

BV Römerstraße 67

(Weil am Rhein, Deutschland)

Untersuchung der windbedingten Ausbreitung der Abgase des Heizkraftwerkes mittels Strömungssimulation (Revision 01)

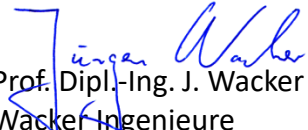
06.02.2023

Auftraggeber:

Saumúr Liegenschaften GmbH & Co. KG
Rintheimer Straße 33
76131 Karlsruhe

Projektbearbeitung:

M.Eng Tobias Rudolph
Dipl.-Ing. Michael Buselmeier



Prof. Dipl.-Ing. J. Wacker
Wacker Ingenieure

Im Zusammenhang mit der Realisierung der Bebauung an der Römerstraße 67 in Weil am Rhein (Abb. 1 und Abb. 2) soll die lokale, windbedingte Ausbreitung der Abgase des benachbarten und bereits bestehenden Blockheizkraftwerkes auf Basis dreidimensionaler numerischer Strömungssimulationen (CFD) untersucht werden.

Das Büro Wacker Ingenieure GmbH wurde beauftragt, zu überprüfen, ob sich beim Betrieb des Blockheizkraftwerkes in seiner derzeitigen baulichen Ausführung signifikante Luftschadstoffakkumulationen (Abgase) im Bereich der geplanten Bebauung einstellen können. Ferner sollen ggfls. notwendige Verbesserungsmaßnahmen untersucht werden.

Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Untersuchung dokumentiert.



Abb. 1: Visualisierung der geplanten Bebauung an der Römerstraße 67 in Weil am Rhein (HI, 2022)



Abb. 2: Lageplan der geplanten Bebauung an der Römerstraße 67 in Weil am Rhein mit dem bereits bestehenden Blockheizkraftwerk (Waldwärme, 2022)

Bauwerksgeometrie:

Das für die numerische Strömungssimulation verwendete 3D Modell (Abb. 3) wurde auf Basis der zur Verfügung stehenden 2D-Pläne sowie weitergehenden Informationen des Auftraggebers (Hoepfner Baulvest, 2022) erstellt. Ergänzend dazu wurde die relevante Nachbarbebauung am Standort berücksichtigt. Die derzeitige Planung sieht eine Bebauung mit einer maximalen Gebäudehöhe von ca. 25.0 m vor. In dem Modell sind alle aerodynamisch wichtigen Gebäudeteile berücksichtigt.

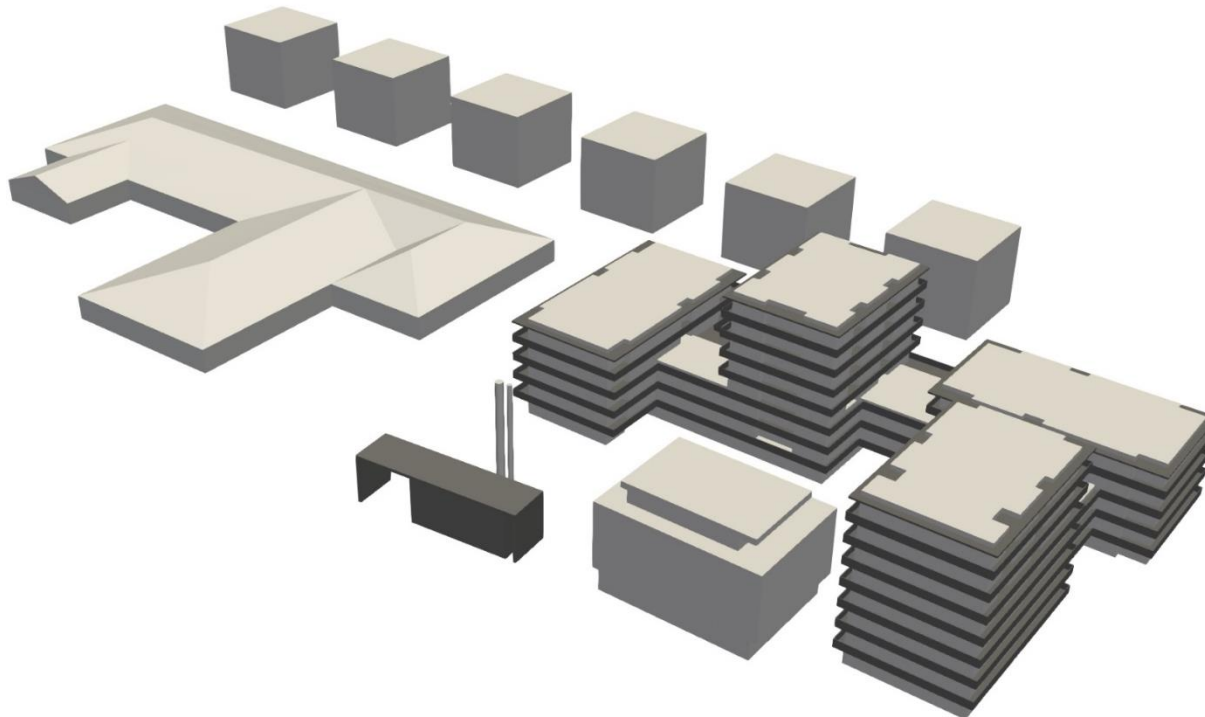


Abb. 3: 3D-Modell der geplanten Bebauung an der Römerstraße 67 mit bereits bestehendem Blockheizkraftwerk und Nachbarbebauung

Blockheizkraftwerk:

Im Zuge der Untersuchung wurden die vom Fachplaner (Waldwärme, 2022) definierten Kenndaten des Blockheizkraftwerkes (BHKW) berücksichtigt. Die Angaben beschreiben die Abgasvolumenströme der Feuerungsanlagen im Volllastbetrieb (Abb. 4).

Gemäß Angaben des Fachplaners (Waldwärme, 2022) wird das bereits bestehende Blockheizkraftwerk mit zwei unterschiedlichen Feuerungsanlagen betrieben (Holz und Heizöl). In der derzeitigen baulichen Ausführung des BHKWs werden die Abgase der Brennkessel in separaten ca. 21.5 m (über GOK) hohen Kaminen nach oben abgeführt (Abb. 5).

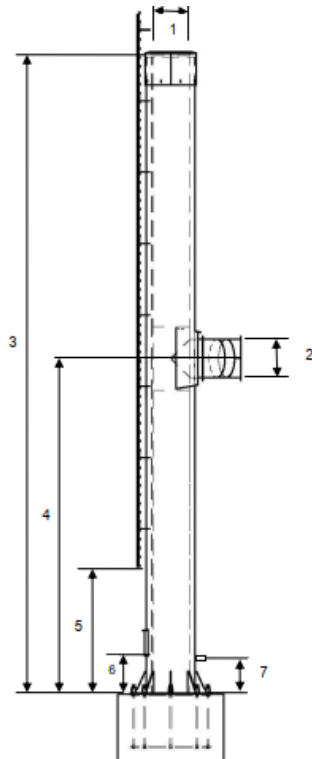
Tabelle 3-1: Technische Daten der Feuerungsanlagen

Anlage	Brennstoff	Feuerungswärmeleistung (MW)
Kessel 1	Naturbelassenes Holz	1,5
Kessel 2	Heizöl EL	2,0

Tabelle 3-3: Trockene Volumenströme im Normzustand bei Volllast

Anlage	Sauerstoffgehalt %	Trockener Volumenstrom im Normzustand m³/h	Feuchter Volumenstrom im Normzustand m³/h
Holzkessel	11	3.200	3.880
Ölkessel	3	2.050	2.300

Abb. 4: Kenngrößen der Feuerungsanlagen des Blockheizkraftwerkes an der Römerstraße in Weil am Rhein (Waldwärme, 2022)



Auftragsnummer: AN-1800643

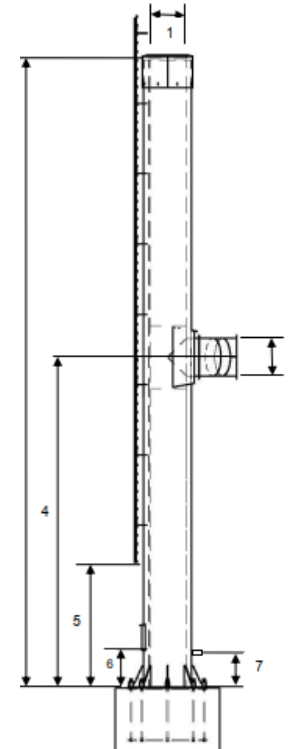
Projekt: Weil am Rhein

Kunde: STW Weil am Rhein

Ansprechpartner:

1. Innendurchmesser	450 mm
2. ID – Abzweiger	450 mm
3. Höhe Kaminanlage	24.000 mm
4. Höhe Abzweiger (AZ)	1.200 mm
5. Höhe UK – Leiter (AL)	3.000 mm
6. Höhe UK – Putztüre (PT)	400 mm
7. Höhe Kondensatablauf (KS)	200 mm
8. Höhe Messstutzen (MS)	3.500 mm
9. Winkel Abzweiger	90 °
10. RAL – Farbton	9006 weissaluminium

Bei Sonderausführungen des Abzweigers bitte Zeichnungen beilegen!



Auftragsnummer: AN-1800643

Projekt: Weil am Rhein

Kunde: STW Weil am Rhein

Ansprechpartner:

1. Innendurchmesser	750 mm
2. ID – Abzweiger	750 mm
3. Höhe Kaminanlage	24.000 mm
4. Höhe Abzweiger (AZ)	1.250 mm
5. Höhe UK – Leiter (AL)	3.000 mm
6. Höhe UK – Putztüre (PT)	400 mm
7. Höhe Kondensatablauf (KS)	200 mm
8. Höhe Messstutzen (MS)	3.500 mm
9. Winkel Abzweiger	90 °
10. RAL – Farbton	9006 weissaluminium

Bei Sonderausführungen des Abzweigers bitte Zeichnungen beilegen!

Abb. 5: Kenndaten Ölkamin (links) und Holzkamin (rechts) des Blockheizkraftwerkes.
Die Angaben entsprechen der derzeitigen baulichen Ausführung der Kaminanlagen (Waldwärme, 2022)

Randbedingungen

Windklima am Projektstandort:

Am Standort können die östlichen Windrichtungen dem primären Hauptwindrichtungssektor zugeordnet werden (Abb. 6). Die nordwestlichen Anströmrichtungen entsprechen dem sekundären Hauptwindrichtungssektor.

Im Hinblick auf die vorliegende Problemstellung (Luftschadstoffakkumulationen an der geplanten Neubebauung) entspricht die kritische Anströmrichtung folglich auch dem standortspezifischen Hauptwindrichtungssektor.

Die Ausbreitung der Abgase wird für die am Standort repräsentative mittlere Windgeschwindigkeit (2.4 m/s) simuliert.

Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken Baden-Württemberg (Antriebszeitraum 2001 - 2010)

© 2013 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
© 2013 Arge METCON (Pinneberg), IB Rau (Heilbronn), metSoft GbR (Heilbronn)

Version 2.05

Lage in UTM ETRS89

Rechtswert: 32 396 465
Hochwert: 5 272 831

Mittlere Windgeschwindigkeit:

2.4 m/s

Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s) und Windrichtungssektoren (°) in % (Klassenaufteilung nach TA Luft)

Geschwindigkeit	0-1.3	1.4-1.8	1.9-2.3	2.4-3.8	3.9-5.4	5.5-6.9	7.0-8.4	8.5-10.0	> 10.0	Summe
Richtung	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	
346°-015°	3.28	1.17	0.89	0.08	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	7.21
016°-045°	1.77	0.02	0.15	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
046°-075°	1.33	0.41	0.80	1.95	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	5.44
076°-105°	3.85	2.62	2.43	9.19	5.35	0.11	0.00	0.00	0.00	23.55
106°-135°	2.20	4.89	1.10	4.71	2.76	0.26	0.00	0.00	0.00	15.92
136°-165°	2.12	3.54	0.03	1.28	0.03	0.41	0.02	0.00	0.00	7.41
166°-195°	0.13	0.15	0.00	0.25	0.00	0.06	0.17	0.00	0.00	0.76
196°-225°	0.05	0.01	0.00	0.58	0.00	0.06	0.24	0.05	0.00	0.99
226°-255°	0.50	0.49	0.04	1.44	0.20	0.42	0.22	0.04	0.00	3.35
256°-285°	2.23	0.76	0.27	1.86	1.52	0.34	0.07	0.09	0.00	7.13
286°-315°	4.79	3.65	1.19	2.63	1.13	0.09	0.04	0.01	0.00	13.53
316°-345°	3.89	2.71	0.91	2.07	3.12	0.03	0.01	0.00	0.00	12.72
Summe	26.13	20.42	7.80	26.04	16.88	1.77	0.77	0.19	0.00	100.00

Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier in %

Klasse	I	II	III/1	III/2	IV	V
	20.42	21.63	32.79	14.72	6.28	4.16

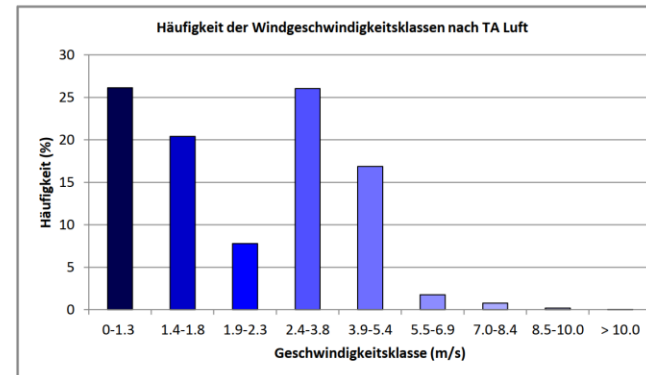
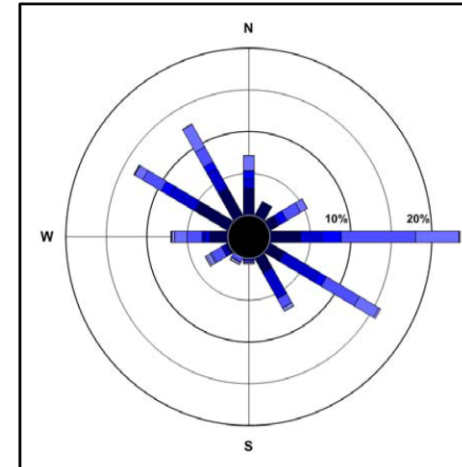
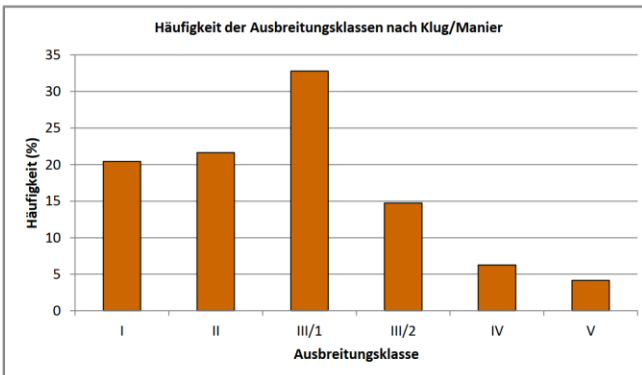


Abb. 6: Synthetische Wind- und Ausbreitungsstatistiken für den Standort Römerstraße 67 Weil am Rhein (LuBW, 2022)

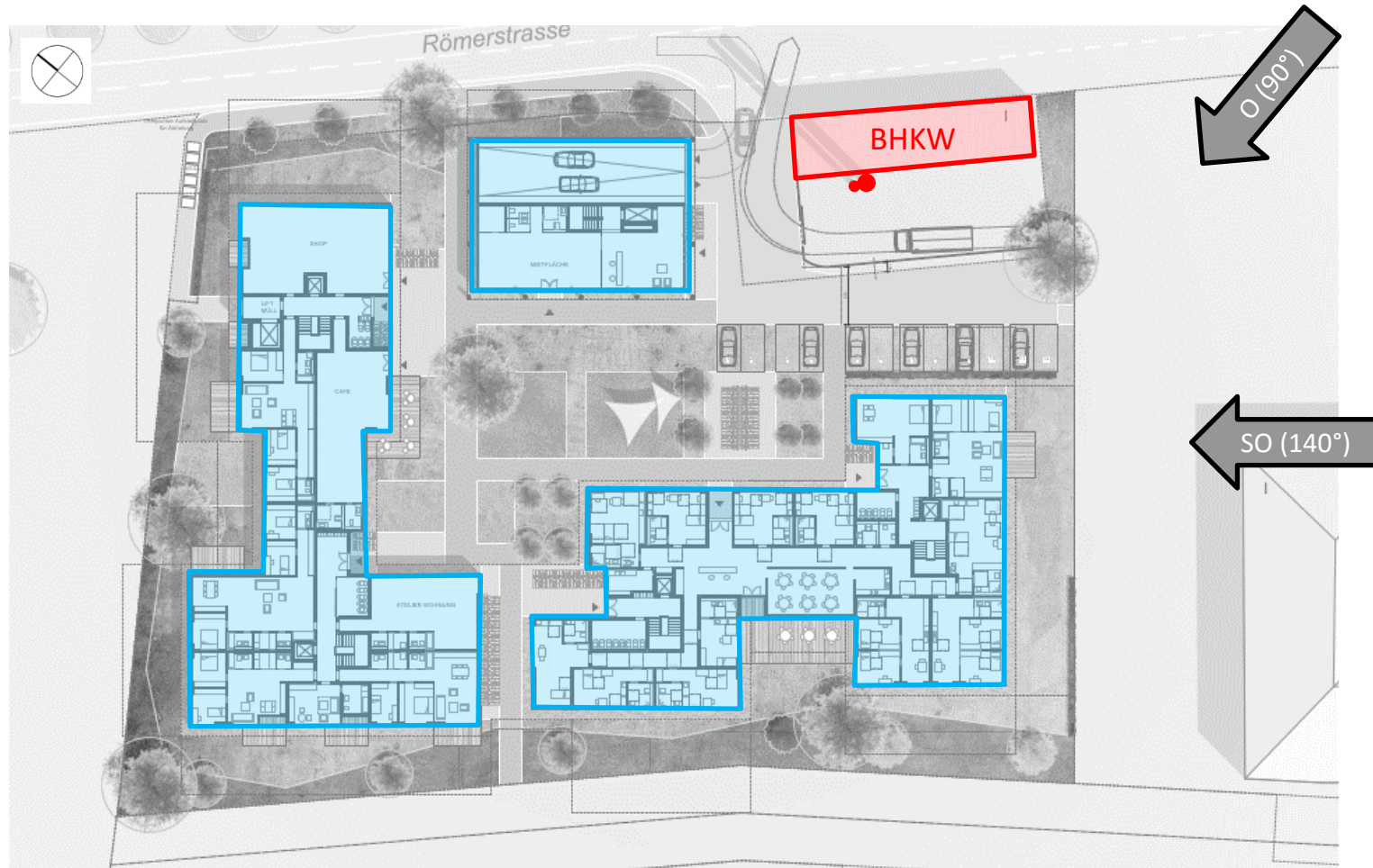


Abb. 7: Betrachtete Windrichtungen zur Untersuchung der windbedingten Ausbreitung der Abgasfahne des BHKWs

Numerisches Modell

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde zur Bearbeitung der Fragestellung das Open-Source-Programm OpenFOAM (Open Source Field Operation an Manipulation) verwendet. OpenFOAM ist ein allgemein programmierbares, auf C++ basiertes Softwaretool zur dreidimensionalen Strömungssimulation. Es bietet eine Vielzahl von Funktionen zur Lösung von komplexen Strömungsvorgängen wie chemischen Reaktionen, Turbulenzen, Wärmeübertragung und Magnetfeldern. Zusätzlich bietet es dem Anwender Tools für die Vorbereitung und Auswertung der numerischen Strömungssimulation und wurde von vielen Anwendern aus der Industrie und Forschung, aber auch an Universitäten weiterentwickelt.

Im vorliegenden Fall wurde das Tool SimpleFOAM (Semi Implizit Method for Pressure Linked Equations), ein stationärer inkompressibler Löser in Kombination mit dem κ - ϵ Turbulenzmodell angewendet.

Für die numerische Lösung der Erhaltungsgleichungen muss ein geeignetes Rechengitter erzeugt werden. Bei den hier durchgeführten Simulationen wurden nur strukturierte Rechengitter benutzt. Bei der Gittergenerierung wurden die relevanten Bereiche feiner aufgelöst, dies bedeutet eine lokale Verfeinerung in Wandnähe, im Bereich der Kamine und an den relevanten Fassaden. Für die einzelnen Simulationen mit verschiedenen Windrichtungen bzw. Windgeschwindigkeiten wurde jeweils ein neues Rechengitter angefertigt. Jedes Rechengitter der verschiedenen Simulationen hat ca. 8 Mio. Gitterzellen.

Untersuchungskonzept (Konfig. 1 und 2)

Untersuchungskonzept (derzeitige bauliche Ausführung):

Die windbedingte Ausbreitung der Abgase des Blockheizkraftwerkes in der derzeitigen baulichen Ausführung wird für den definierten Betriebszustand (Volllast beider Feuerungsanlagen) sowie für zwei relevante Windrichtungen analysiert (siehe Tab. 1 und Abb. 7).

Die betrachteten Windrichtungen entsprechen dabei dem primären Hauptwindrichtungssektor (Anströmung aus östlicher Richtung, 90° bis 140°), da diese für die vorliegende Problemstellung am kritischsten zu bewerten sind (Abgasfahne wird windbedingt in Richtung der geplanten Bebauung geweht).

Konfig.	Windrichtung	Mittlere Windgeschwindigkeit 10 m über Grund	Lastzustand der Feuerungsanlagen	Mündungshöhe über GOK
1	Östliche 90°	2.4 m/s	beide 100% (Volllast)	21.5 m
2	Südöstliche 140°			

Tab. 1: Untersuchungskonzept für die Untersuchung der windbedingten Ausbreitung der Abgase des Blockheizkraftwerkes in der derzeitigen baulichen Ausführung

Ergebnisse (Konfig. 1 und 2)

Nachfolgend werden ausgewählte und aussagekräftige Ergebnisse der numerischen Strömungssimulation (Konfigurationen 1 und 2) graphisch dargestellt und anschließend im Fazit diskutiert (Abb. 8 bis Abb. 13).

In den Abbildungen wird die Abgaskonzentration in Form einer Abgasfahne dargestellt. Hierbei sind Bereiche eingehüllt, welche ca. 0.1% der ursprünglichen Abgaskonzentration enthalten. Dies entspricht einer 1.000-fachen Verdünnung.

Hierbei zeigt sich, dass sich die Ausprägung der Abgasfahne anfänglich durch die Bedingungen an den Kaminmündungen und anschließend maßgeblich durch das globale Windfeld beeinflusst wird. Ferner wird aus den Ergebnissen ersichtlich, dass sich die Abgase bei östlichen Anströmrichtungen nahezu horizontal in Richtung der geplanten Bebauung ausbreiten.

Zum besseren Verständnis wird den Abbildungen das globale Strömungsbild entlang einer horizontalen Schnittebene hinterlegt

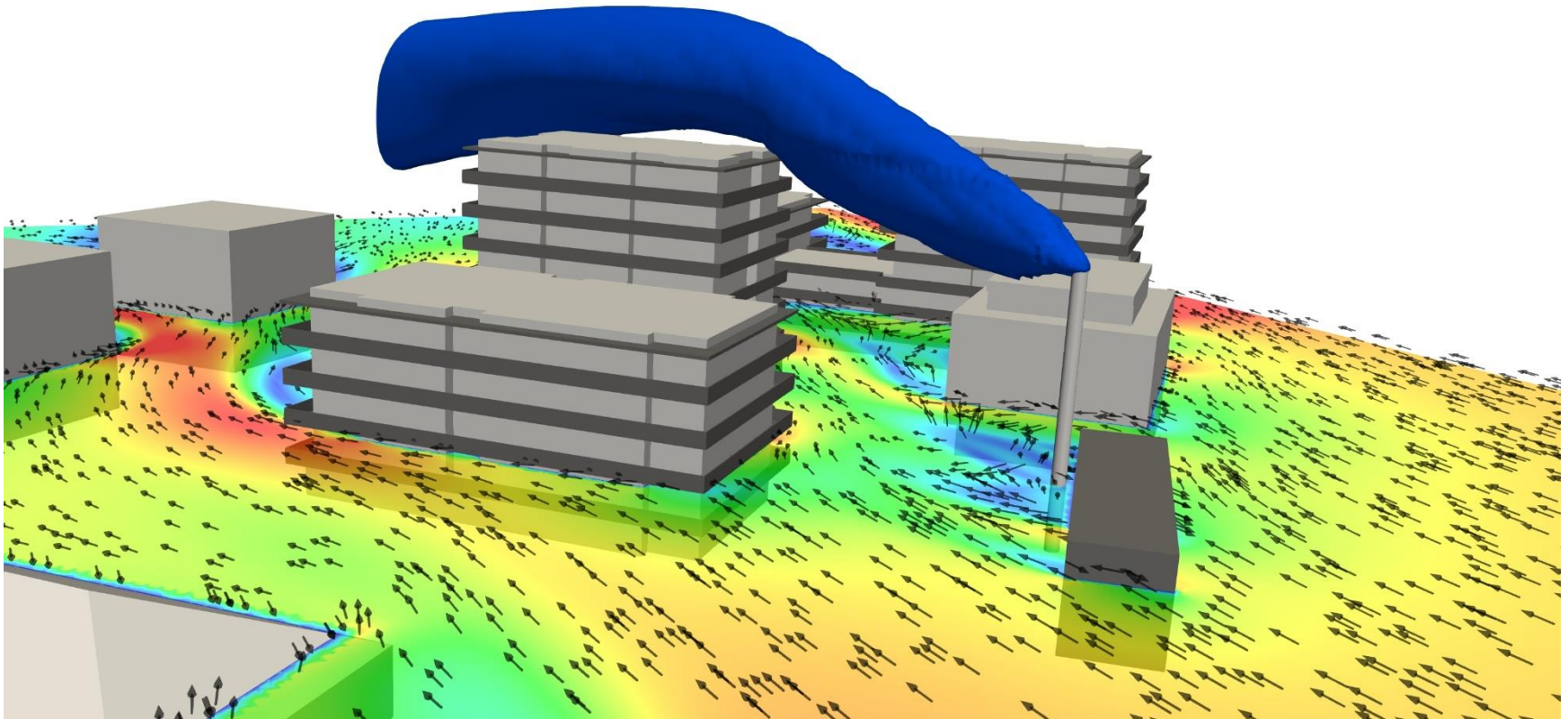


Abb. 8: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 1: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 21.5 m über GOK

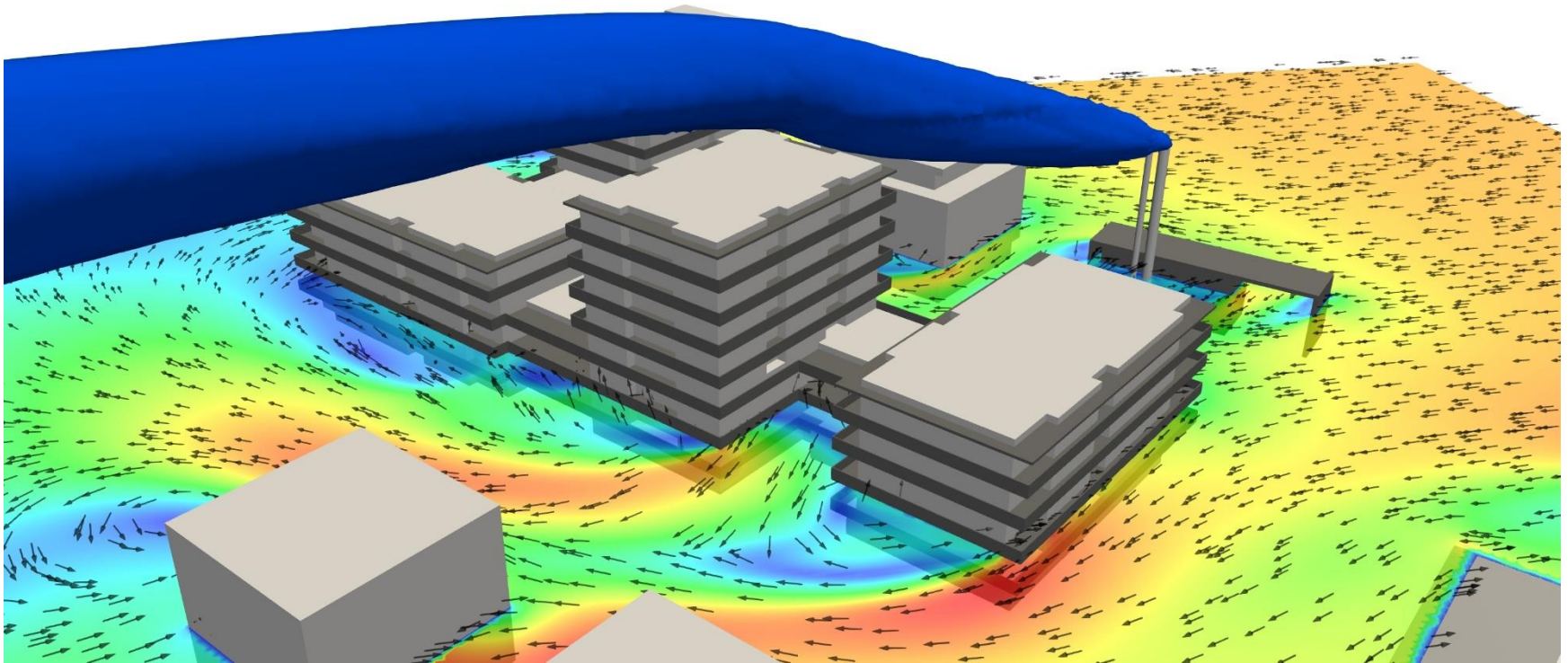


Abb. 9: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 1: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 21.5 m über GOK

Ergebnisse (Konfig. 1 und 2)

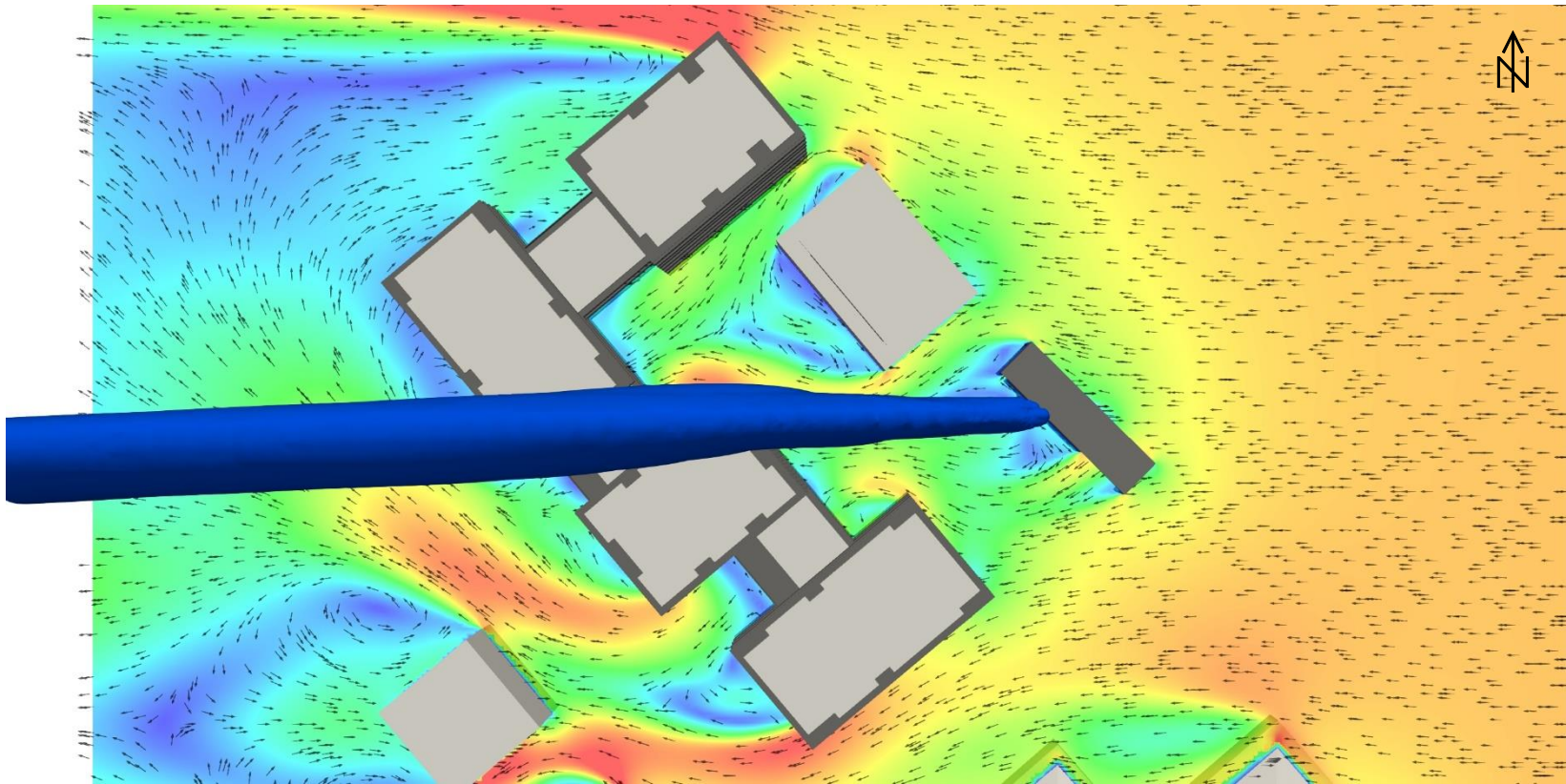


Abb. 10: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 1: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 21.5 m über GOK

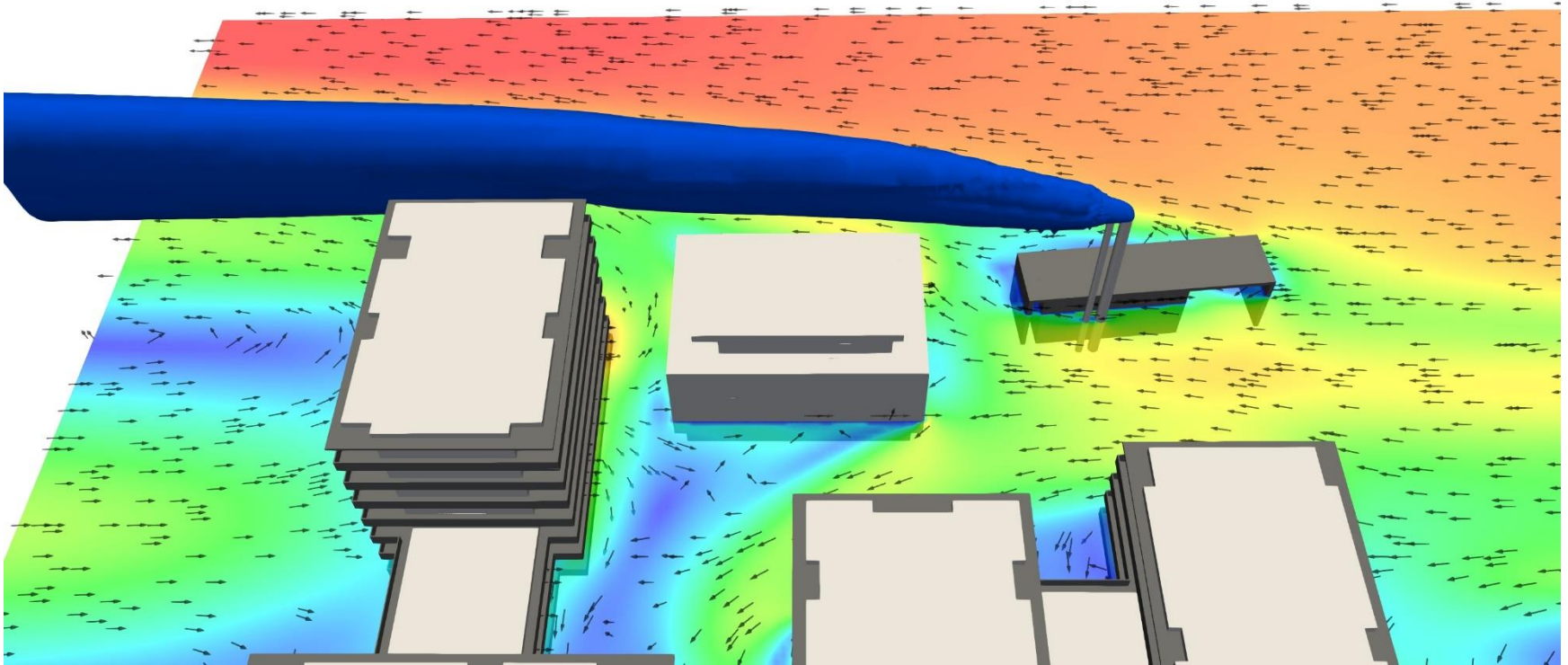


Abb. 11: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 2: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 21.5 m über GOK

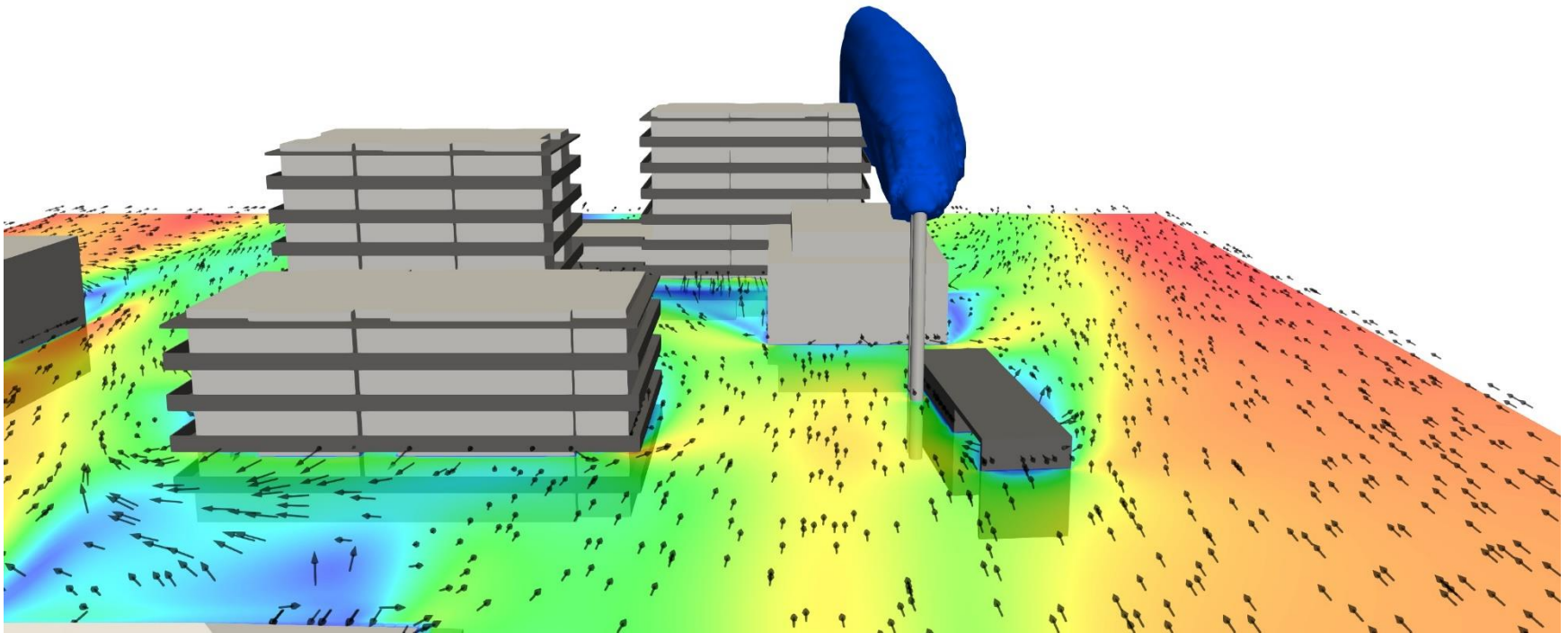


Abb. 12: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 2: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 21.5 m über GOK

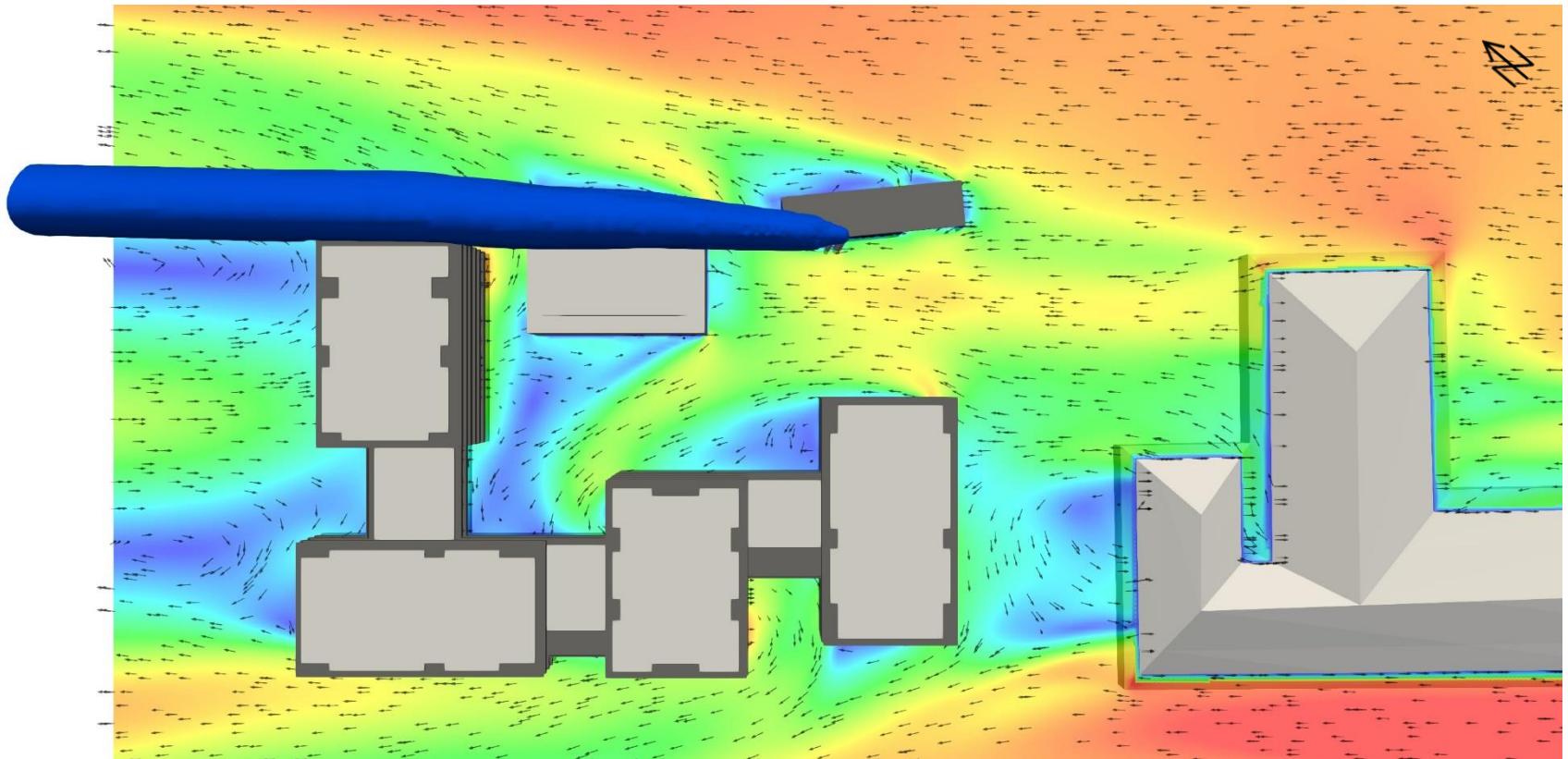


Abb. 13: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 2: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 21.5 m über GOK

Fazit (Konfig. 1 und 2)

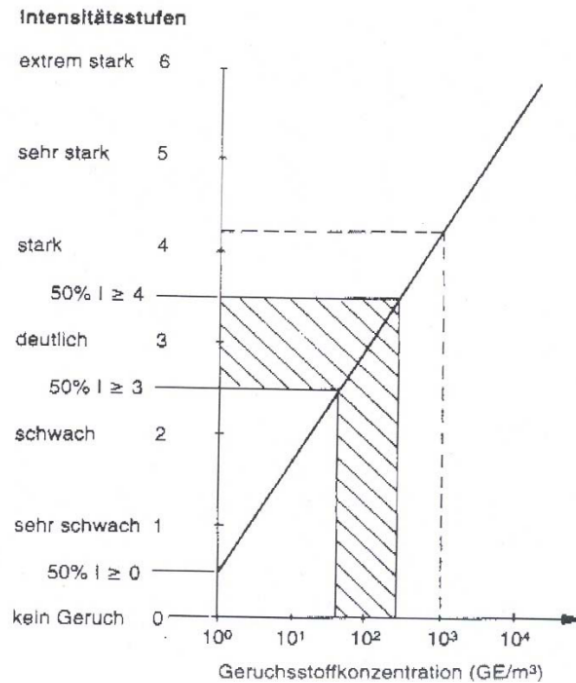
Bei östlichen Anströmrichtungen – was dem primären Hauptwindrichtungssektor am Standort entspricht – wird die Abgasfahne in Richtung des geplanten Bauvorhabens getragen. Die derzeitige Mündungshöhe der Kamine reicht dabei nicht aus, um die Abgasfahne vollständig über die geplanten Gebäude hinweg zu tragen. Erwartungsgemäß prägt sich dieser Effekt bei höheren Windgeschwindigkeiten oder bei niedrigeren Auslastungen des Blockheizkraftwerkes (Teillast) stärker aus. Eine lokale Akkumulation der Abgase, insbesondere an den südöstlichen und nordöstlichen Fassadenbereichen in den obersten beiden Geschossen, kann folglich nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Ob die akkumulierten Abgase an den Fassaden als kritisch zu bewerten sind, hängt maßgeblich von der Schadstoff- und Geruchsemission der Fortluftquelle (Blockheizkraftwerk) ab. Da die Geruchsintensitäten der BHKW-Abgase im einzelnen nicht bekannt sind, ist die nachfolgende Bewertung nur als grobe Einschätzung zu verstehen.

Als grober Bewertungsmaßstab wurde in vorliegendem Gutachten eine 1.000-fache Verdünnung der Abgase gewählt und die Abgasfahne über geringere Verdünnungsverhältnisse eingehüllt. Für eine stark geruchsbehaftete Quelle (Geruchsbelastung ca. 1.000 GE/m³ gemäß Abb. 14 – GE: Geruchseinheiten) wäre dann außerhalb der markierten Abgasfahne eine Geruchswahrnehmung unwahrscheinlich (Konzentration geringer als 1 GE/m³). Die Einordnung der Abgase des Blockheizkraftwerkes als stark geruchsbehaftete Quelle erscheint uns plausibel.

Demzufolge wären Geruchsbelastungen an den südöstlichen und nordöstlichen Fassadenbereichen in den obersten beiden Geschossen nicht auszuschließen. Erwartungsgemäß kann die derzeitige Situation nur dann verbessert werden, wenn die Abgasfahne auch bei Windeinwirkung vollständig über die geplante Bebauung hinweg getragen wird. Dies kann durch eine Erhöhung der Kamine erzielt werden.

Fazit (Konfig. 1 und 2)



Geruch	Intensitätsstufe
extrem stark	6
sehr stark	5
stark	4
deutlich	3
schwach	2
sehr schwach	1
kein Geruch	0

Quelle: M. Paduch VDI Berichte 1059

Abb. 26: Zusammenhang zwischen Geruchseinheit und Geruchsintensität

Untersuchungskonzept (Konfig. 3 bis 6)

Untersuchungskonzept (angepasste Mündungshöhen):

Die vorherigen Untersuchung haben gezeigt, dass die derzeitigen Mündungshöhen der Kamine nicht ausreichen um die Abgasfahne vollständig über die Gebäude hinwegzutragen. Folglich soll nun auf Basis ergänzender Untersuchungen die Ausbreitung der Abgasfahne mit angepassten Mündungshöhen (+2.5 m und +5.0 m) untersucht werden. In Analogie zu den vorherigen Untersuchungen wird die Abgasfahne für den definierten Betriebszustand (Volllast beider Feuerungsanlagen) sowie für zwei relevante Windrichtungen analysiert (siehe Tab. 2).

Konfig.	Windrichtung	Mittlere Windgeschwindigkeit 10 m über Grund	Lastzustand der Feuerungsanlagen	Mündungshöhe über GOK
3	Östliche 90°	2.4 m/s	beide 100% (Volllast)	24.0 m (Erhöhung um 2.5 m)
4	Südöstliche 140°			
5	Östliche 90°			26.5 m (Erhöhung um 5.0 m)
6	Südöstliche 140°			

Tab. 2: Untersuchungskonzept für die ergänzenden Untersuchung der windbedingten Ausbreitung der Abgase des Blockheizkraftwerkes mit angepassten Mündungshöhen

Ergebnisse (Konfig. 3 bis 6)

Nachfolgend werden ausgewählte und aussagekräftige Ergebnisse der numerischen Strömungssimulation (Konfigurationen 3 bis 6) graphisch dargestellt (Abb. 11 bis Abb. 25) und anschließend im Fazit diskutiert.

In den Abbildungen wird die Abgaskonzentration in Form einer Abgasfahne dargestellt. Hierbei sind Bereiche eingehüllt, welche ca. 0.1% der ursprünglichen Abgaskonzentration enthalten. Dies entspricht einer 1.000-fachen Verdünnung.

Hierbei zeigt sich, dass sich die Ausprägung der Abgasfahne anfänglich durch die Bedingungen an den Kaminmündungen und anschließend maßgeblich durch das globale Windfeld beeinflusst wird. Ferner wird aus den Ergebnissen ersichtlich, dass sich die Abgase bei östlichen Anströmrichtungen nahezu horizontal in Richtung der geplanten Bebauung ausbreiten.

Zum besseren Verständnis wird den Abbildungen das globale Strömungsbild entlang einer horizontalen Schnittebene hinterlegt

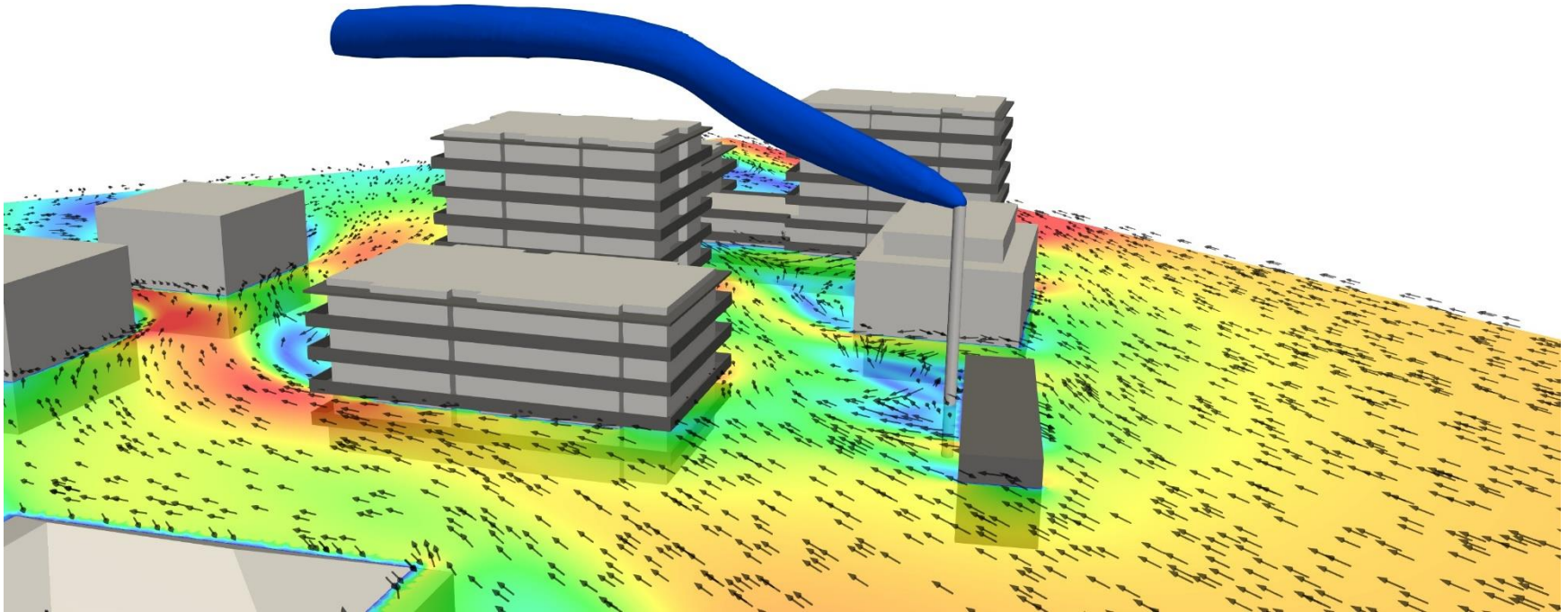


Abb. 11: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 3: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 24.0 m über GOK

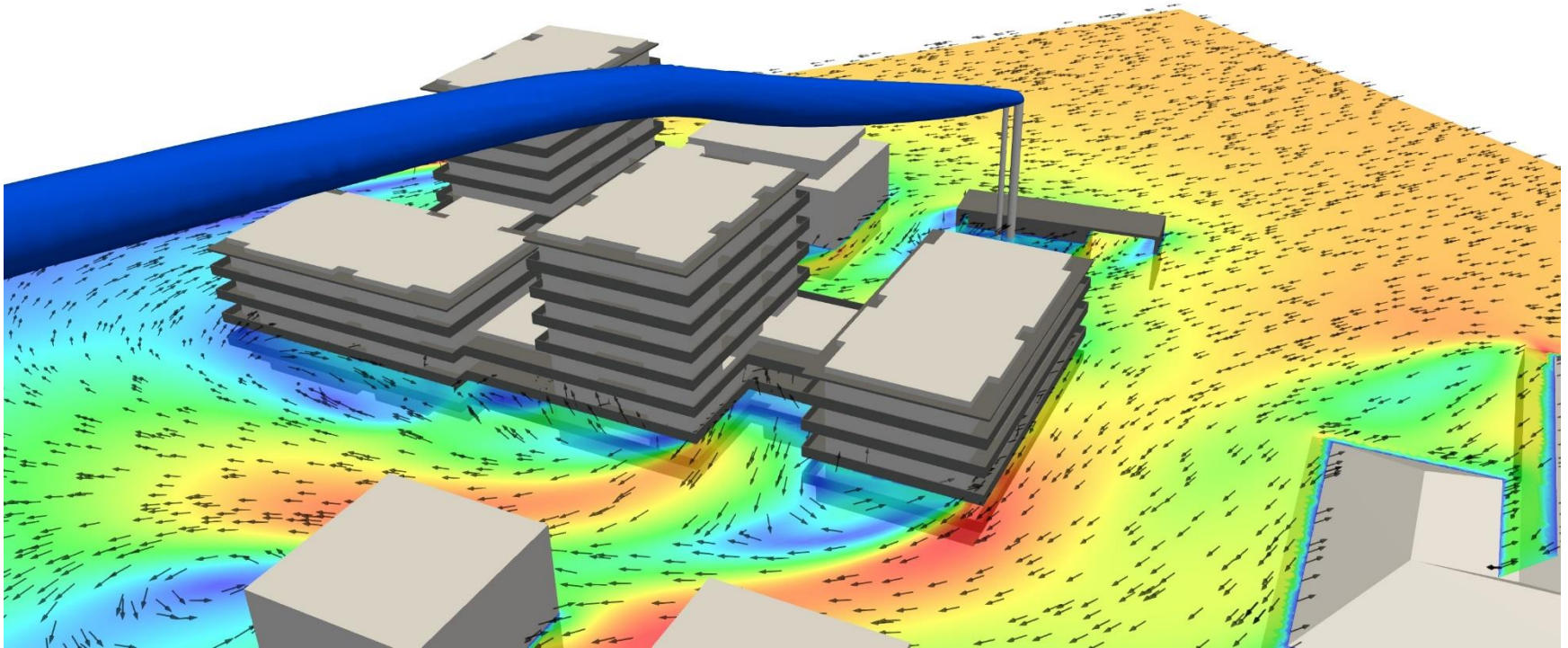


Abb. 12: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 3: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 24.0 m über GOK

Ergebnisse (Konfig. 3 bis 6)

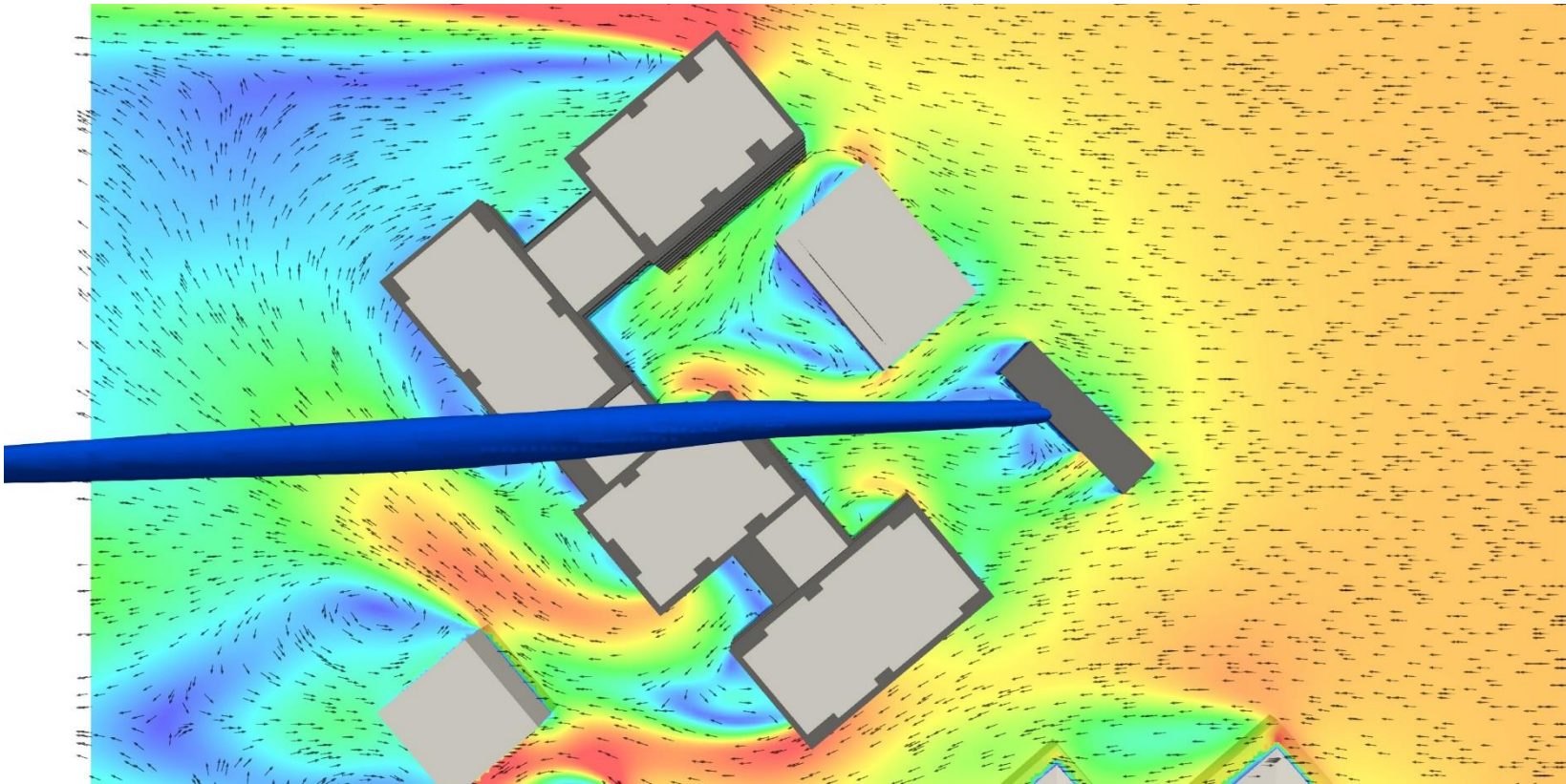


Abb. 13: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 3: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 24.0 m über GOK

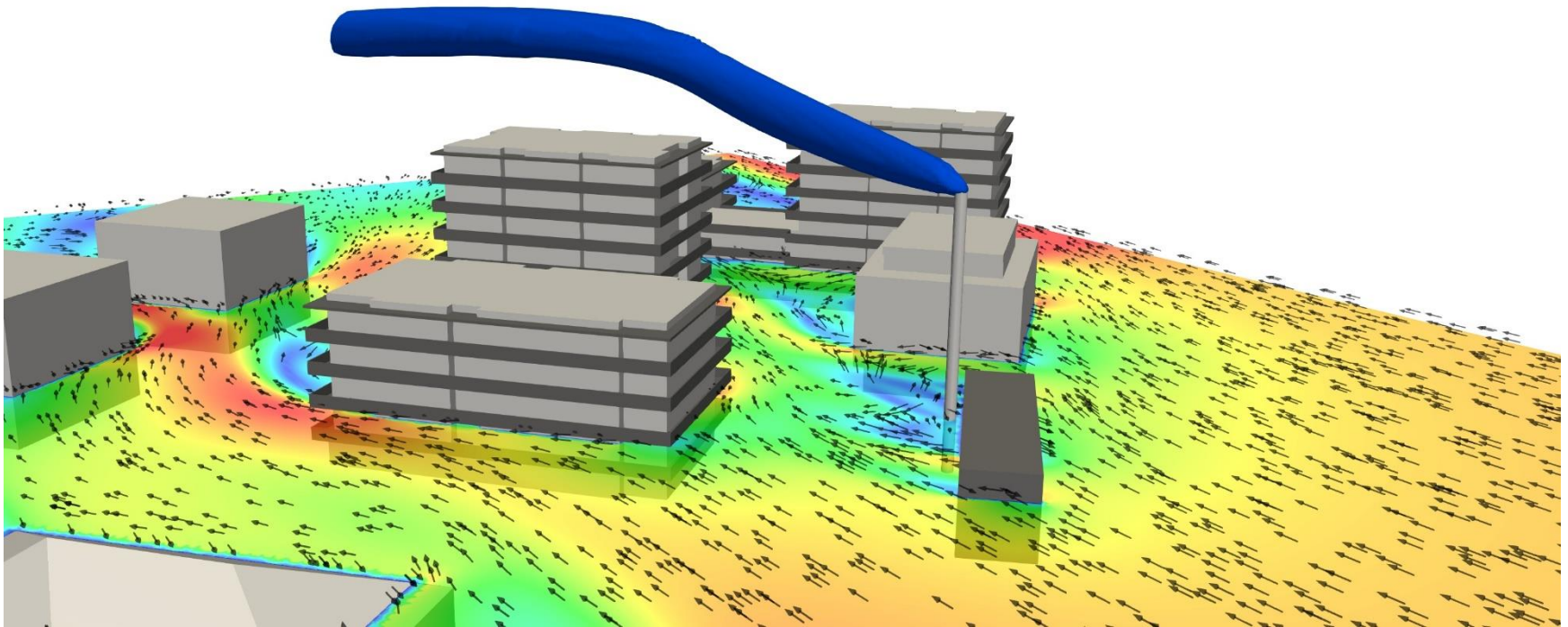


Abb. 14: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 5: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK

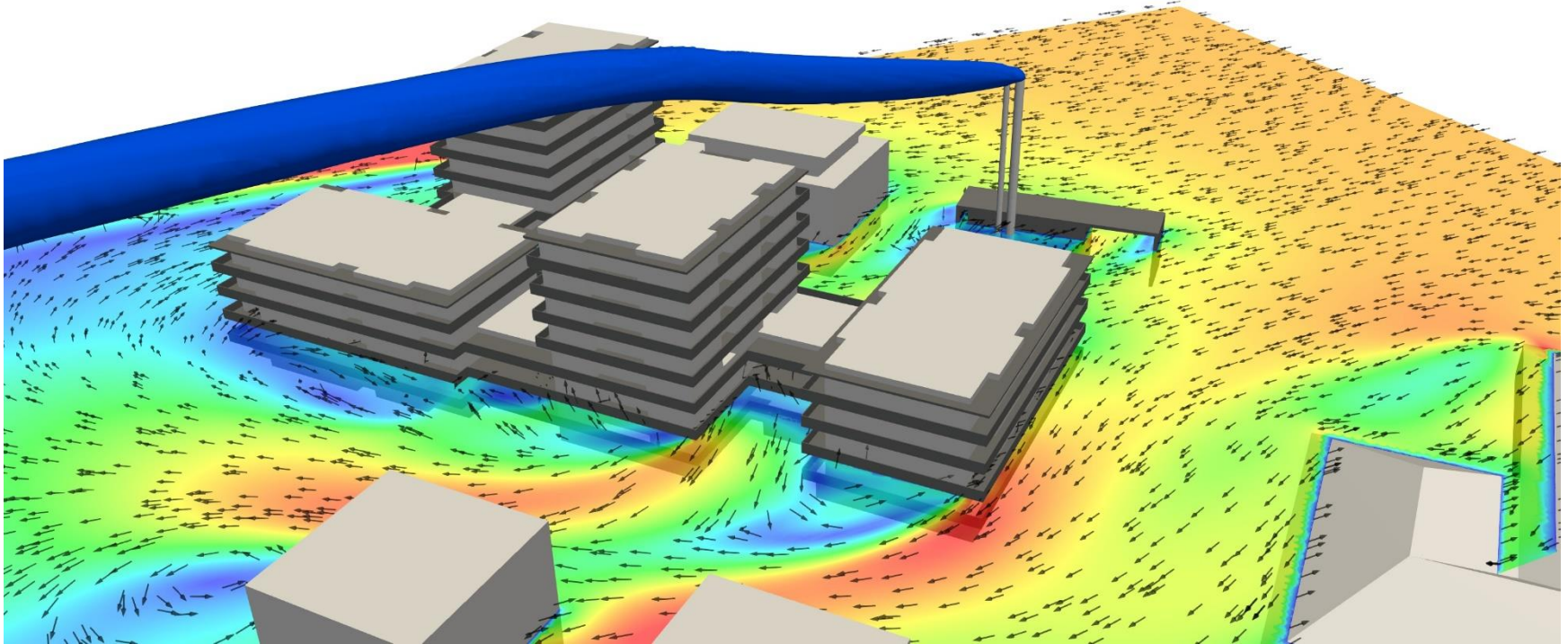


Abb. 15: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 5: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK

Ergebnisse (Konfig. 3 bis 6)

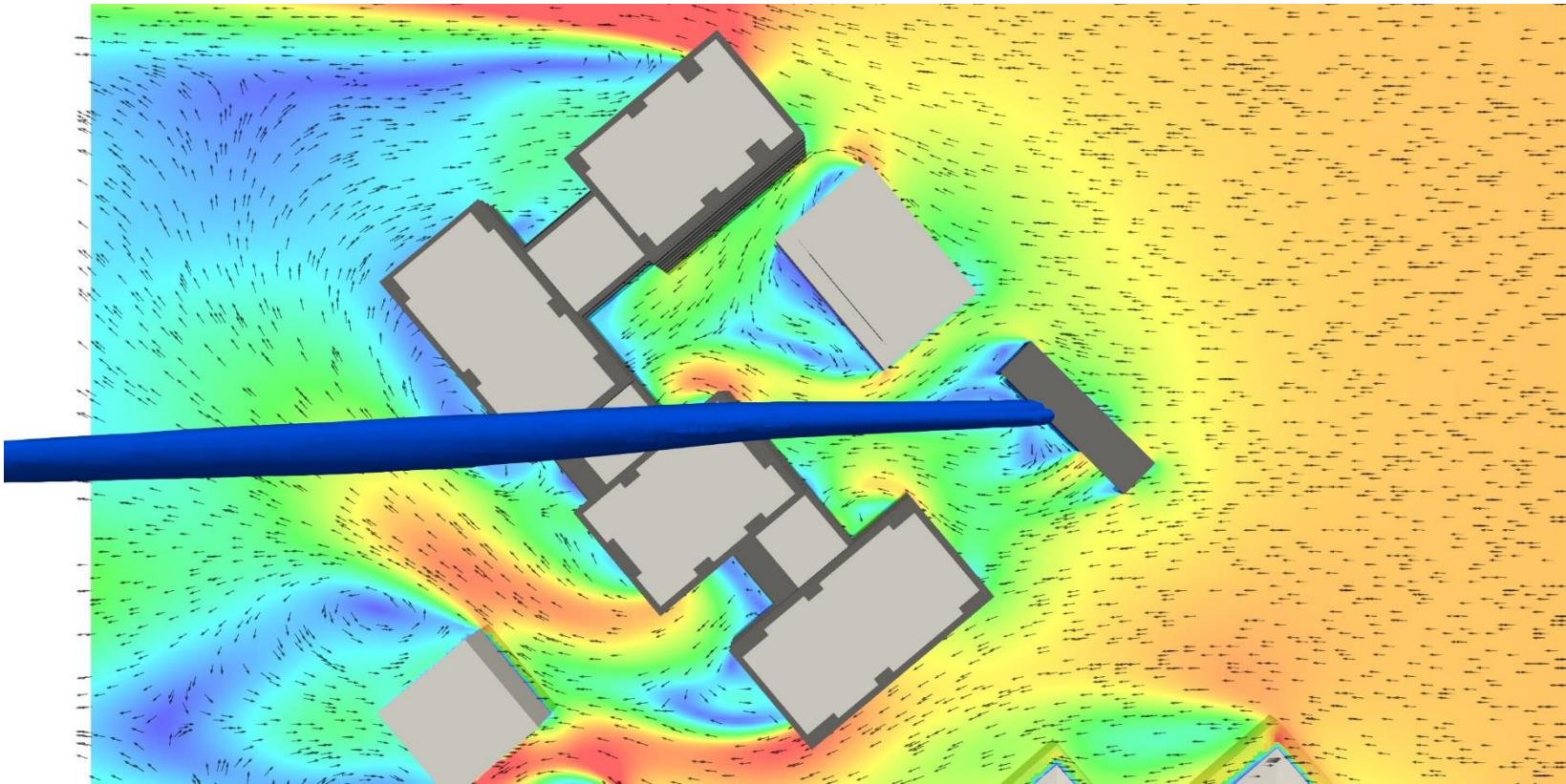


Abb. 16: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 5: Windrichtung 90°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK

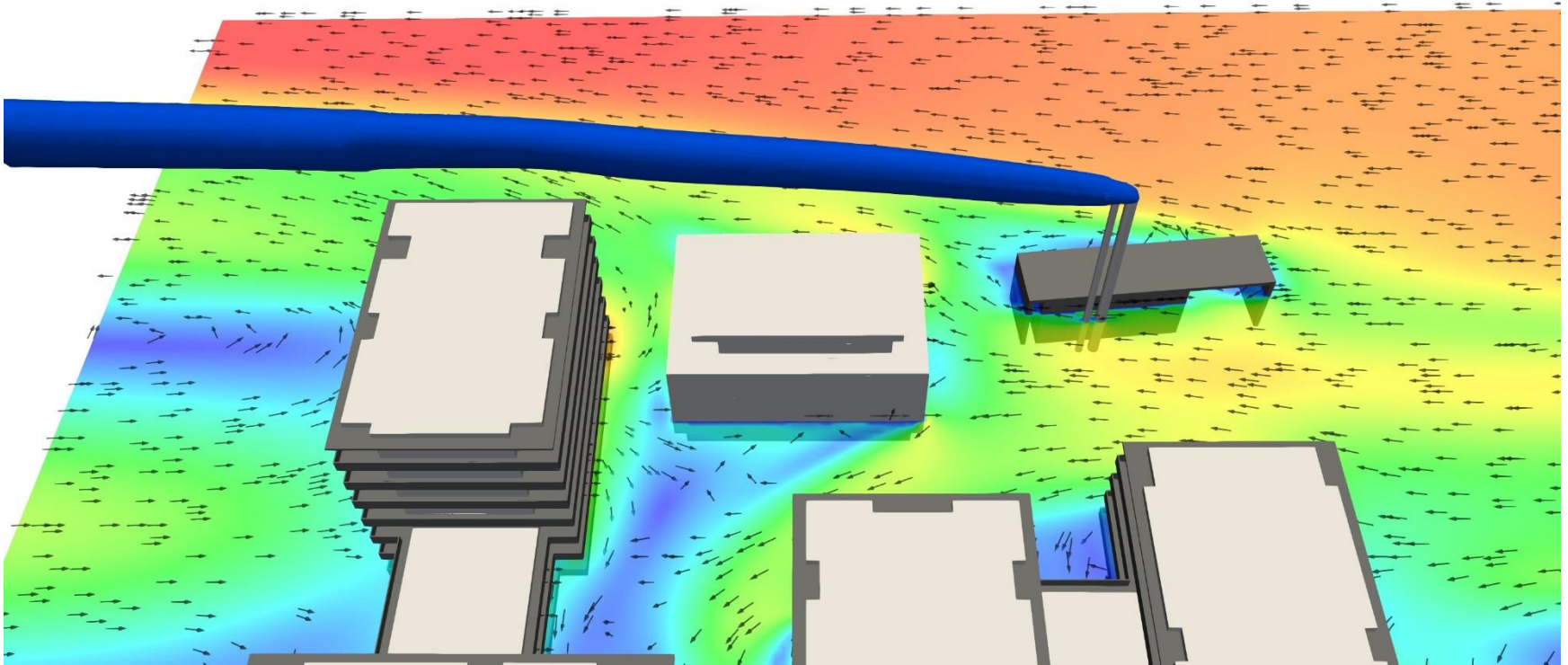


Abb. 20: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 4: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 24.0 m über GOK

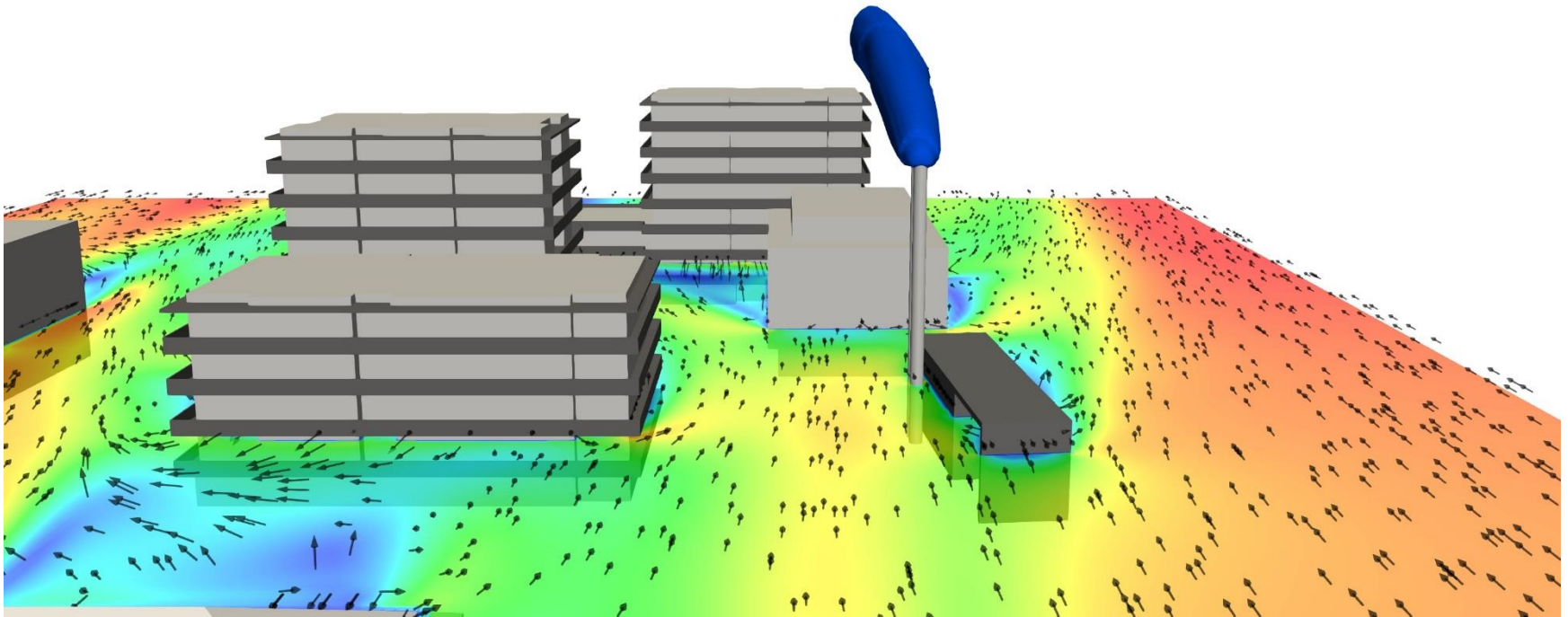


Abb. 21: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 4: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 24.0 m über GOK

Ergebnisse (Konfig. 3 bis 6)

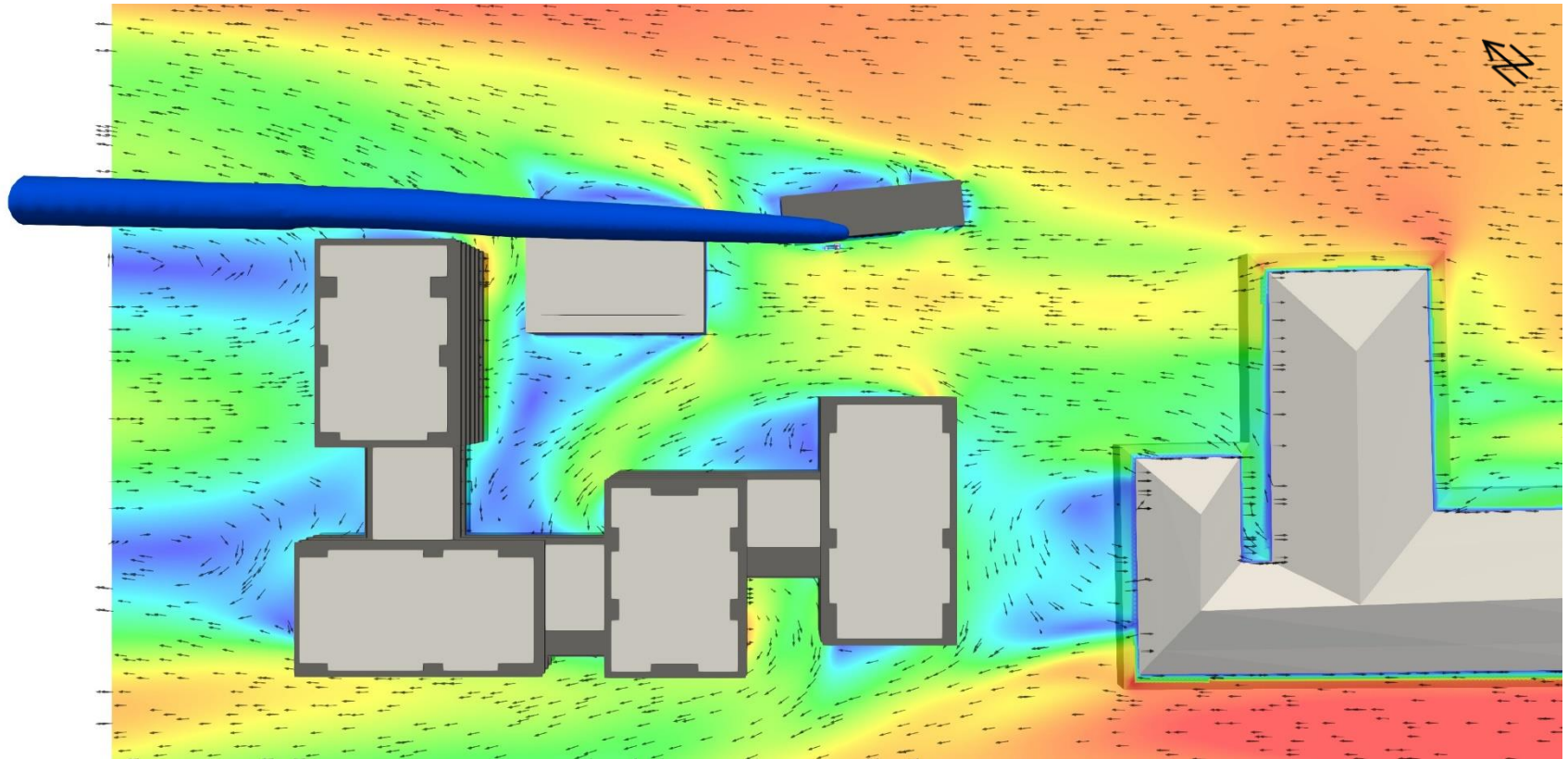


Abb. 22: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 4: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 24.0 m über GOK

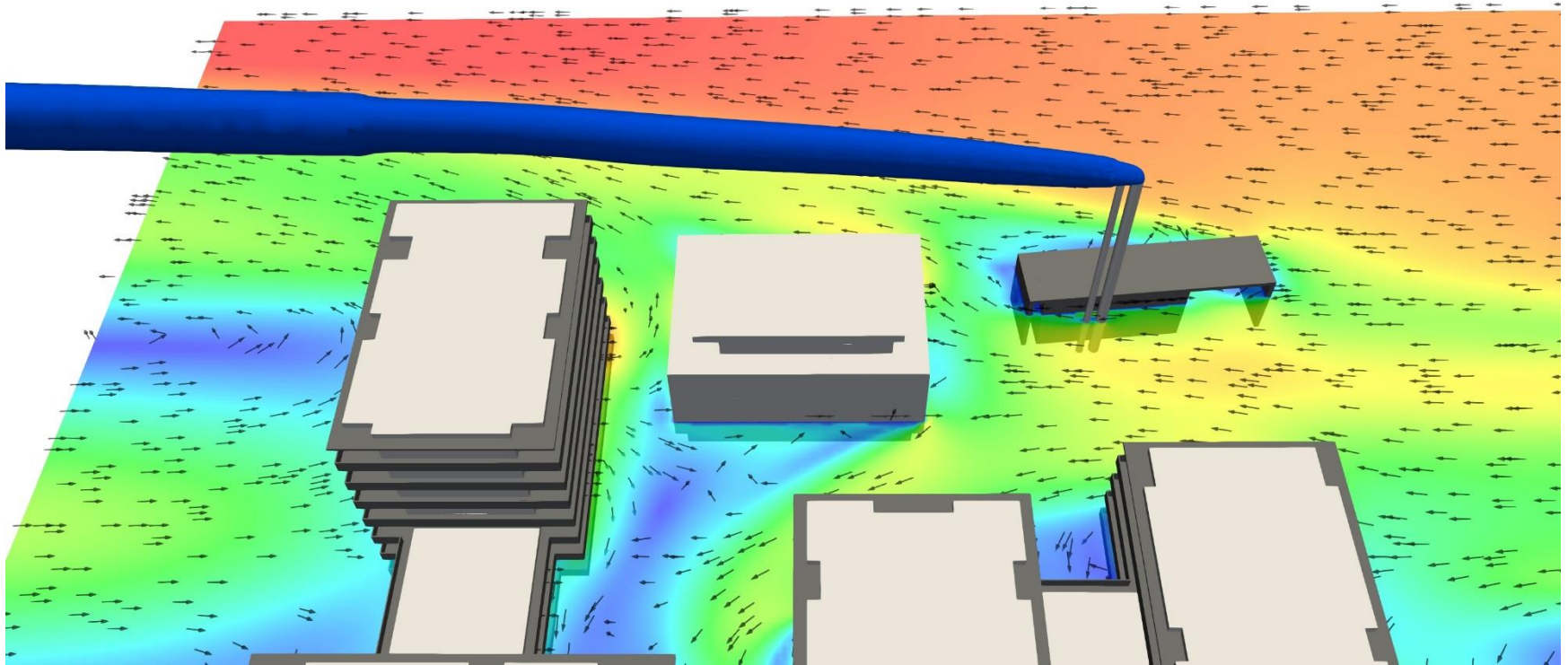


Abb. 23: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 6: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK

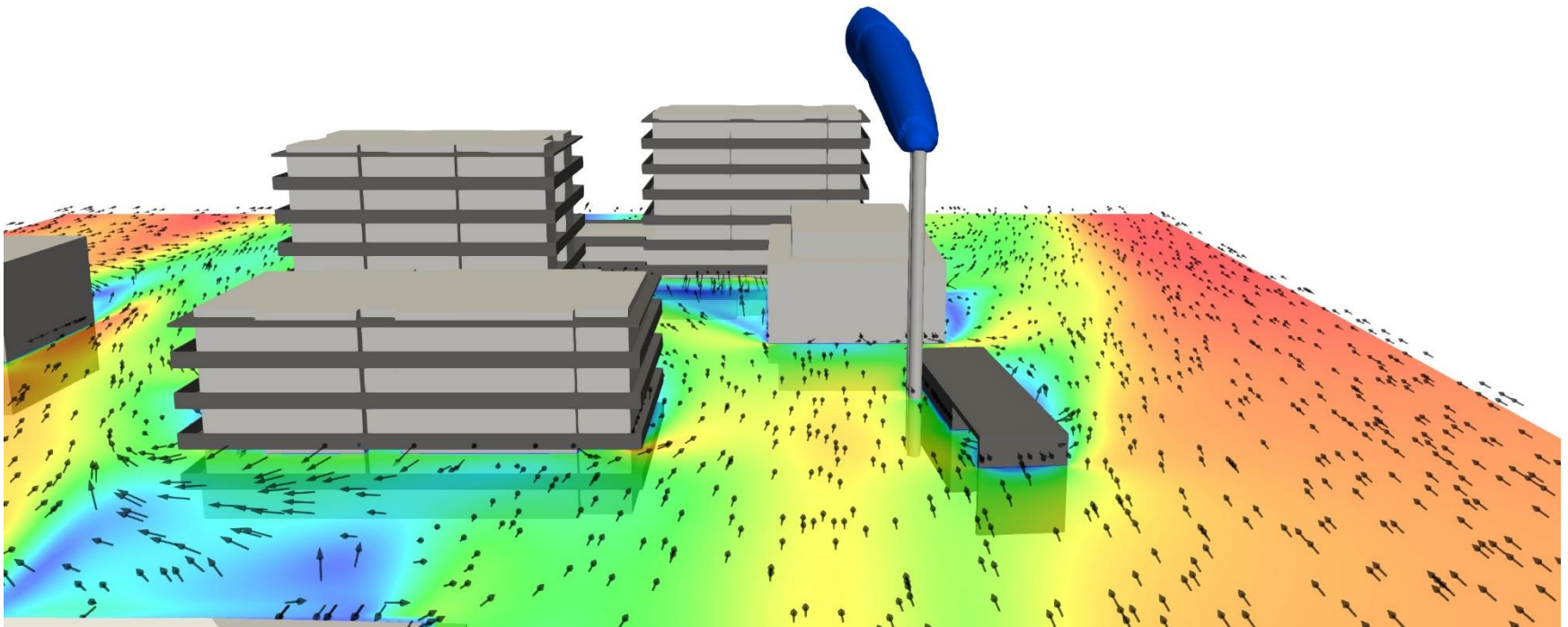


Abb. 24: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 6: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK

Ergebnisse (Konfig. 3 bis 6)

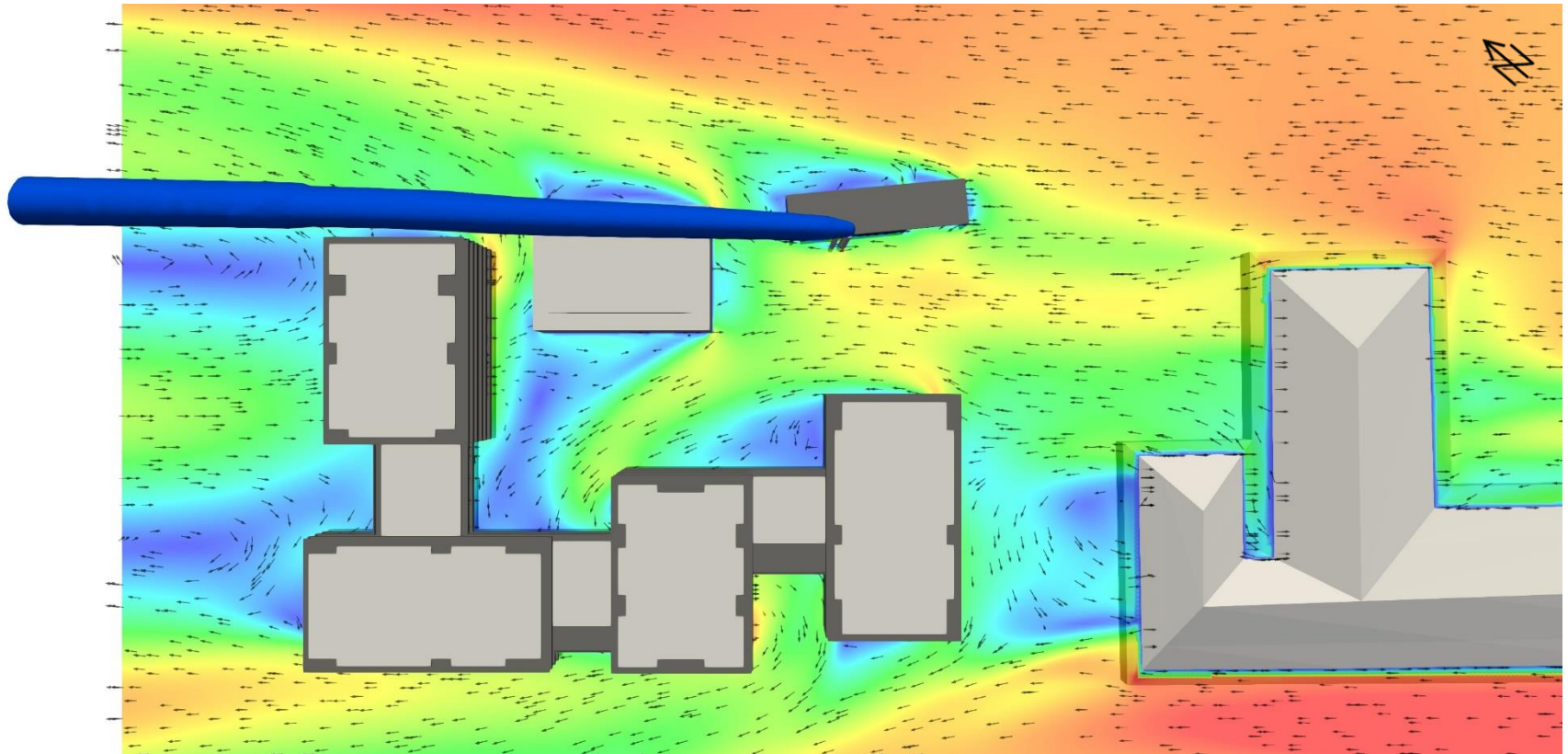


Abb. 25: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen -
Konfiguration 6: Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 2.4 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK

Im Vergleich zur Untersuchung der derzeitigen baulichen Ausführung (Konfig. 1 und 2) werden die Abgase bei höheren Mündungshöhen (Konfig. 3 bis 6) über die geplante Wohnbebauung abgetragen. Die Abgase werden aufgrund der höheren Mündungshöhe der Kamine in einer turbulenzschwächeren Zone ausgeblasen, was zu einer geringeren Aufweitung der Abgasfahne führt. Dieser Effekt ist für beide Kaminhöhen zu beobachten. Folglich kann für die untersuchten Randbedingungen (Mündungshöhen +2.5 m bzw. +5.0 m, Volllast, mittlerer Wind, etc.) eine lokale Akkumulation der Abgase an den Fassaden der geplanten Gebäude ausgeschlossen werden.

Jedoch gilt zu beachten, dass die Ausprägung der Abgasfahne für die definierten Randbedingungen ermittelt wurde. Bei höheren Windgeschwindigkeiten bzw. bei einer niedrigeren Auslastung des Blockheizkraftwerkes (Teillastbetrieb) kann sich die sich die Abgasfahne flacher als errechnet ausbilden. Um diesem Effekt entgegenzuwirken empfiehlt sich trotz der positiven Ergebnisse beider Erhöhungen auf der sicheren Seite liegend eine Erhöhung der derzeitigen Mündungsöffnungen um +5.0 m auf 26.5 m über GOK.

Eine stichprobenartige Berechnung der Abgasausbreitung bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s (Überschreitungshäufigkeit < 1% der Jahresstunden) zeigt bei einer Erhöhung des Kamins um +5.0 m selbst bei dieser hohen Windgeschwindigkeit keine nennenswerte Akkumulationen der Abgase an den Fassaden (Abb. 26).

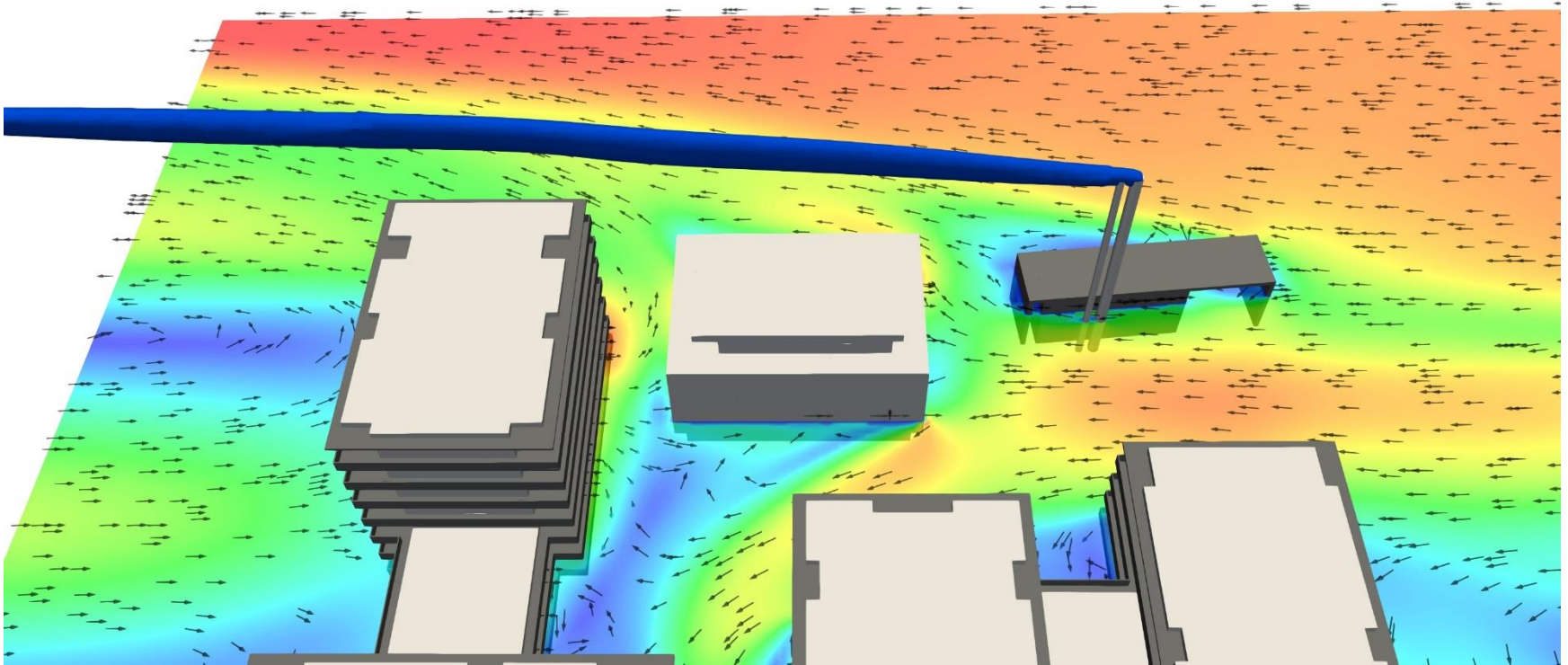


Abb. 26: Grafische Darstellung der Abgasfahne sowie des globalen Strömungsbildes auf Basis der Strömungssimulationen - Windrichtung 140°; Windgeschwindigkeit 10.0 m/s; Mündungshöhe 26.5 m über GOK