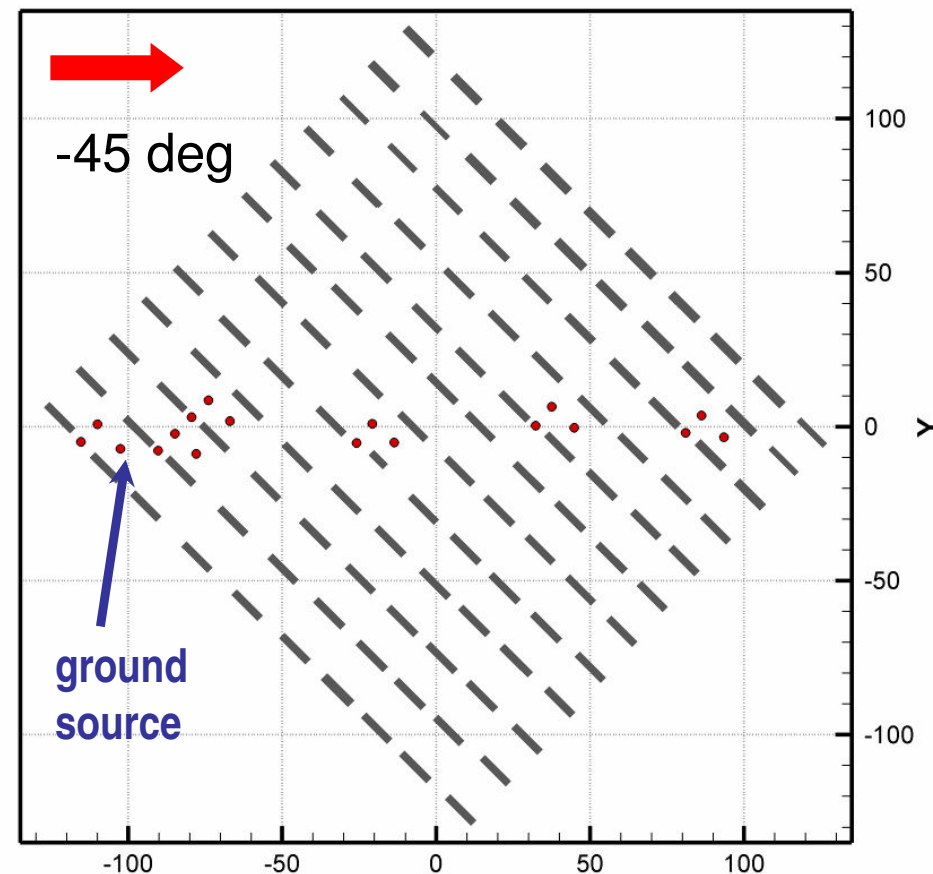
www.mi.uni-hamburg.de/Home.484.0.html

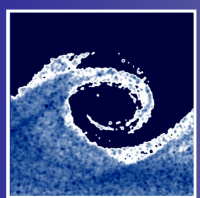


- Mock Urban Setting Test – 120 Frachtkontainer in der Wüste von Utah, Wind- und Ausbreitungsmessungen
- Windkanalmessungen der gleichen Anordnung (Universität Hamburg) - Windrichtungen 0° and -45°
- ~ 3700 Messpunkte – Vertikalprofile, horizontale Messraster | **u,v,w, k, c+**

CFD: MISKAM, FLUENT, ADREA, STAR-CD, FINFLO, CFX, MITRAS, TSU/M2UE, VADIS, CODE_SATURNE, LASAT

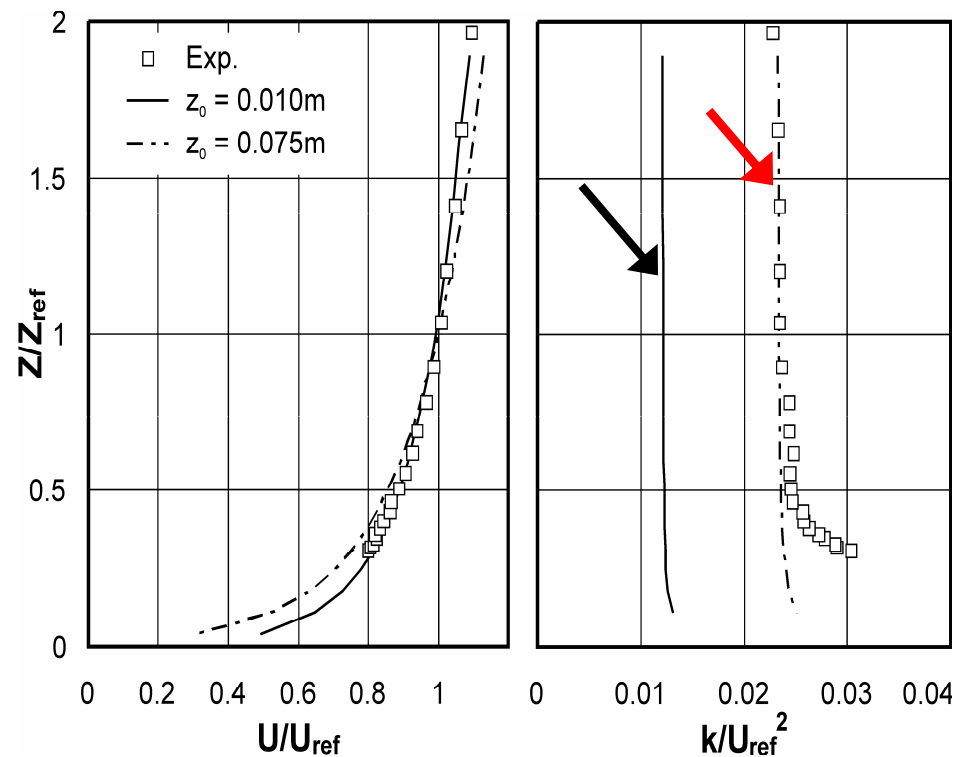
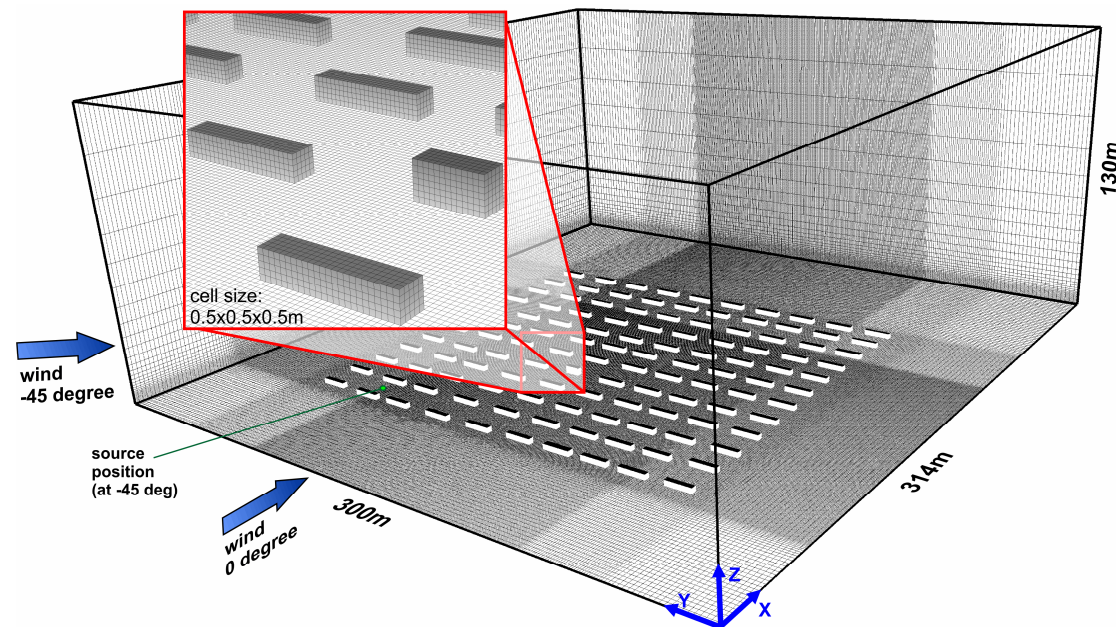
Non-CFD (Gauss-, Puff- usw.)
ADMS-URBAN, RAMS, OML, ESCAPE, CALPUFF, LASAT

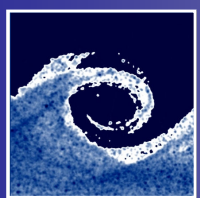




- Gitterunabhängigkeit konnte nicht erreicht werden
 - Automatisch generierte TKE zu niedrig
- ⇒ Modifiziertes Eintrittsprofil mit $z_0 = 7.5\text{cm}$

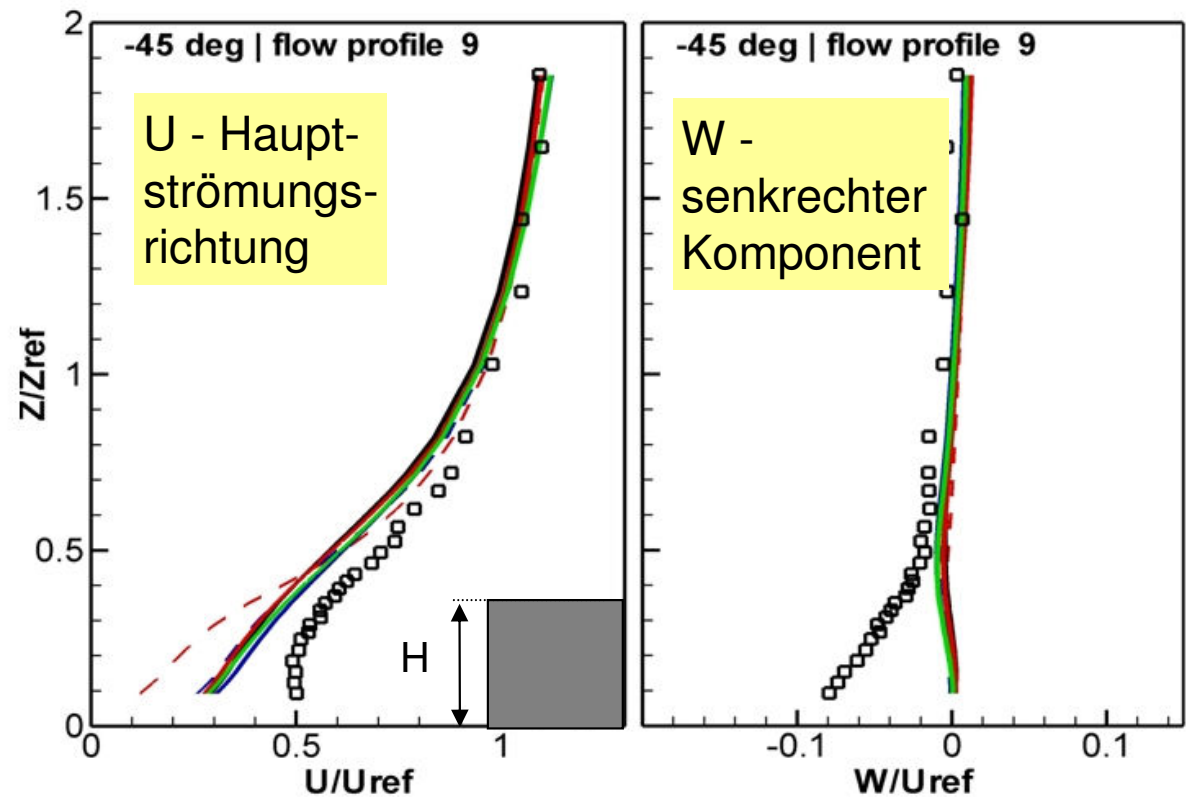
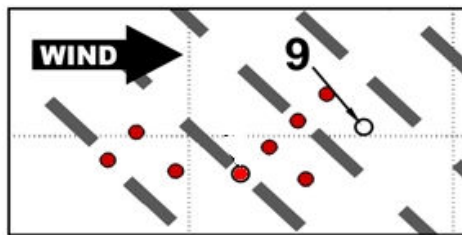
Ver.	Gitter	Anmerkung
1	5.01 grob	1m Gitterauflösung
2	5.01 fein	0.5m Gitterauflösung
3	6 b3 fein	0.5m Gitterauflösung
4	6 b3 fein	Modifizierte TKE am Eintritt



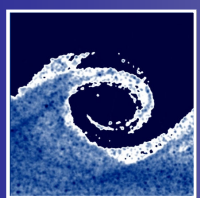


Beispiel: Ein typischer Geschwindigkeitprofil
(von den 39 gemessenen Vertikalprofilen)

- Überdachströmung korrekt
- Leichte Verbesserung gegenüber Version 5.01
- Problem in der Auflösung der Vertikalkomponente W



	Wind Tunnel Data		(4) 6 Beta 3, refined grid
	(1) 5.01, coarse grid		(5) 6 Beta 3, fine grid, modified profile
	(2) 5.01, fine grid		(6) 6 Beta 3, refined grid, modified profile
	(3) 6 Beta 3, fine grid		

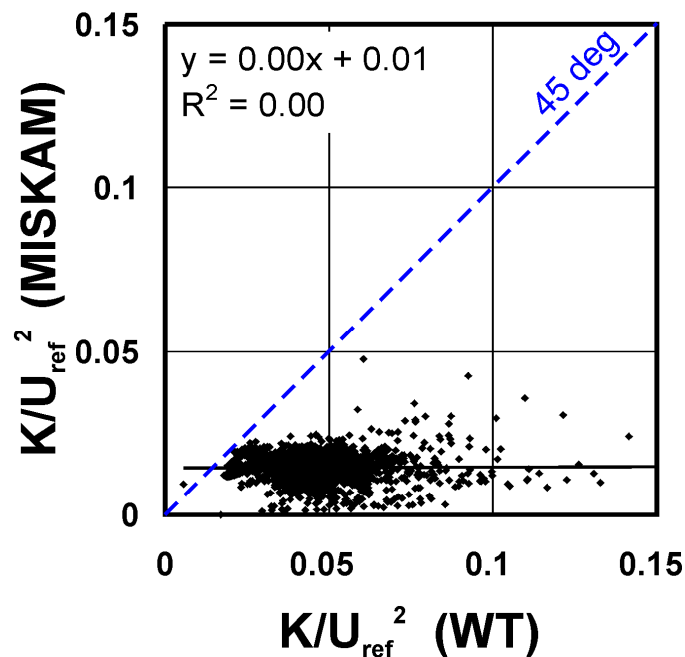
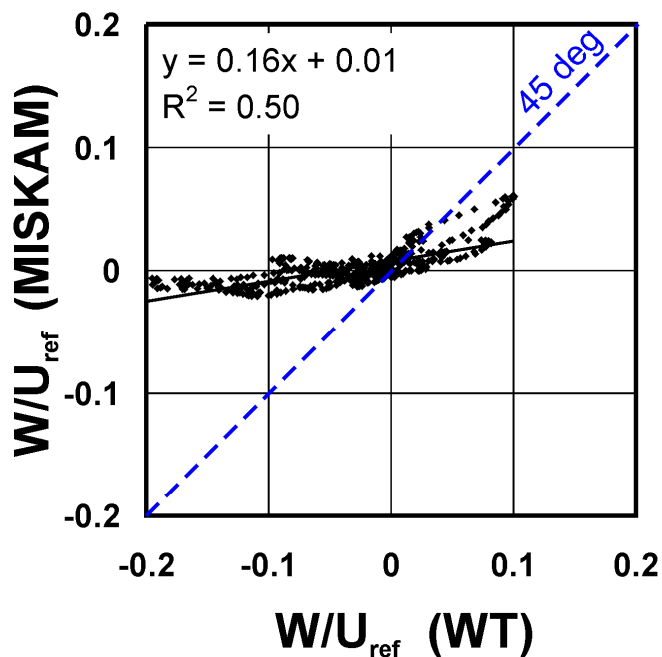
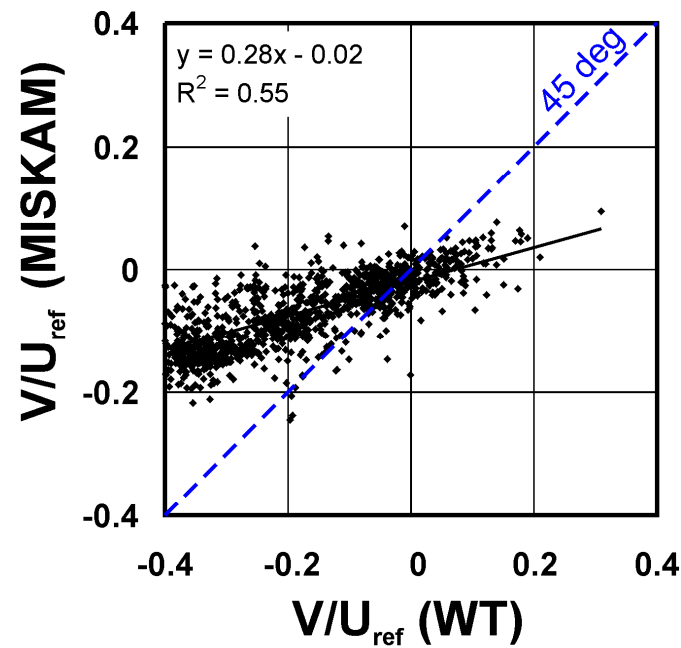
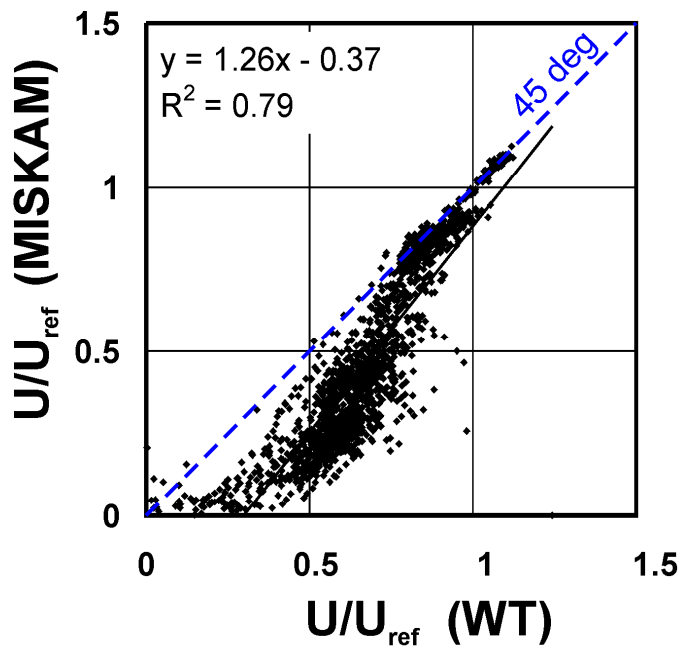


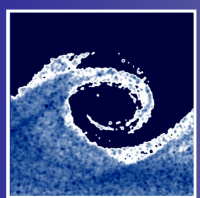
MISKAM 5.01

fine grid

Sehr ähnliche Diagramme auch bei anderen getesteten Modellen von COST732

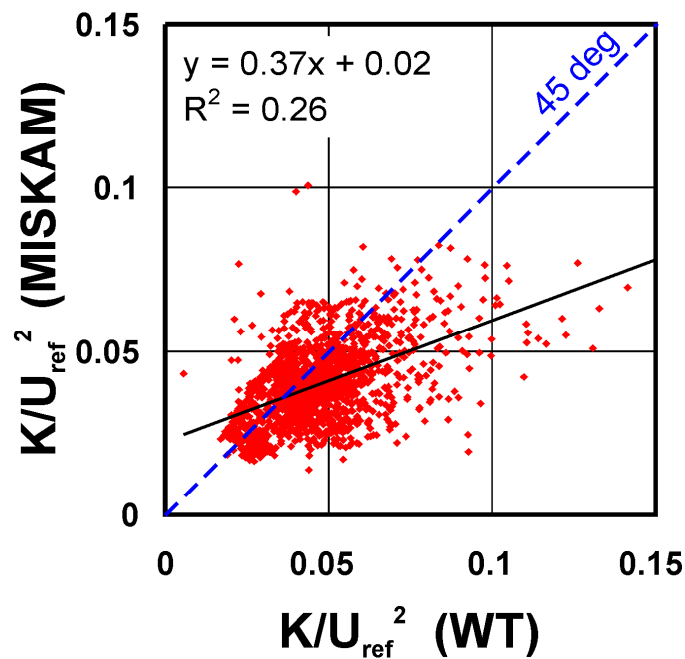
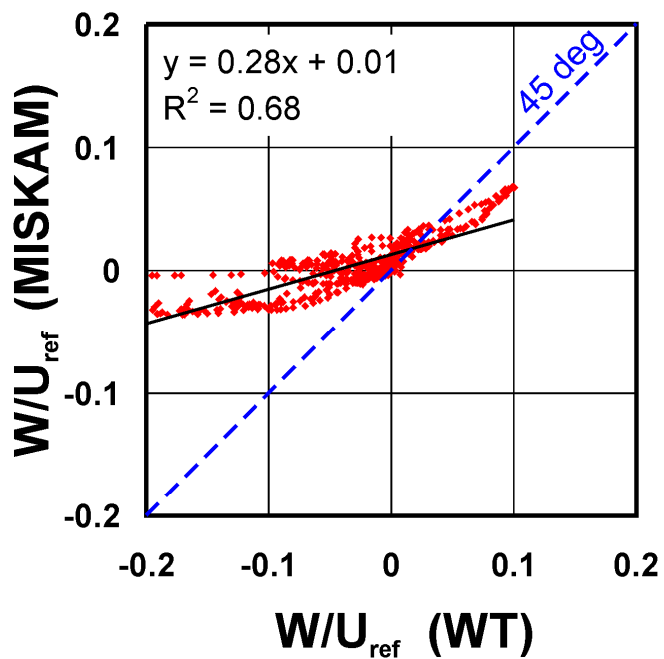
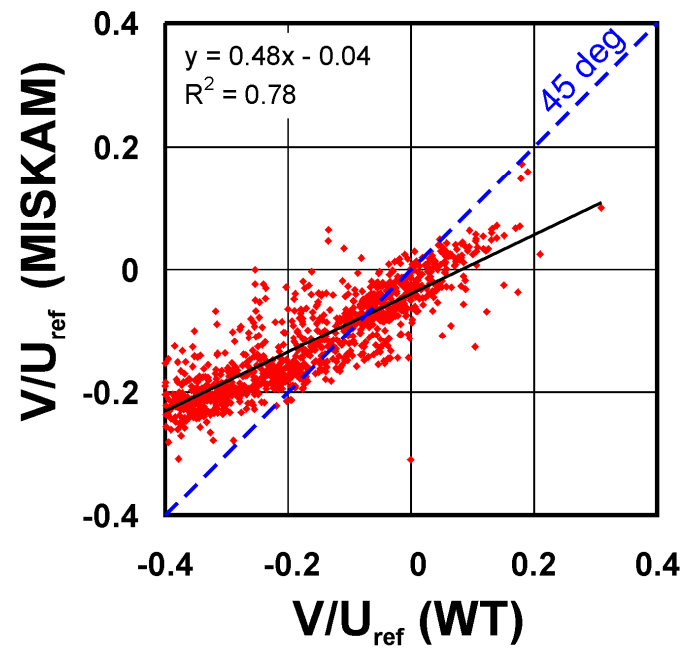
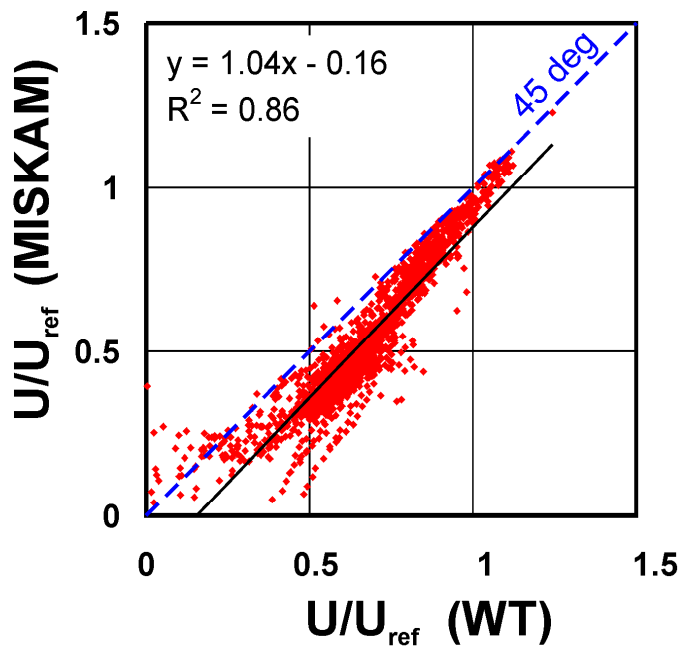
(Unterschätzung von V, W)

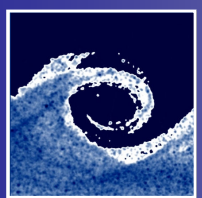




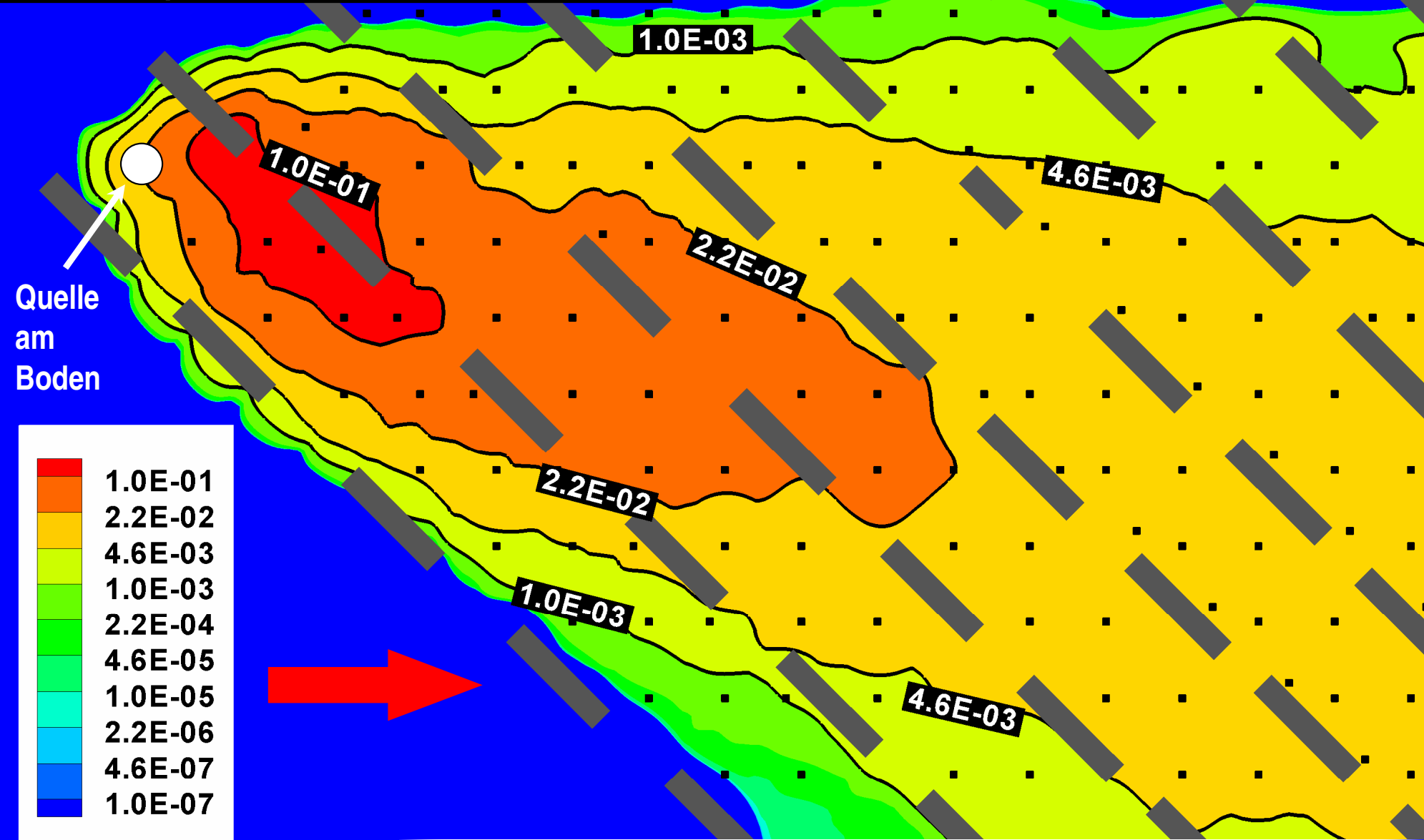
MISKAM 6 b3
modified TKE

Deutliche
Verbesserung bei
allen Variablen





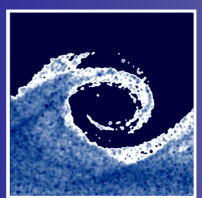
-45 deg | concentration [-] at 1.28m



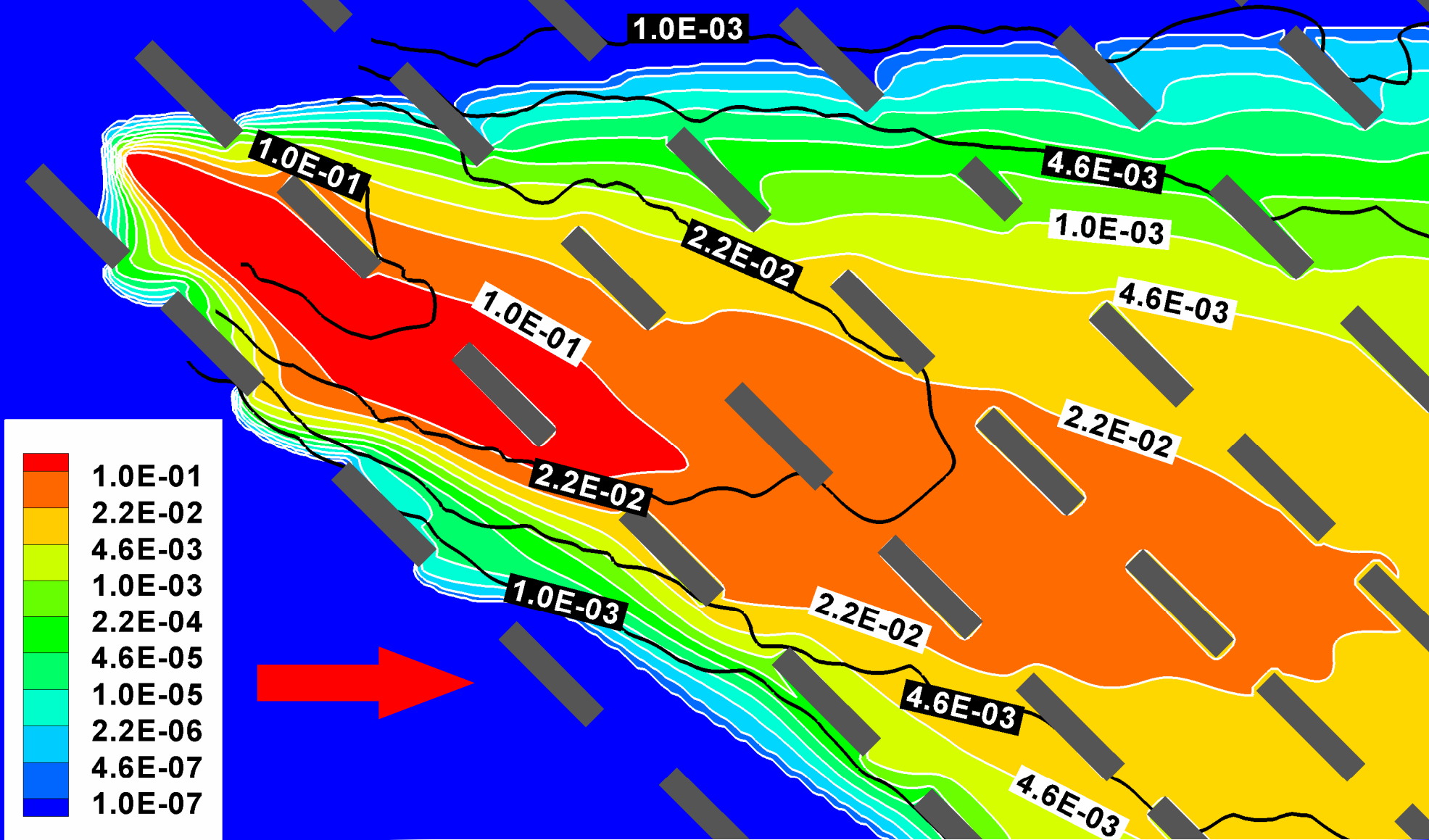
MISKAM

Wind Tunnel (interpolated)

Messung (interpoliert): Kanalisierungseffekt, Fahnenrichtung weicht von Richtung der Hauptströmung ab



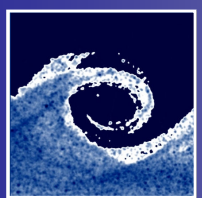
-45 deg | concentration [-] at 1.28m



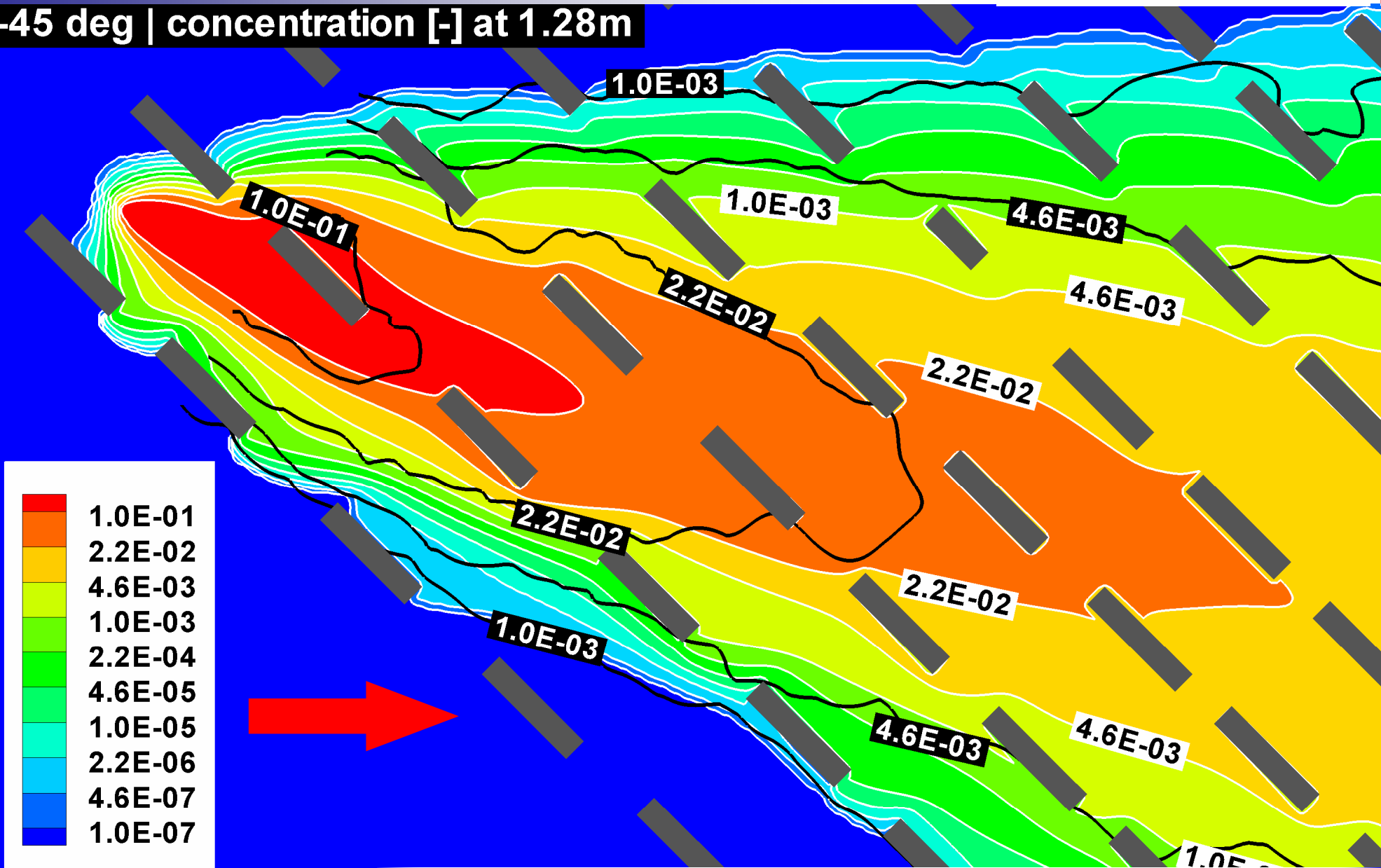
MISKAM

Wind Tunnel (interpolated)

MISKAM 5.01 : Überschätzung in Quellnähe, dünnere Fahne, Fahnenrichtung ungenau

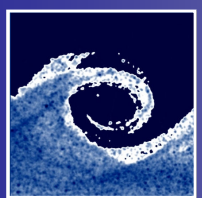


-45 deg | concentration [-] at 1.28m

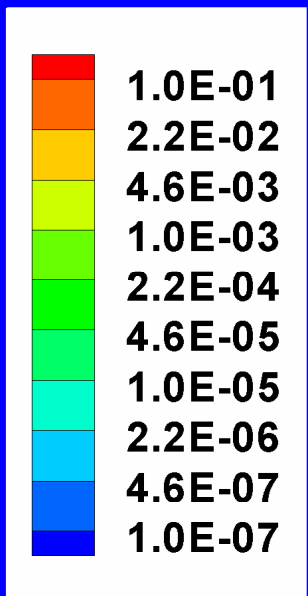
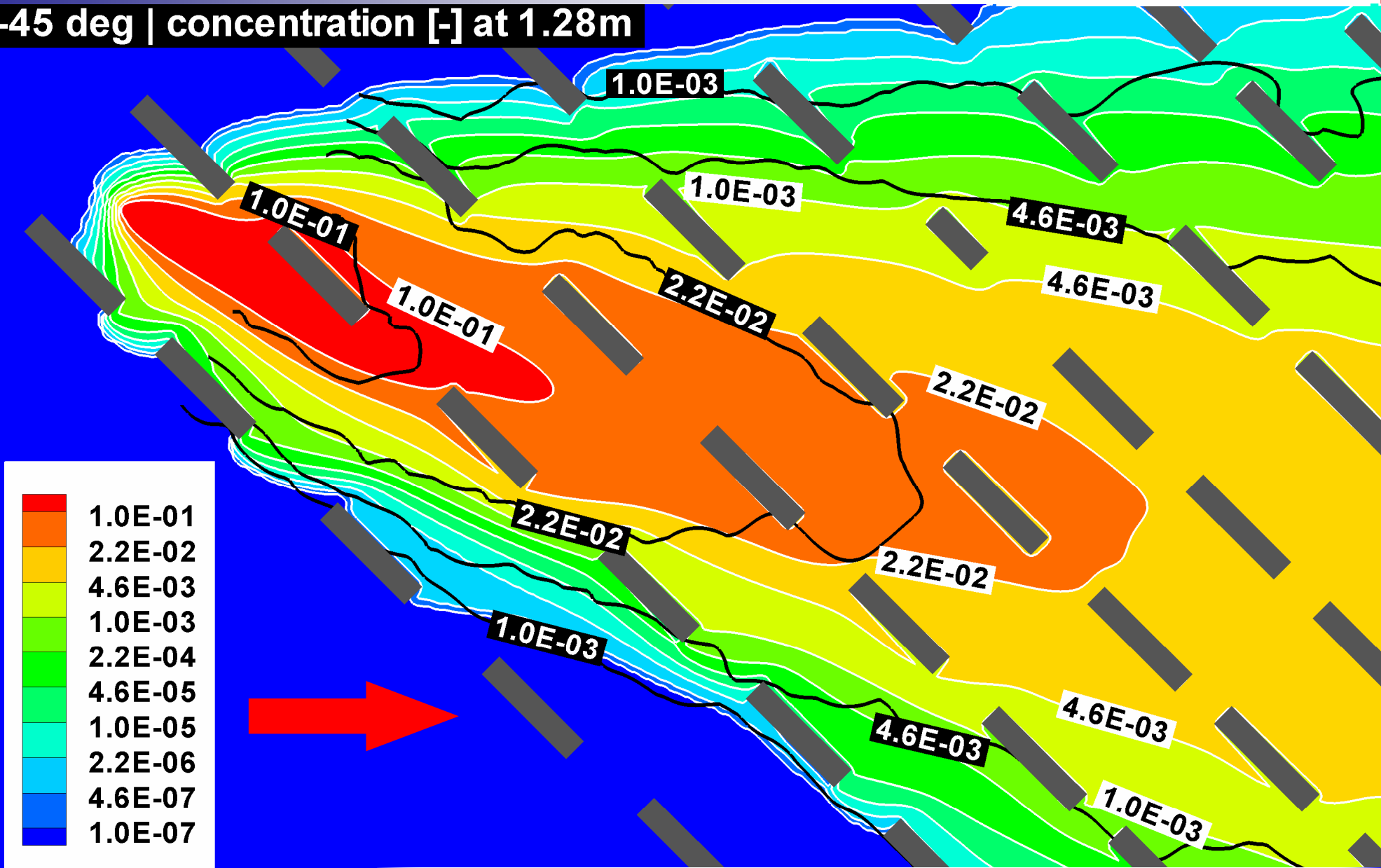


MISKAM
Wind Tunnel (interpolated)

MISKAM 6 b3: Fahnenrichtung OK,
Überschätzung fällt geringer aus

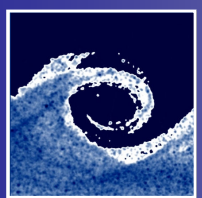


-45 deg | concentration [-] at 1.28m

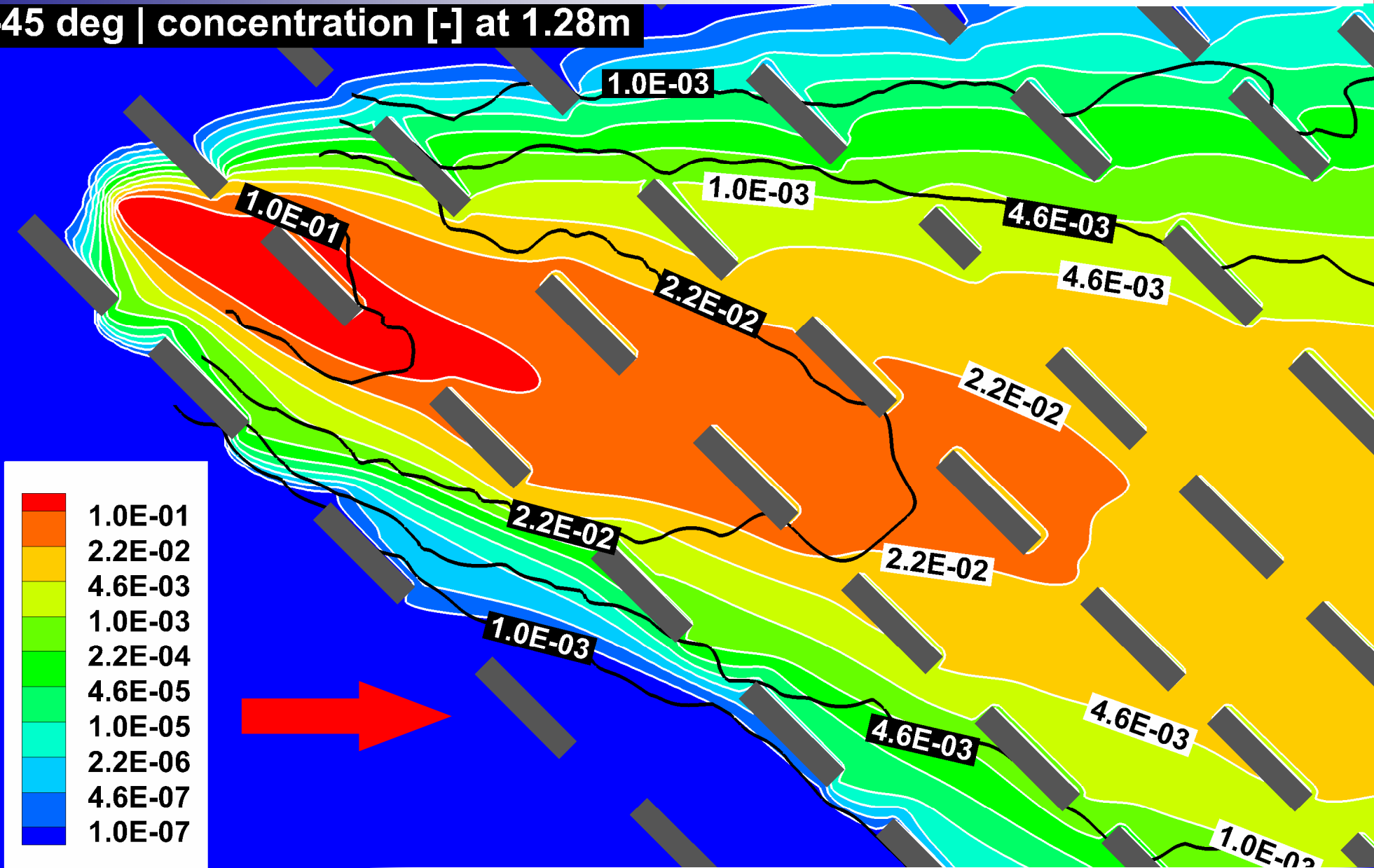


MISKAM
Wind Tunnel (interpolated)

MISKAM 6 b3 mit korrigierten TKE am Eintritt:
Fahne kürzer.

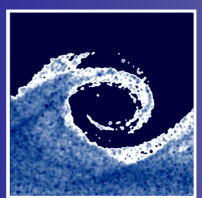


-45 deg | concentration [-] at 1.28m

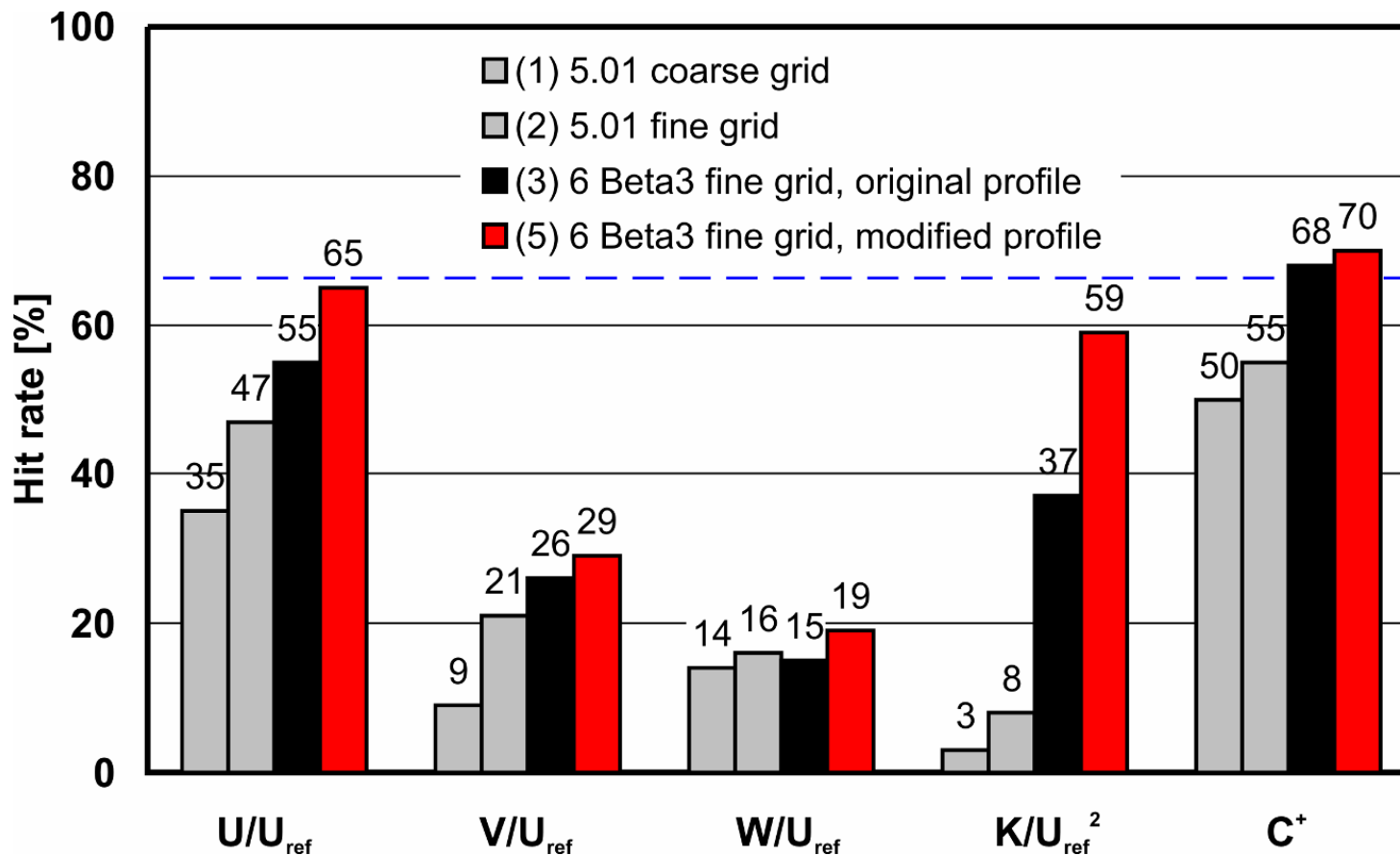


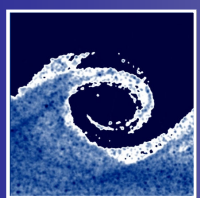
MISKAM
Wind Tunnel (interpolated)

MISKAM 6.1 mit korrigierten TKE am Eintritt:
praktisch gleich mit MISKAM 6 beta3

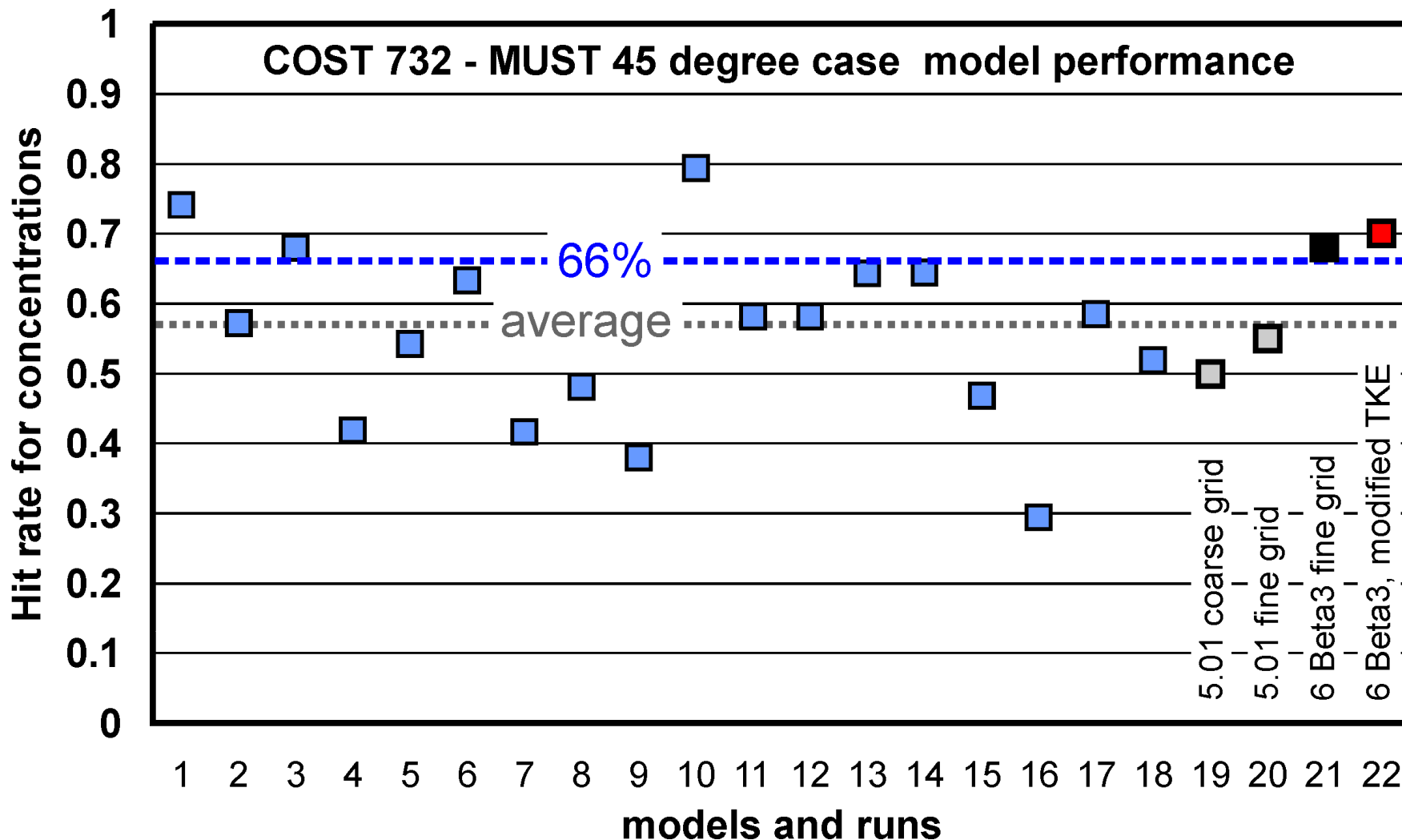


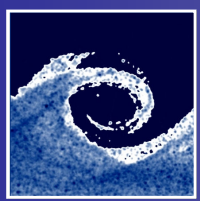
- Akzeptanzkriterium deutlich unterschritten bei V und W
- Konzentrationfeld trotzdem sehr gut
- MISKAM 6 holt Verbesserungen



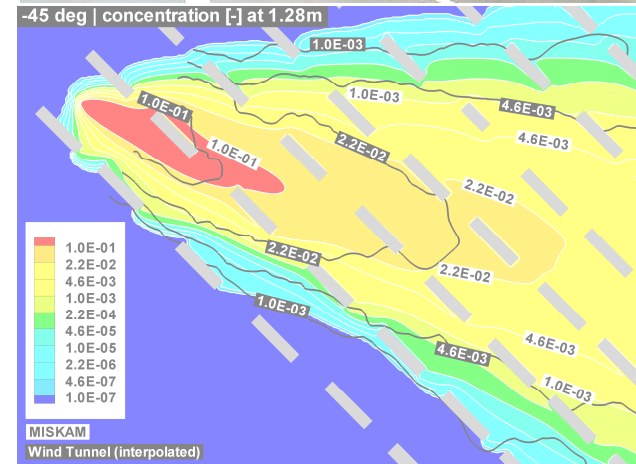


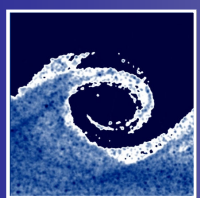
Vergleich zu den Trefferquoten anderer teilnehmende Modellen (MISKAM, FLUENT, ADREA, STAR-CD, FINFLO, CFX, TSU/M2UE, VADIS, CODE_SATURNE)





1. Durchlüftung von Straßenschluchten mit Baumpflanzung
2. MISKAM-Simulationen zum Mock Urban Setting Test im Rahmen von COST Action 732
3. Untersuchungen zur Durchlüftung von rundum bebauten städtischen Plätzen



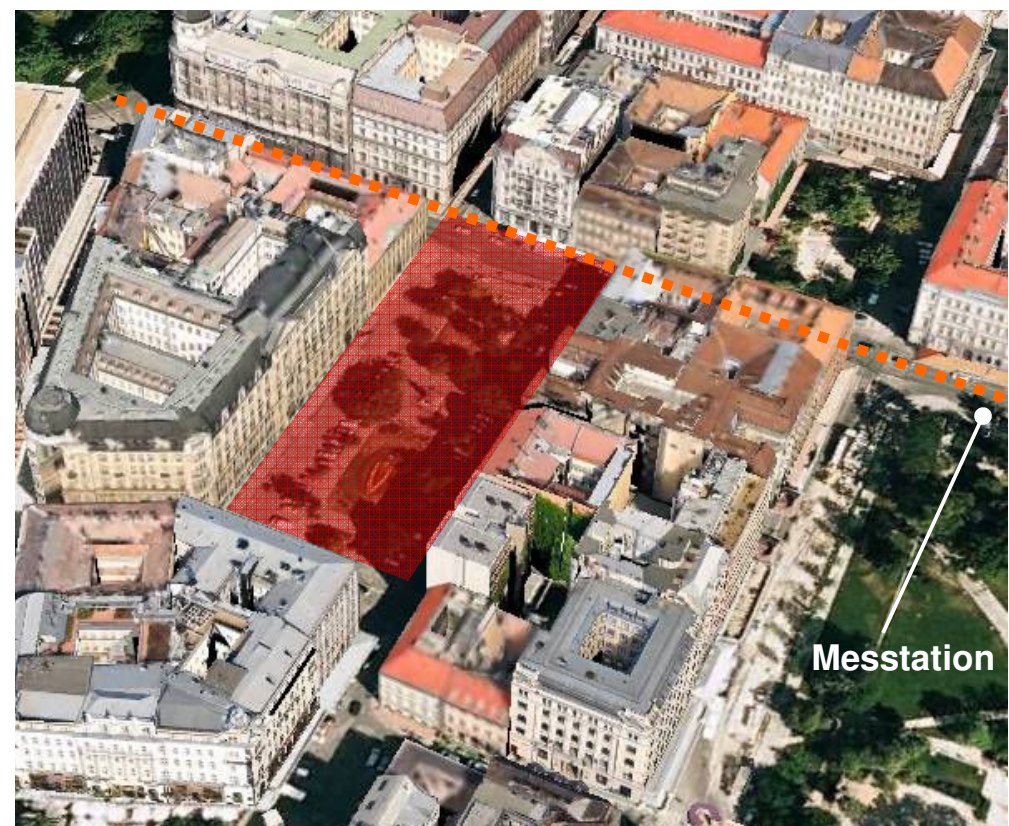


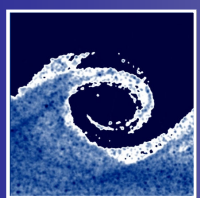
Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

- **József Nádor-Platz** in der Stadtmitte von Budapest
- Von jeder Seite zugebaut – niedriger Luftaustausch
- Sehr hohe Schadstoffbelastung
- Tiefgarage mit 500 Parkplätze geplant
- Kann der Anstieg der Immission vermieden werden?



Erzherzog Joseph Anton Palatin von Ungarn





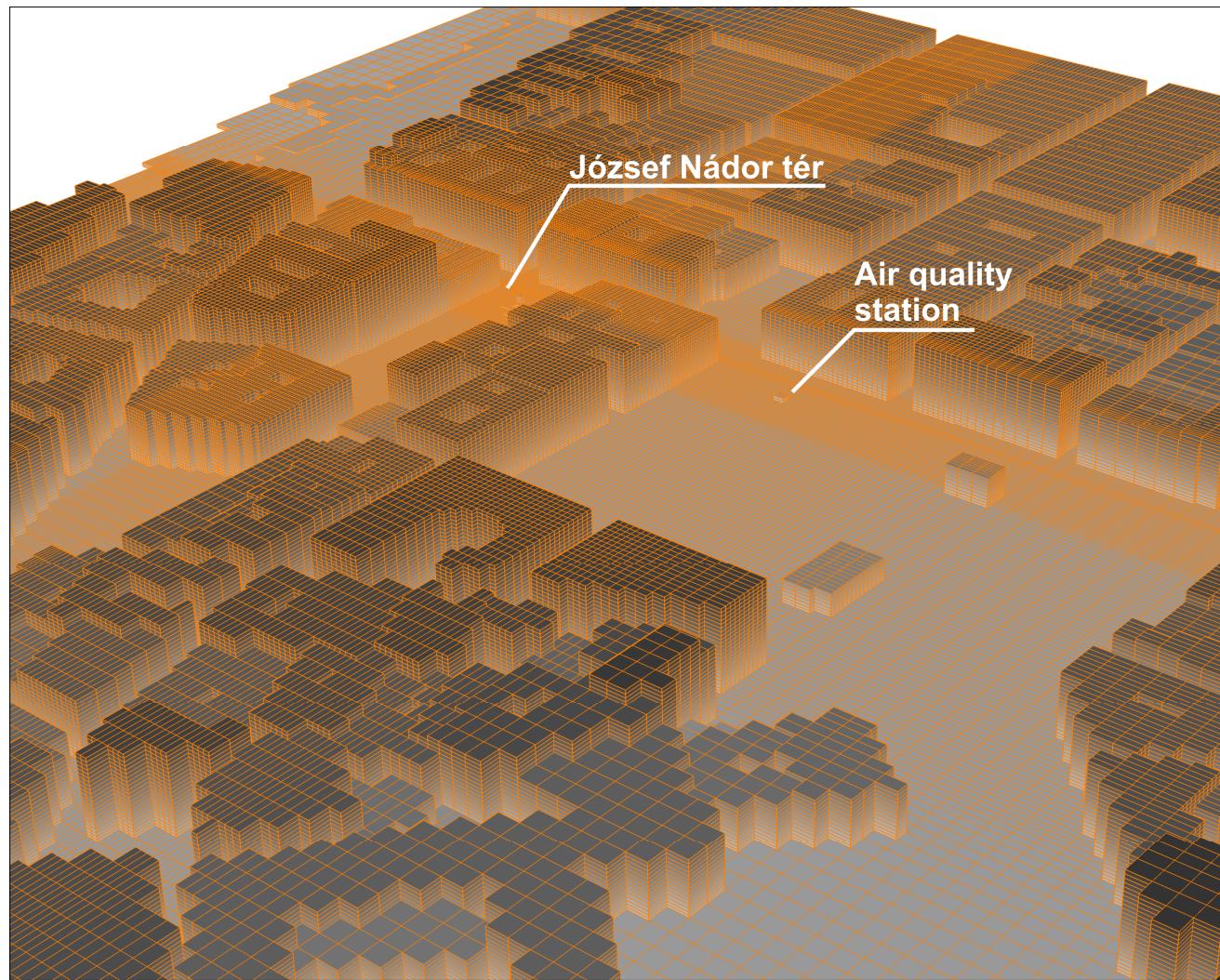
Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

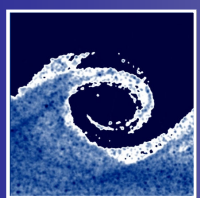
MISKAM-Simulationen

36

48

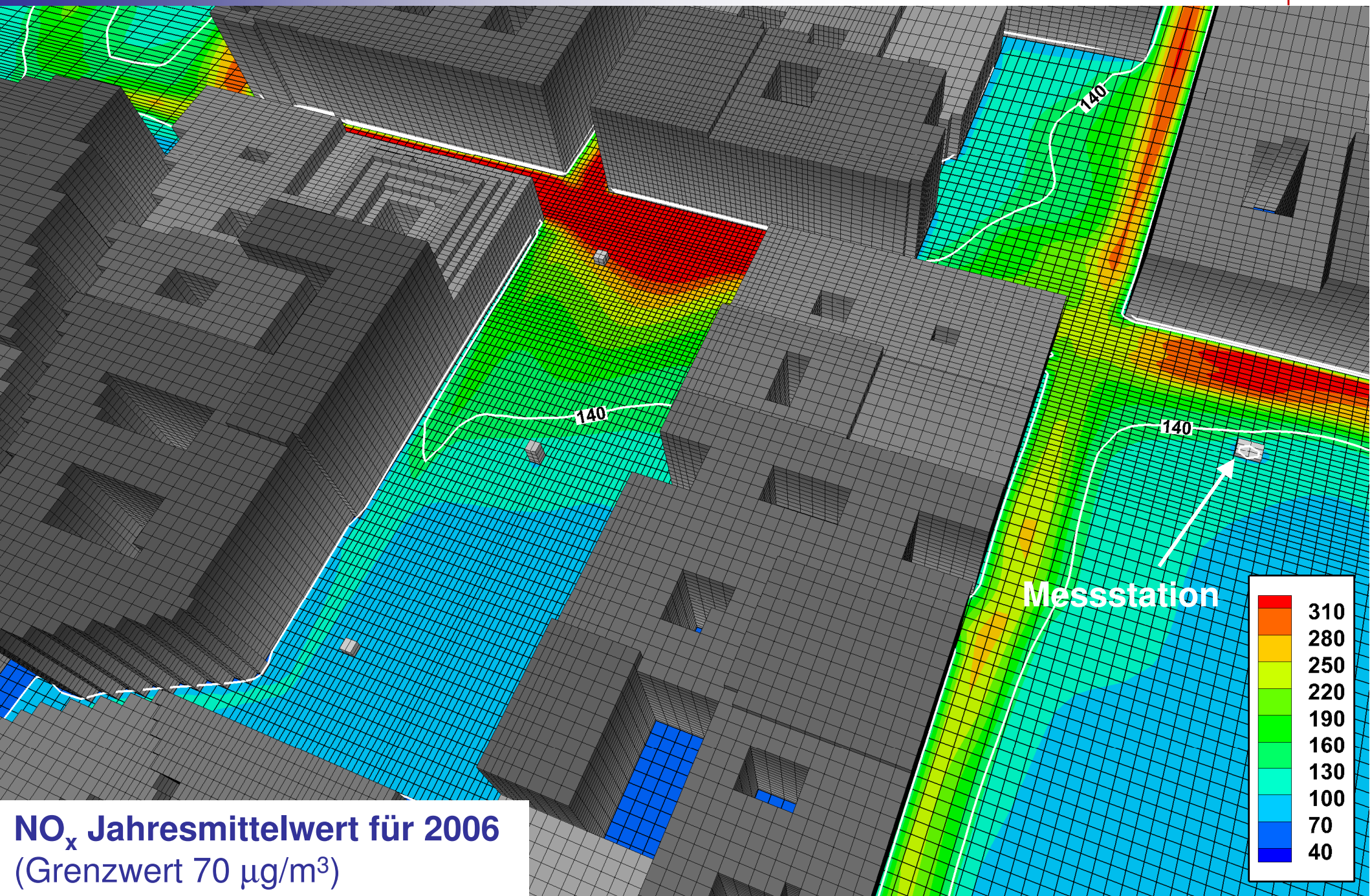
- Emissionsbestimmung mit HBEFA 2.1 und Fuhrparksdaten 2006 und 2010
- Bestimmung der Hintergrundkonzentration von Analyse der Zeitreihen Budapester Messstationen und ADMS-Urban Modellergebnissen für 2006
- MISKAM-Gitter mit Linienquellen und Vegetation
- Simulationen für 8 Windrichtungen
- Bestimmung Jahresmittelwerte für 2006 und 2010



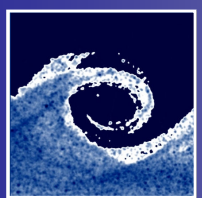


Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

MISKAM-Simulationen

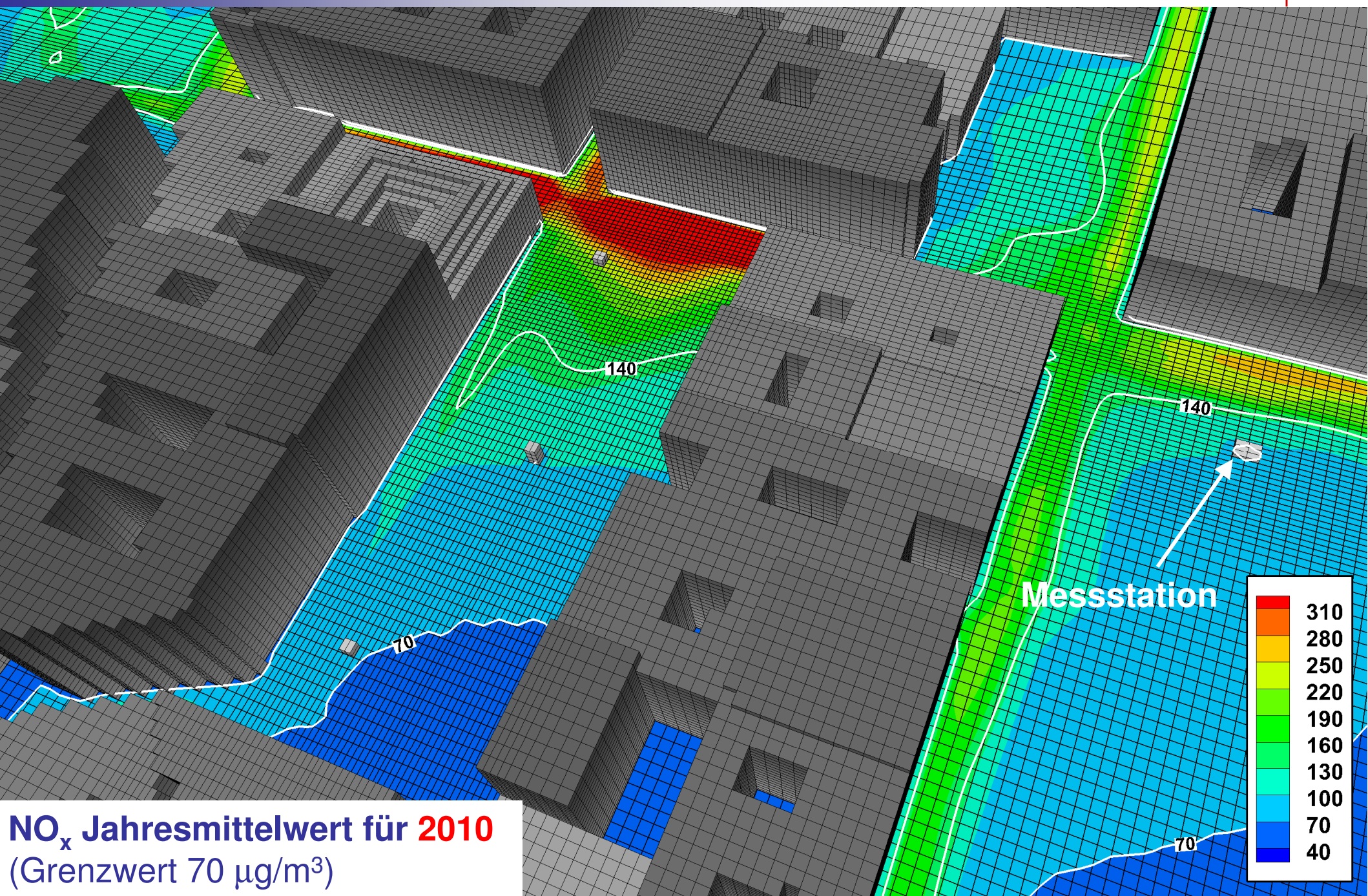


NO_x Jahresmittelwert für 2006
(Grenzwert 70 µg/m³)

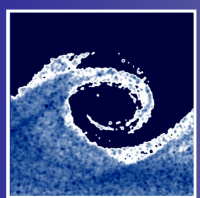


Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

MISKAM-Simulationen

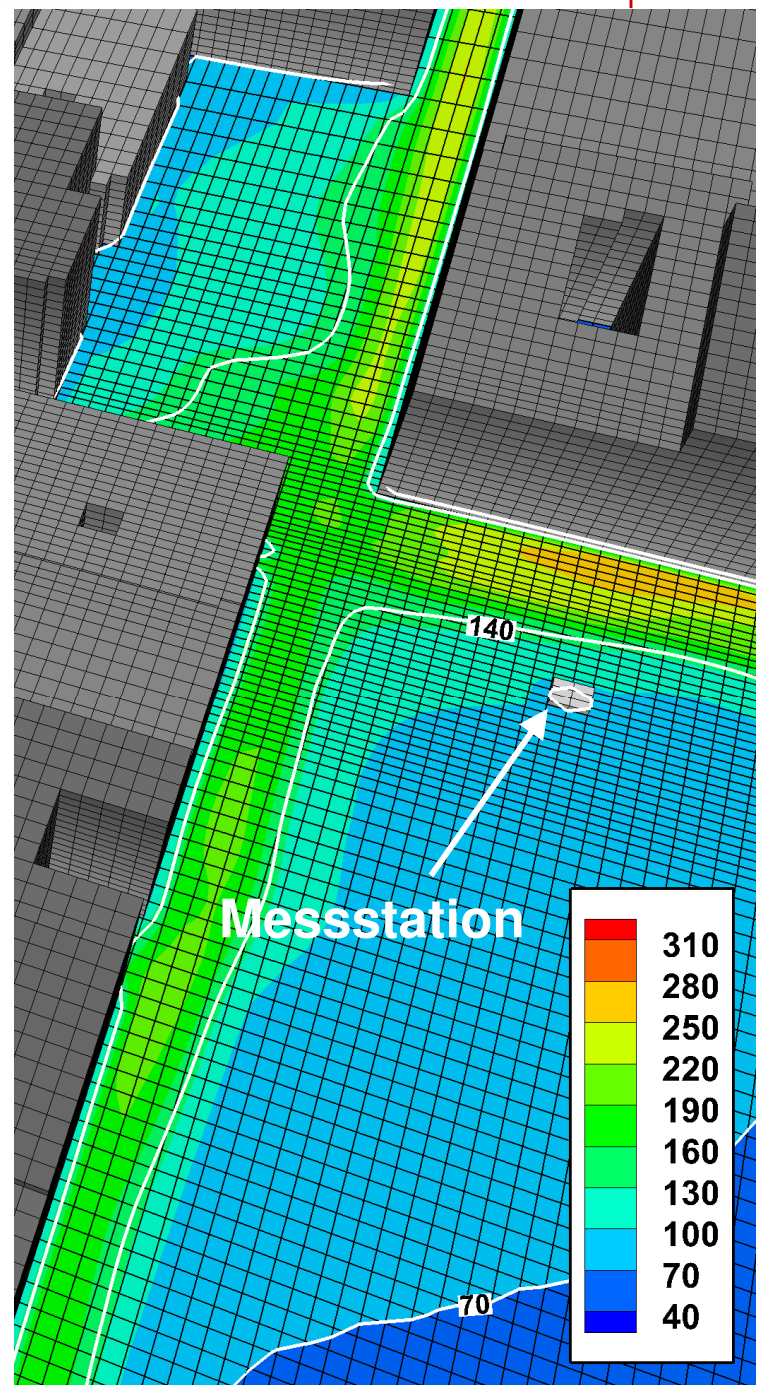
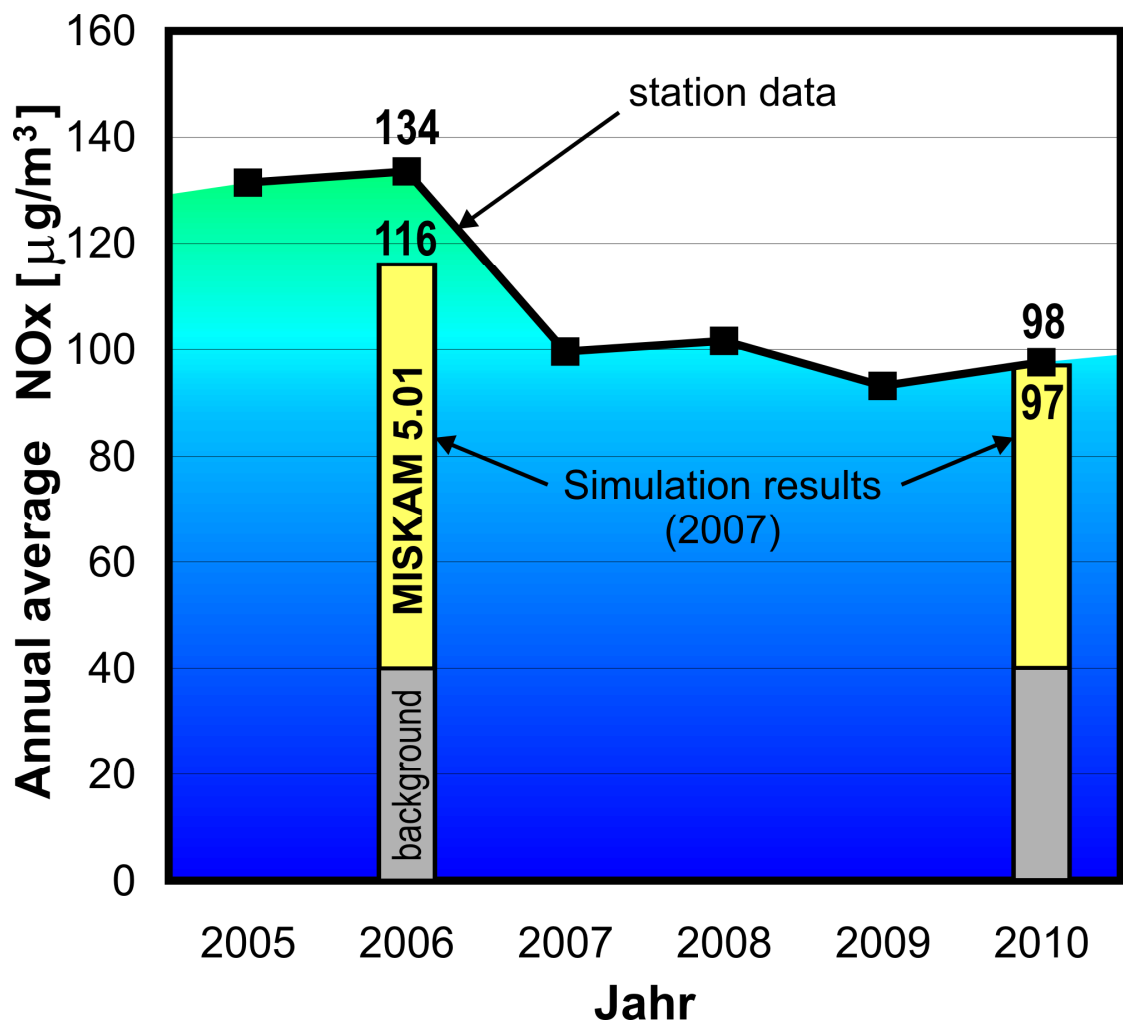


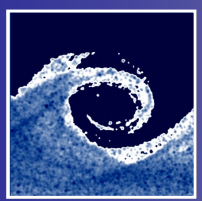
NO_x Jahresmittelwert für 2010
(Grenzwert 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

Vergleich mit Messstationsdaten





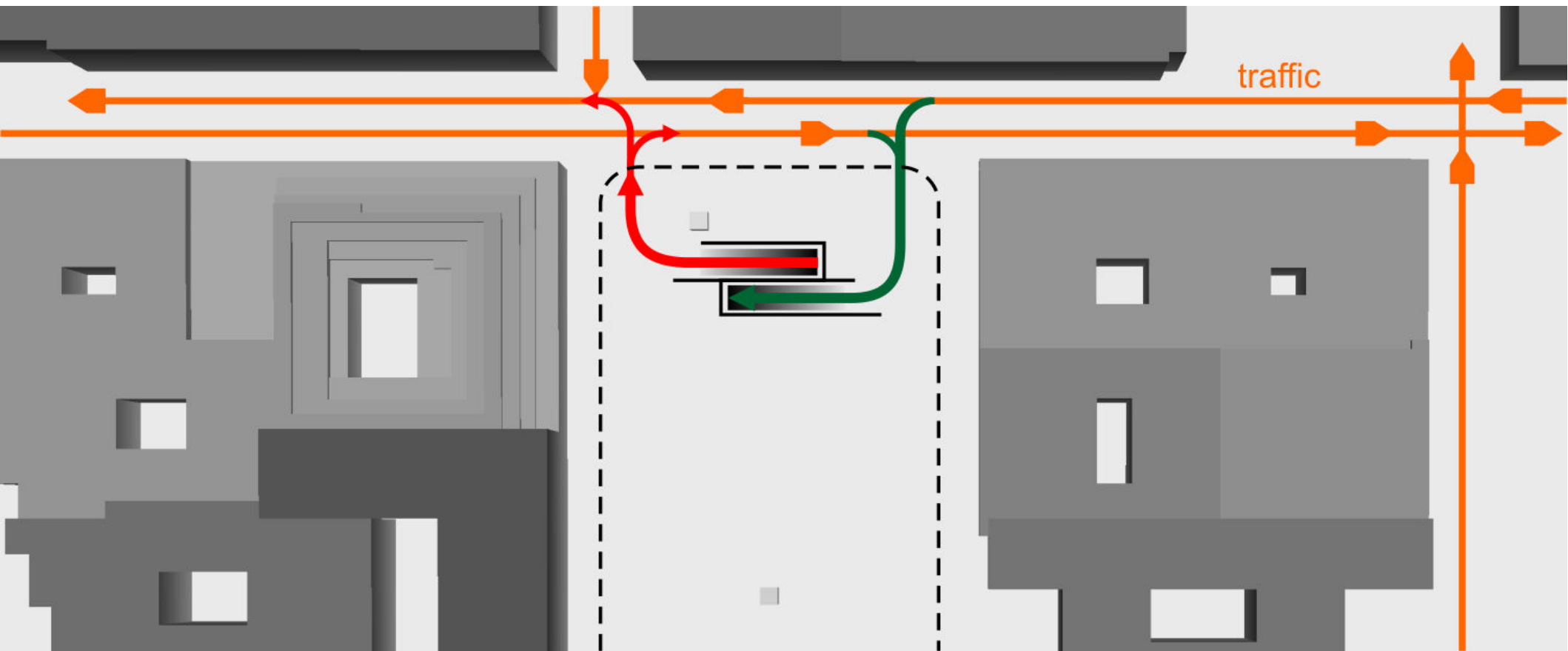
Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

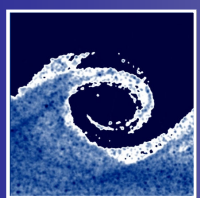
Lüftung der geplanten Tiefgarage

40

48

- Geplante Tiefgarage mit 500 Parkplätzen
- Ein-und Ausfahrt im Norden des Platzes über Rampen
- Benötigter Luftdurchsatz der Garage (durch Standards vorgeschrieben):
100.000 m³/h





Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

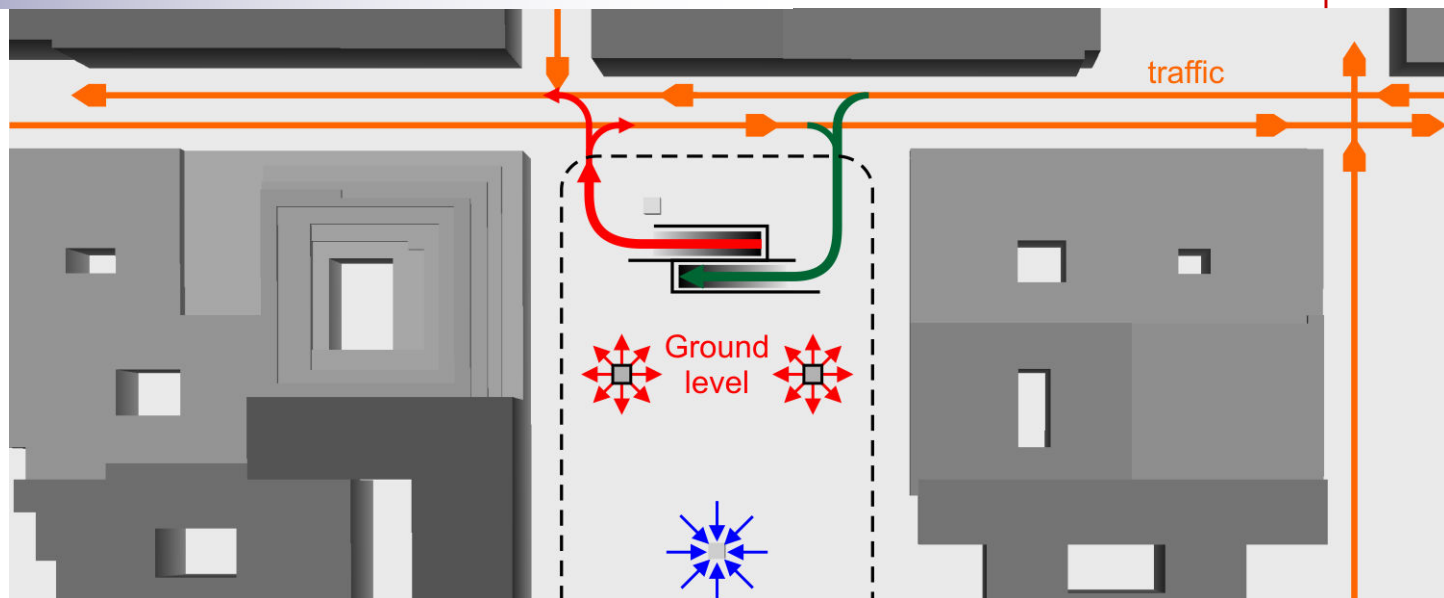
Lüftung der Tiefgarage

41

48

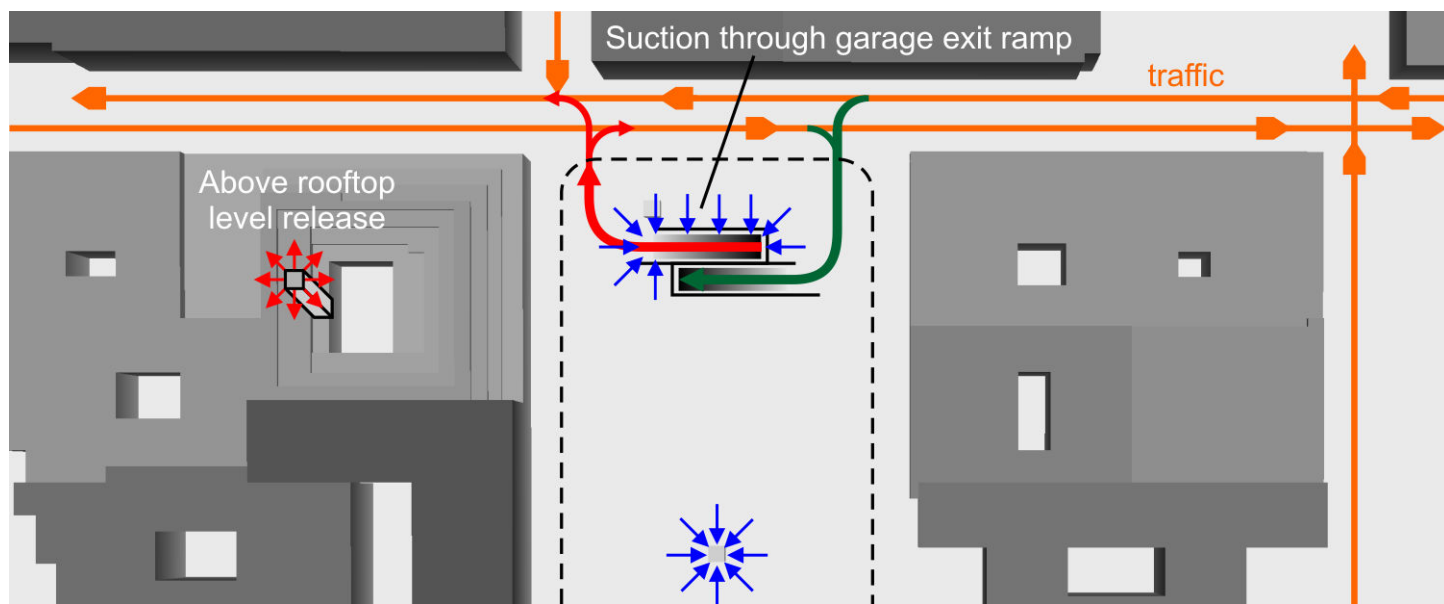
Originalkonzept

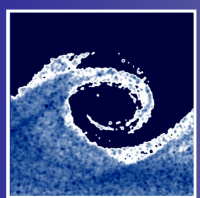
- Freisetzung der gebrauchten Luft auf dem Platz in Grundhöhe



Unser Vorschlag

- Freisetzung der Garagenluft durch Lüftungsschacht über Dachhöhe (za. 30m)
- Partielle Ansaugung des Garagenluftbedarfes durch die Ausfahrtsrampe
⇒ Entfernen von hoch belasteter Luft von dem Platz

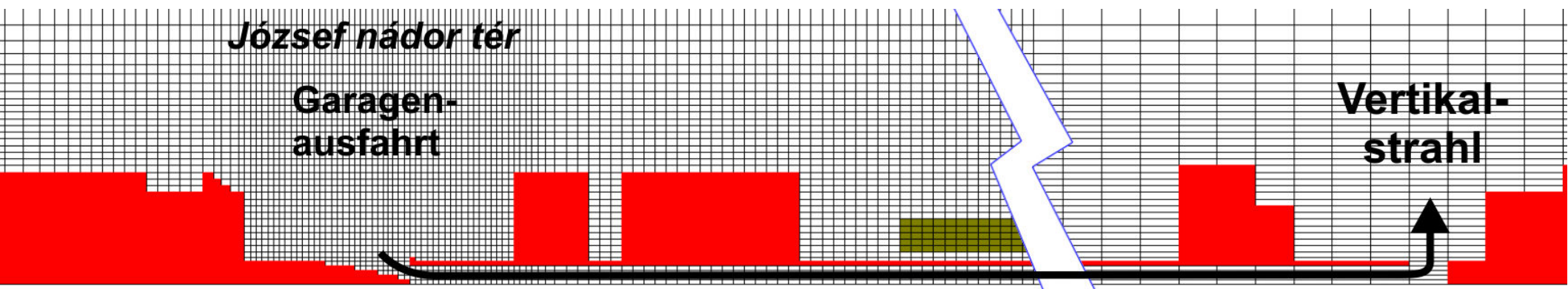




Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

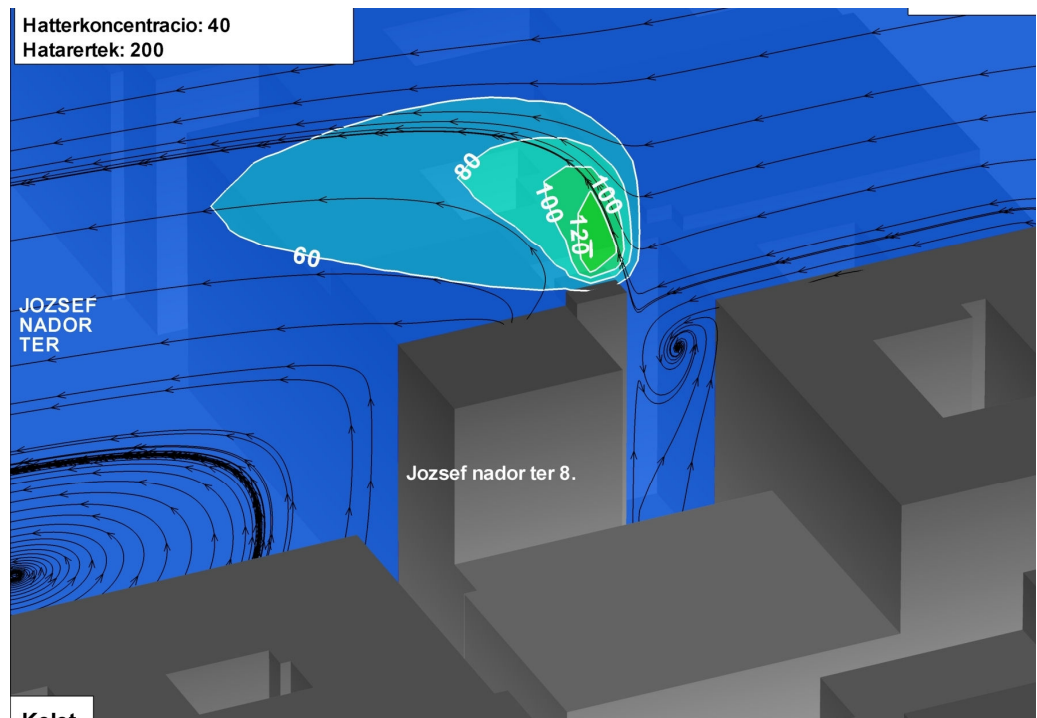
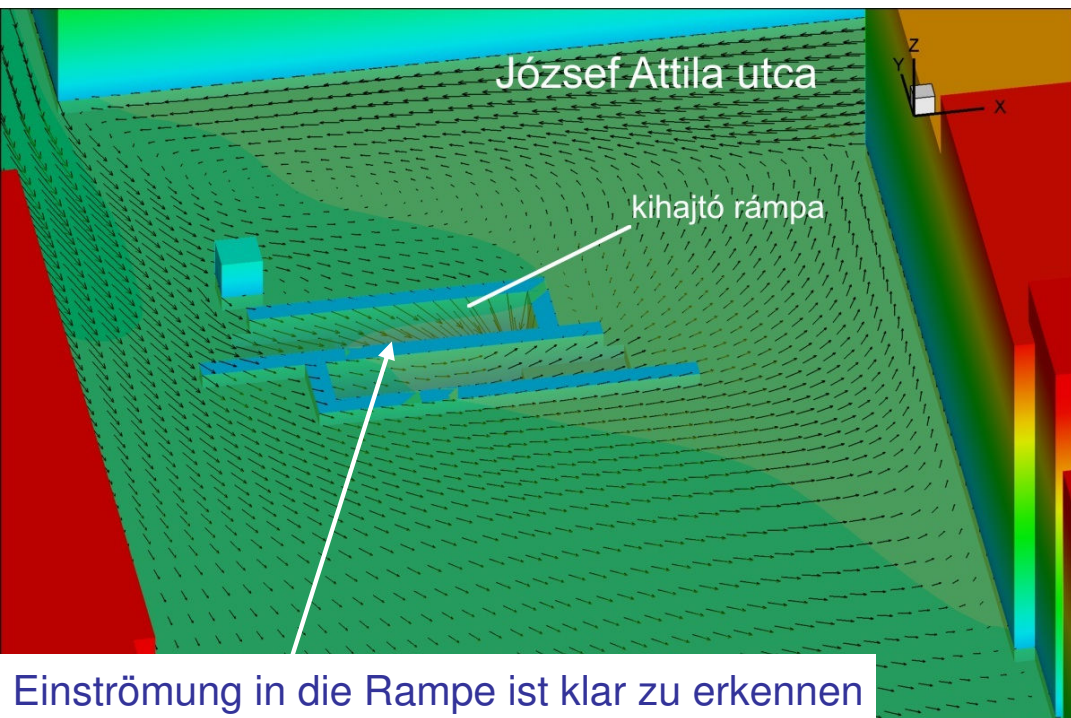
MISKAM-Simulationen

- Ansaugung der Luft durch die Ausfahrtsrampe wurde in MISKAM mithilfe des Tunnel- und Vertikalstrahlmoduls realisiert

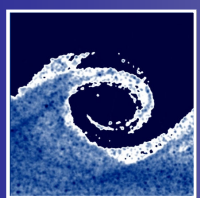


Strömungsfeld um die Rampen

Strömungsfeld um den Lüftungsschacht



Einströmung in die Rampe ist klar zu erkennen

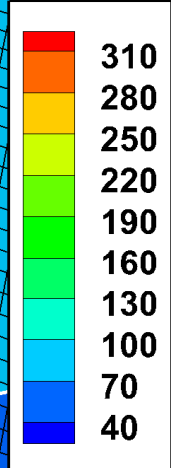
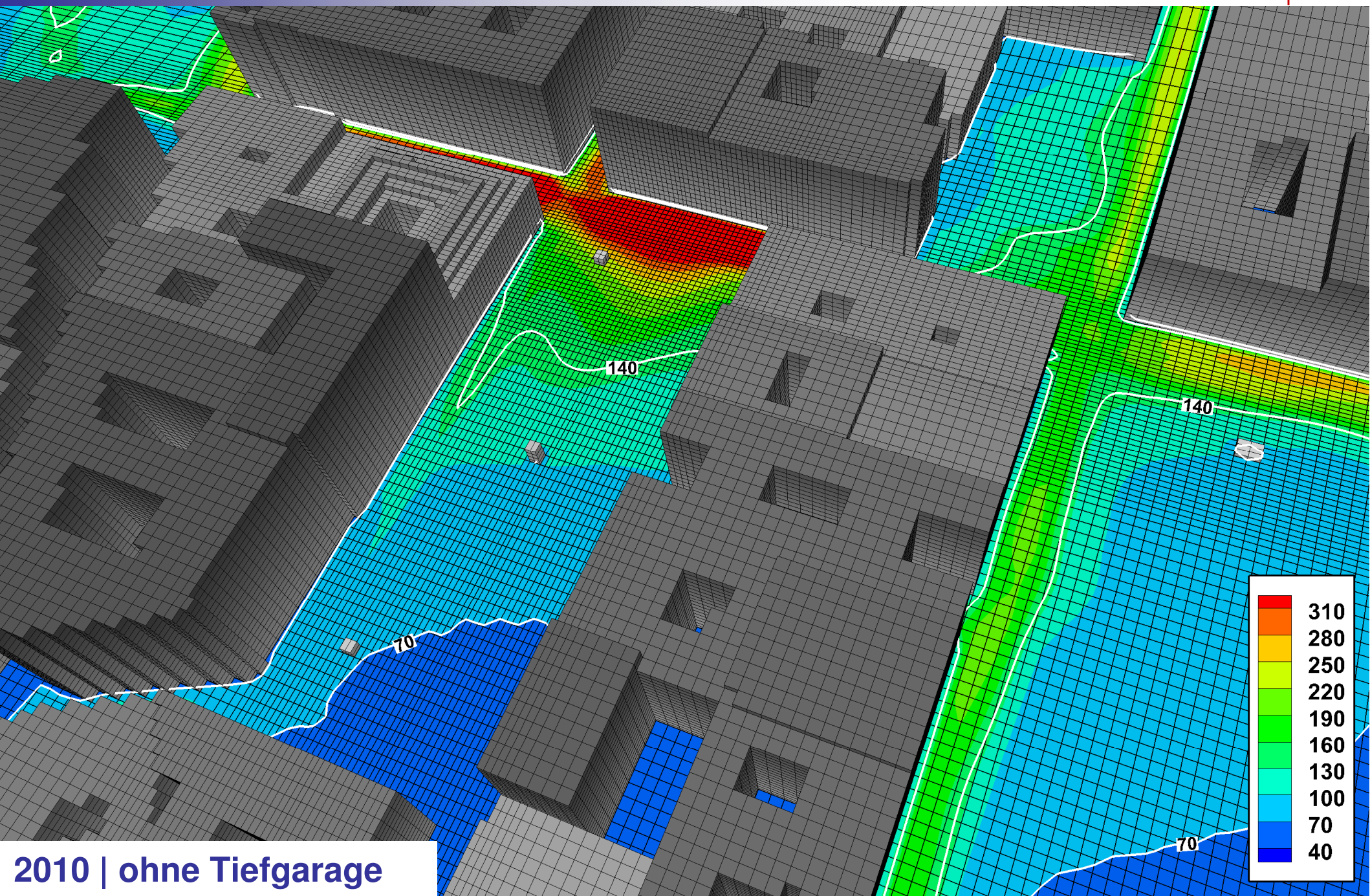


Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

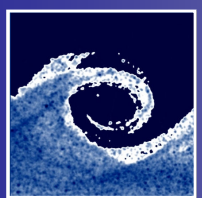
Jahresmittelwerte

43

48



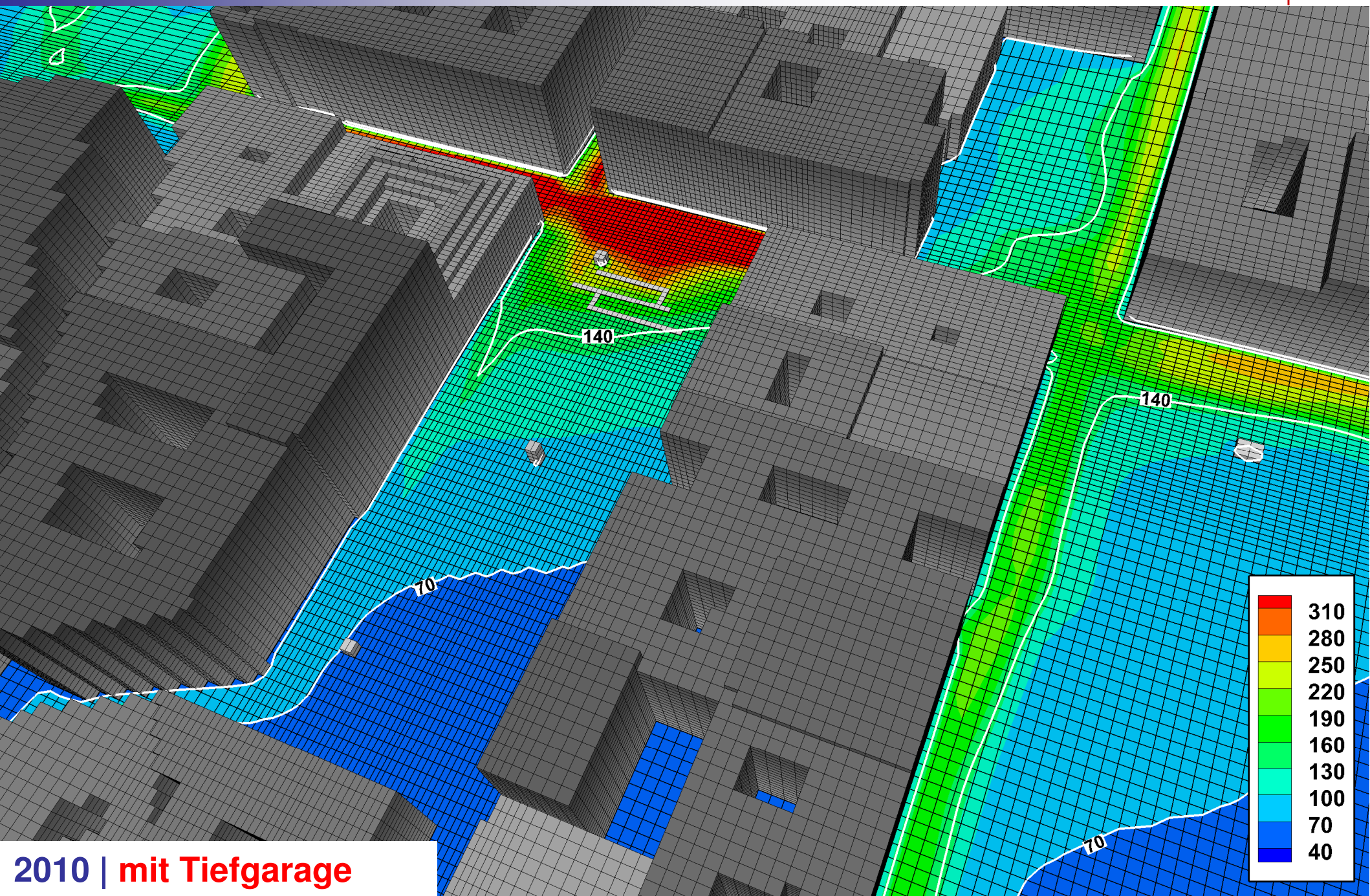
2010 | ohne Tiefgarage



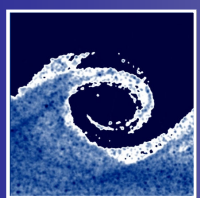
Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest Jahresmittelwerte

44

48



2010 | mit Tiefgarage

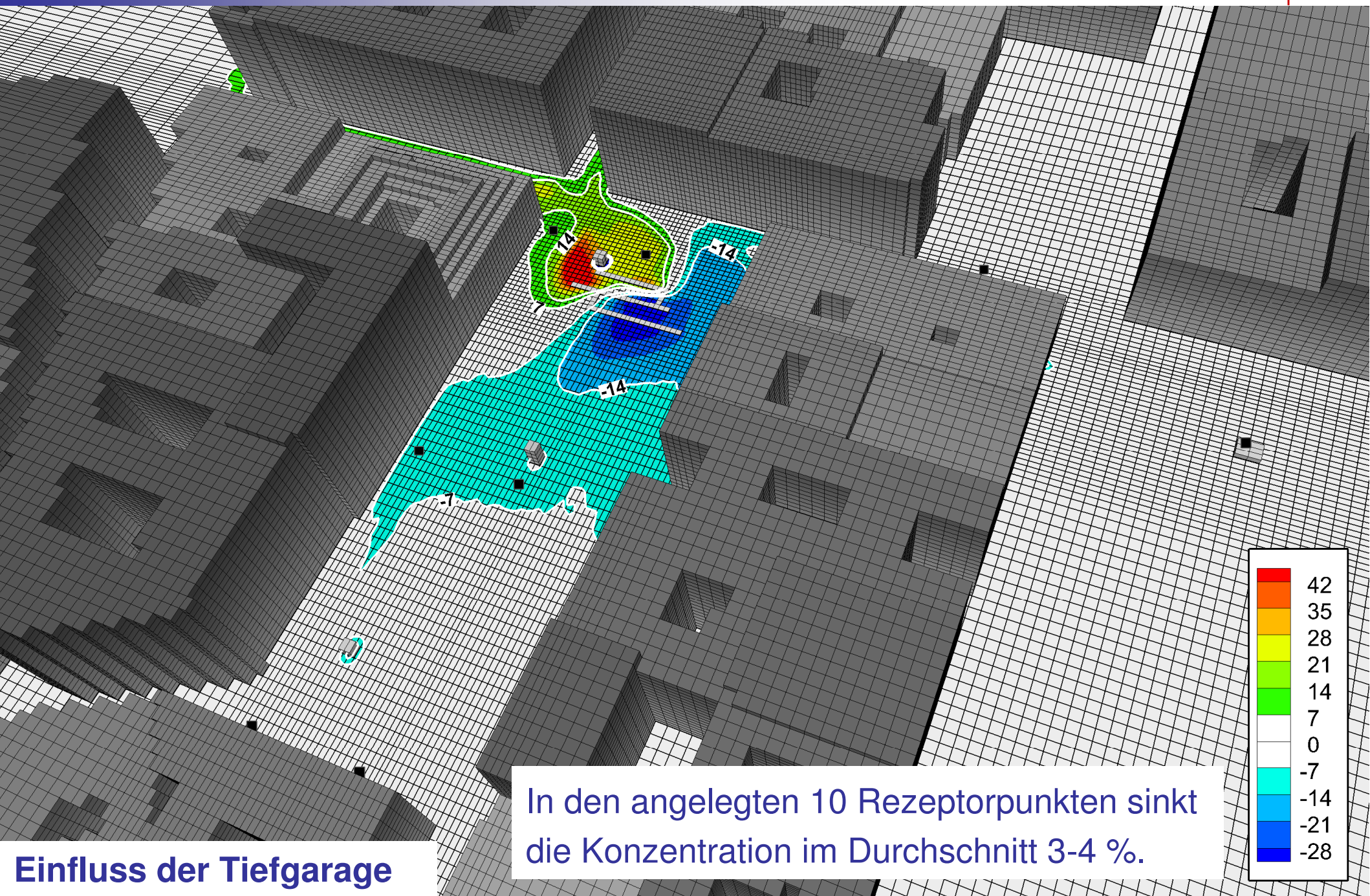


Rundum bebauter Stadtplatz in Budapest

Jahresmittelwerte

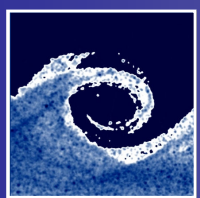
45

48

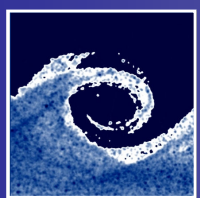


In den angelegten 10 Rezeptorpunkten sinkt die Konzentration im Durchschnitt 3-4 %.

Einfluss der Tiefgarage



- Bei hoher Gitterauflösung kann Gitterunabhängigkeit erreicht werden.
- Die neue Diskretisierungsschemen in MISKAM6 holen deutliche Verbesserungen
- Hauptströmungsstrukturen sind von MISKAM gut wiedergegeben
- Kleinskalige Strömungsstrukturen in der Nähe von Hindernisse sind unterschätzt
- Trefferquote von Konzentrationen ist trotzdem mäßig oder gut
- MISKAM konnte auch im COST 732 - Vergleich mit anderen Modellen mithalten und gute Leistung erbringen.
- Die Trefferquote ist testfallabhängig, sie ist kein überall geltendes Akzeptanzkriterium für Modelle. Sie hängt auch vom Auswahl der Messpunkte.



Eichhorn, J., Balczó, M.(2008):

Flow and dispersal simulations of the Mock Urban Setting Test

Croatian Meteorological Journal 43 (HARMO 12 Special Issue) pp. 67-72.

Balczó, M., Gromke, C., Ruck B. (2009):

Numerical modeling of flow and pollutant dispersion in street canyons with tree planting

Meteorologische Zeitschrift 18 No. 2, pp. 197-206(10)

Balczó, M., Balogh, M., Goricsán, I., Nagel, T., Suda, J. M., Lajos, T. (2011):

Air quality around motorway tunnels in complex terrain - Computational Fluid Dynamics modeling and comparison to wind tunnel data

IDOJARAS - Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service 115

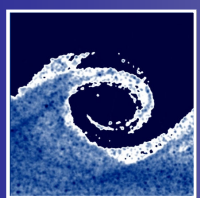
No. 3 pp. 179-204.

available at: www.ara.bme.hu/~balczo/pub.htm

CODASC database: www.codasc.de

COST 732 homepage: www.mi.uni-hamburg.de/Home.484.0.html

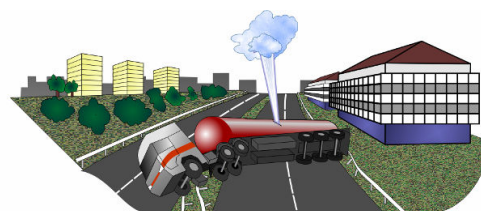
COST ES1006 homepage: www.elizas.eu



„Evaluation, improvement and guidance for the use of **local-scale emergency prediction and response tools** for airborne hazards in built environments”

2011-2015 | Leiter: Prof. Bernd LEITL
Teilnehmer aus 17 Länder

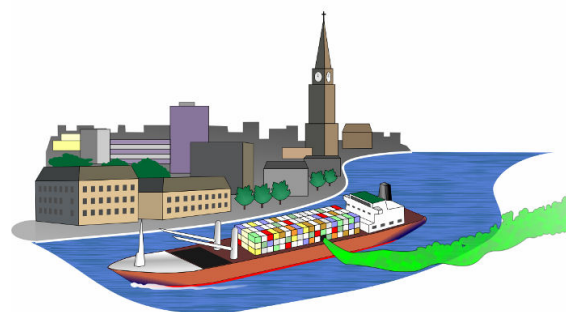
- CBRN – Ereignisse
- Ausbreitungsmodellierung in Stadtgebieten
- für die Rettungsplanung
- erster Dokument in Kürze erreichbar: www.elizas.eu



Jet-type release



Release during severe fire



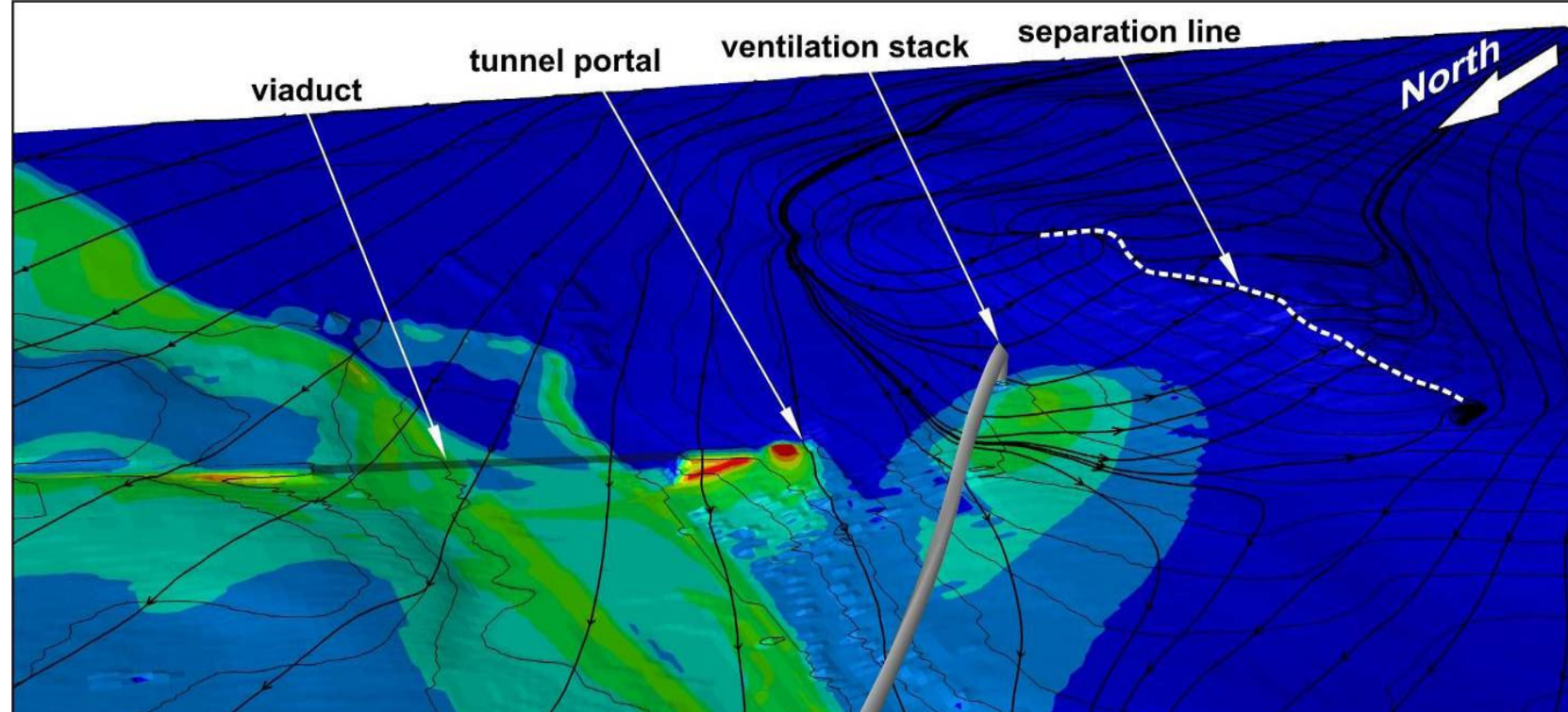
Moving continuous source



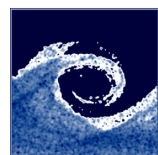
Release with explosion blast

International Open Workshop on Local-Scale Airborne Hazards Modeling and Emergency Response

- Eintagig, 31. Mai 2012, KlimaCampus der Universität Hamburg
- Vorträge von eingeladenen Experten aus der EU, USA und Japan
- kostenfrei, Anmeldung über E-mail: costes1006@zmaw.de



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



BME
Department of
Fluid Mechanics



Theodore von Kármán
Wind Tunnel Laboratory

www.ara.bme.hu

www.karman-wtl.com