



Quantifizierung windinduzierter gekoppelter Schwingungen einer Hochhausstruktur im städtischen Kontext

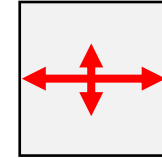
Frank Kemper
A. J. Bronkhorst, C.P.W. Geurts

WTG Tagung 2023
Aachen



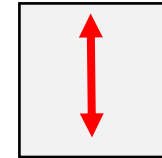
Winderregte Schwingungen

- Böenerregt (GIV)

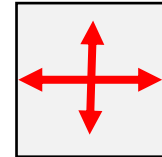
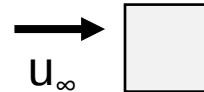


*Bestehende
Modelle*

- Wirbelerregt (VIV)



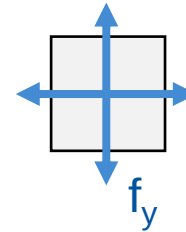
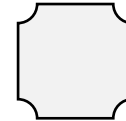
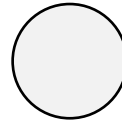
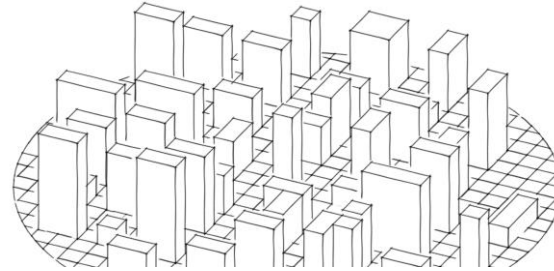
- Nachlaufturbulenz (WTV)



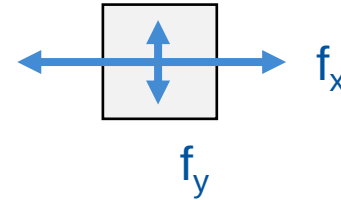
*Erfordert
aerodyn.
Untersuchung*

Weitere Einflussgrößen

- Umgebung
- Querschnittsform
- Dynamische Eigenschaften



f_x

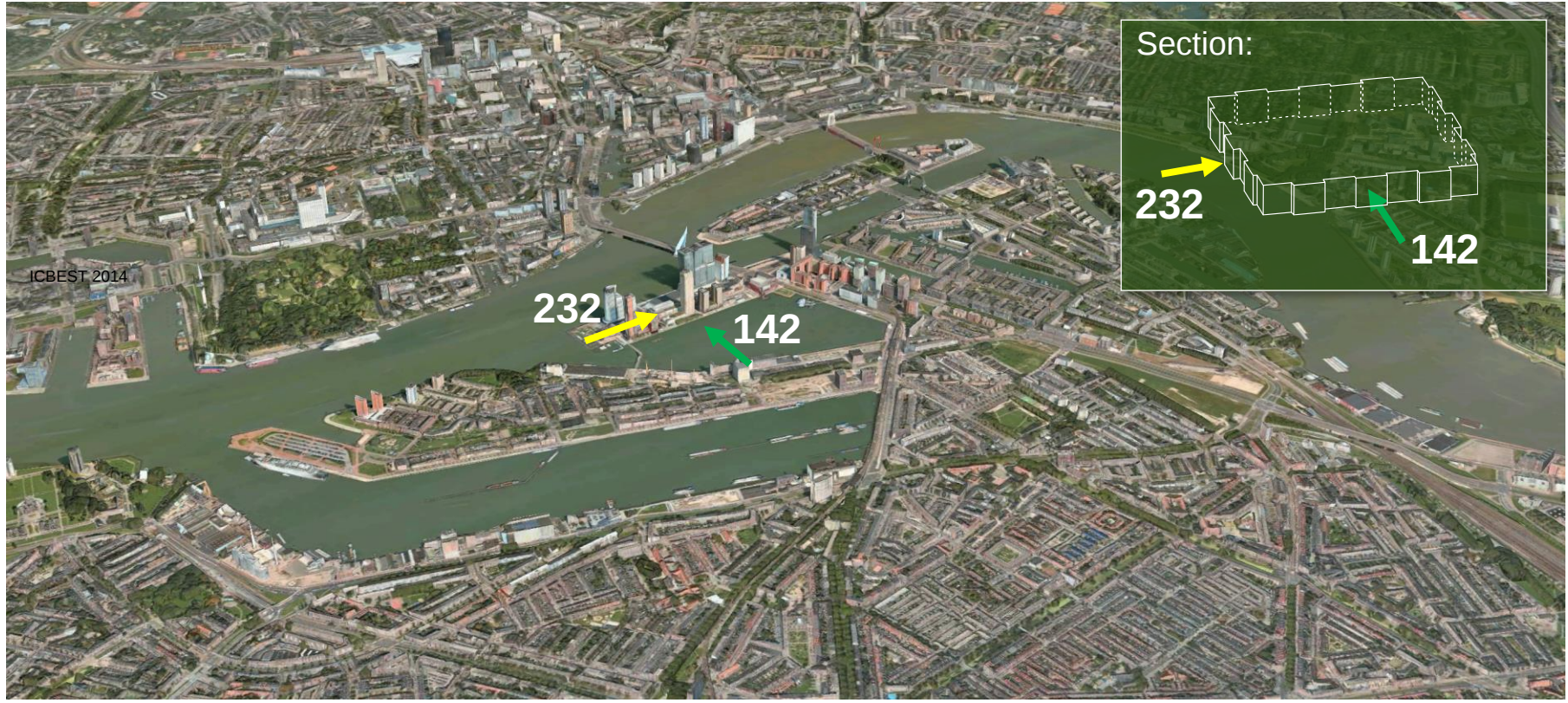


f_y

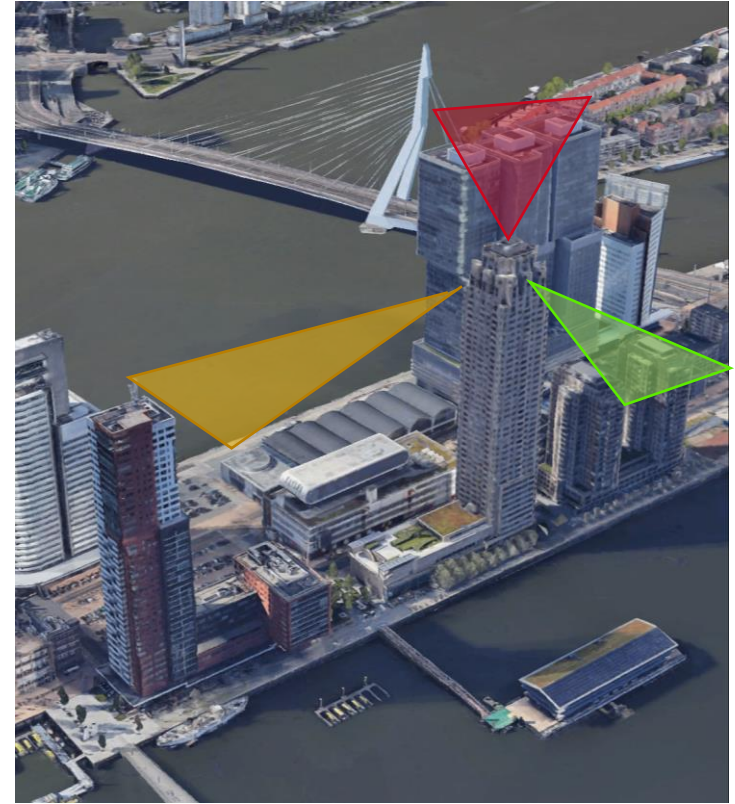
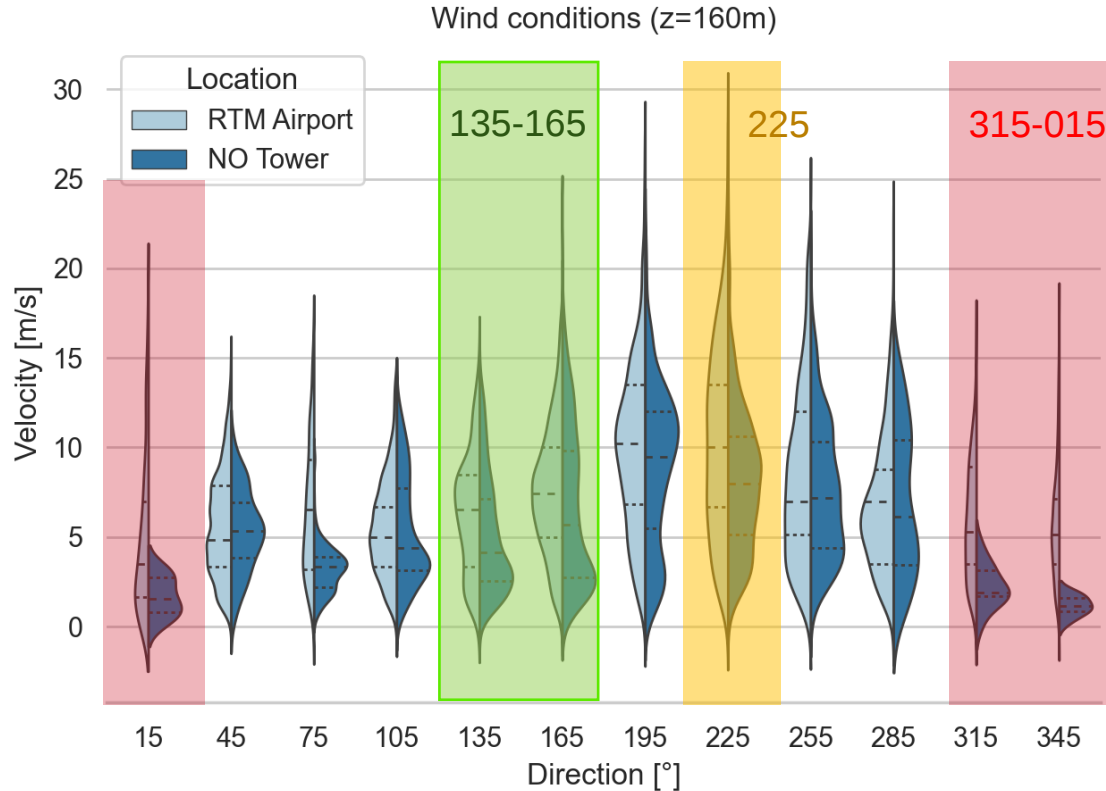
New Orleans, Rotterdam



New Orleans, Rotterdam – Umgebung



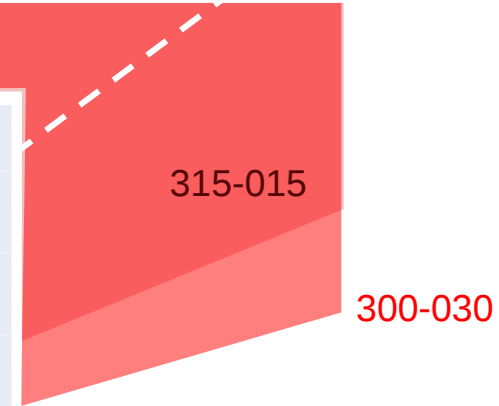
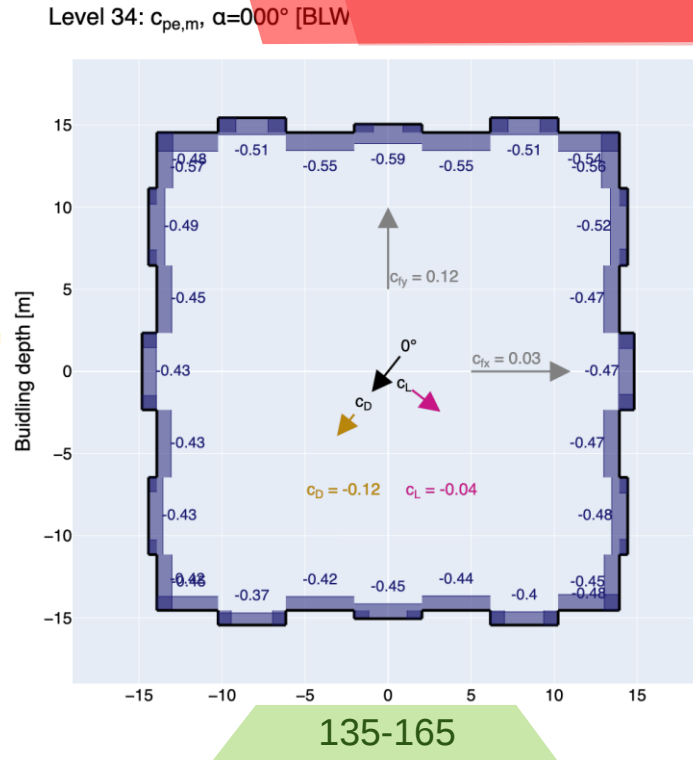
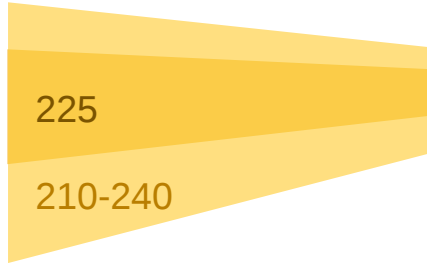
New Orleans, Rotterdam - Windverhältnisse



Gemittelte Druckbeiwerte (Windkanal)



Richtungsbezogen

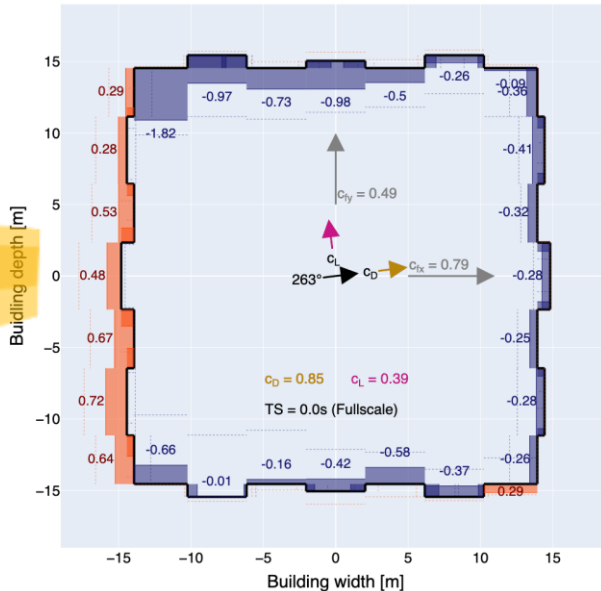


TNO Windkanalversuch, 2014

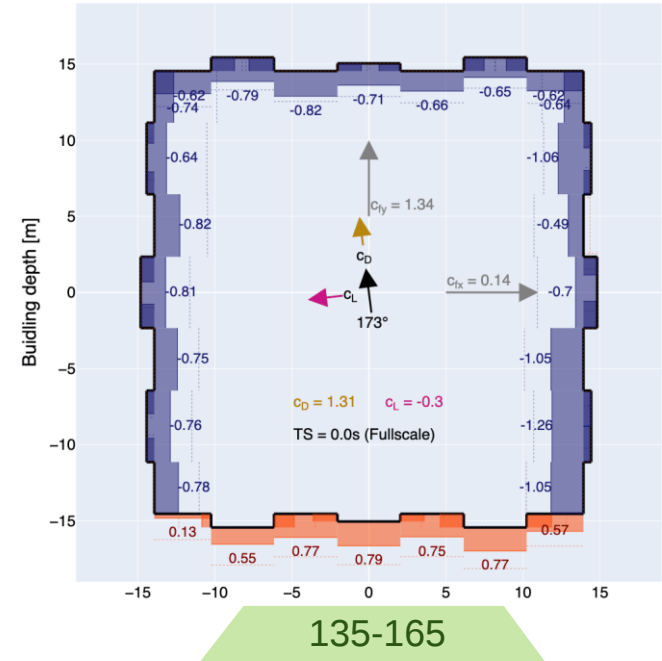
Zeitaufgelöste Druckbeiwerte (Windkanal)

Zeitbezogen

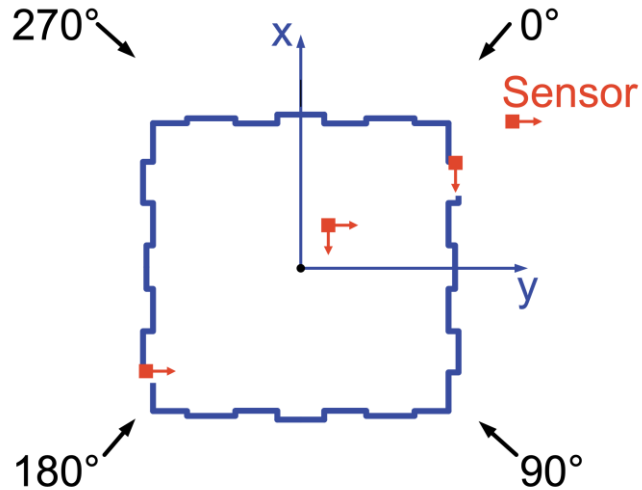
Level 34: $c_{pe,m}$, $\alpha=263^\circ$ [BLWT]



Level 34: $c_{pe,m}$, $\alpha=173^\circ$ [BLWT]



Beschleunigungen

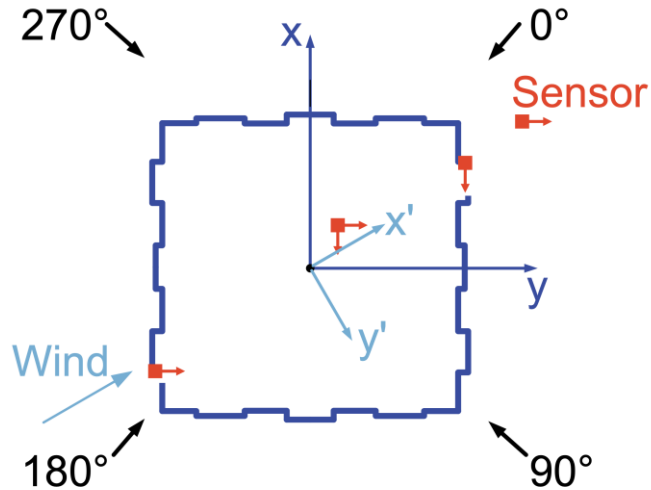


Sensors at level 34 (114.6m)



Bronkhorst, Aj & Geurts, Chris. (2021). Long-term vibration and wind load monitoring on a high-rise building. ISMA2020

Beschleunigungen

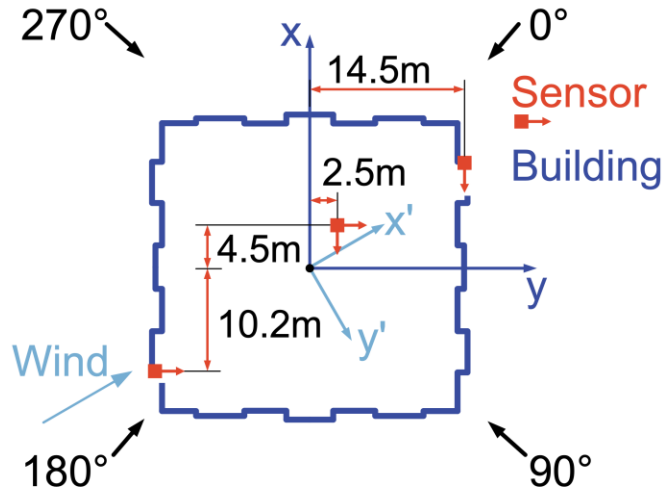


Sensors at level 34 (114.6m)



Bronkhorst, Aj & Geurts, Chris. (2021). Long-term vibration and wind load monitoring on a high-rise building. ISMA2020

Beschleunigungen

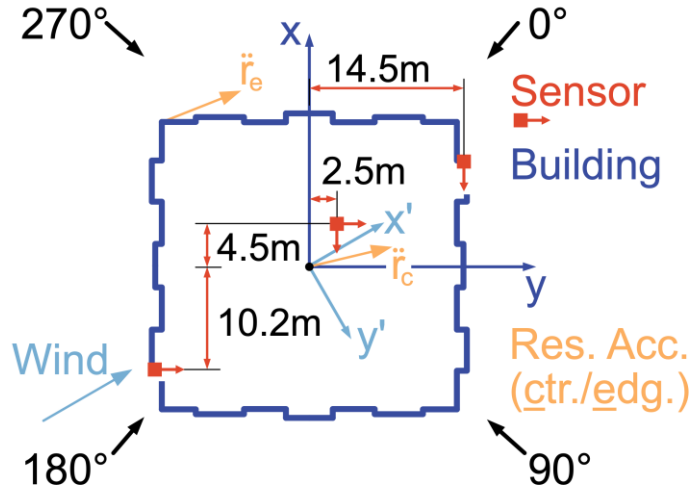


Sensors at level 34 (114.6m)



Bronkhorst, Aj & Geurts, Chris. (2021). Long-term vibration and wind load monitoring on a high-rise building. ISMA2020

Beschleunigungen



Sensors at level 34 (114.6m)



Bronkhorst, Aj & Geurts, Chris. (2021). Long-term vibration and wind load monitoring on a high-rise building. ISMA2020

Verfügbare Daten und Speicherung

- Datenbereich umfasst die Jahre 2012-2020
- Zwei Detailstufen: statistische stündliche Daten und Rohdaten mit 20Hz Auflösung
- Wetterdaten vom Flughafen Rotterdam-Den Haag
- Alle Daten von ASCII in eine SQL DB überführt



Filterung

- Geschwindigkeitsklassen ($v_{\text{low}}=8\text{m/s}$, $\Delta v=2\text{ m/s}$)
130.885 Datensätze (28% der Beobachtungszeit)
- Richtungsbezogene Filterung ($\Delta\Phi=10^\circ$)
- Bearbeitungszeitdauer $\approx 5\text{ h}$ ($\approx 1.5\text{ TB}$ Rohdaten)

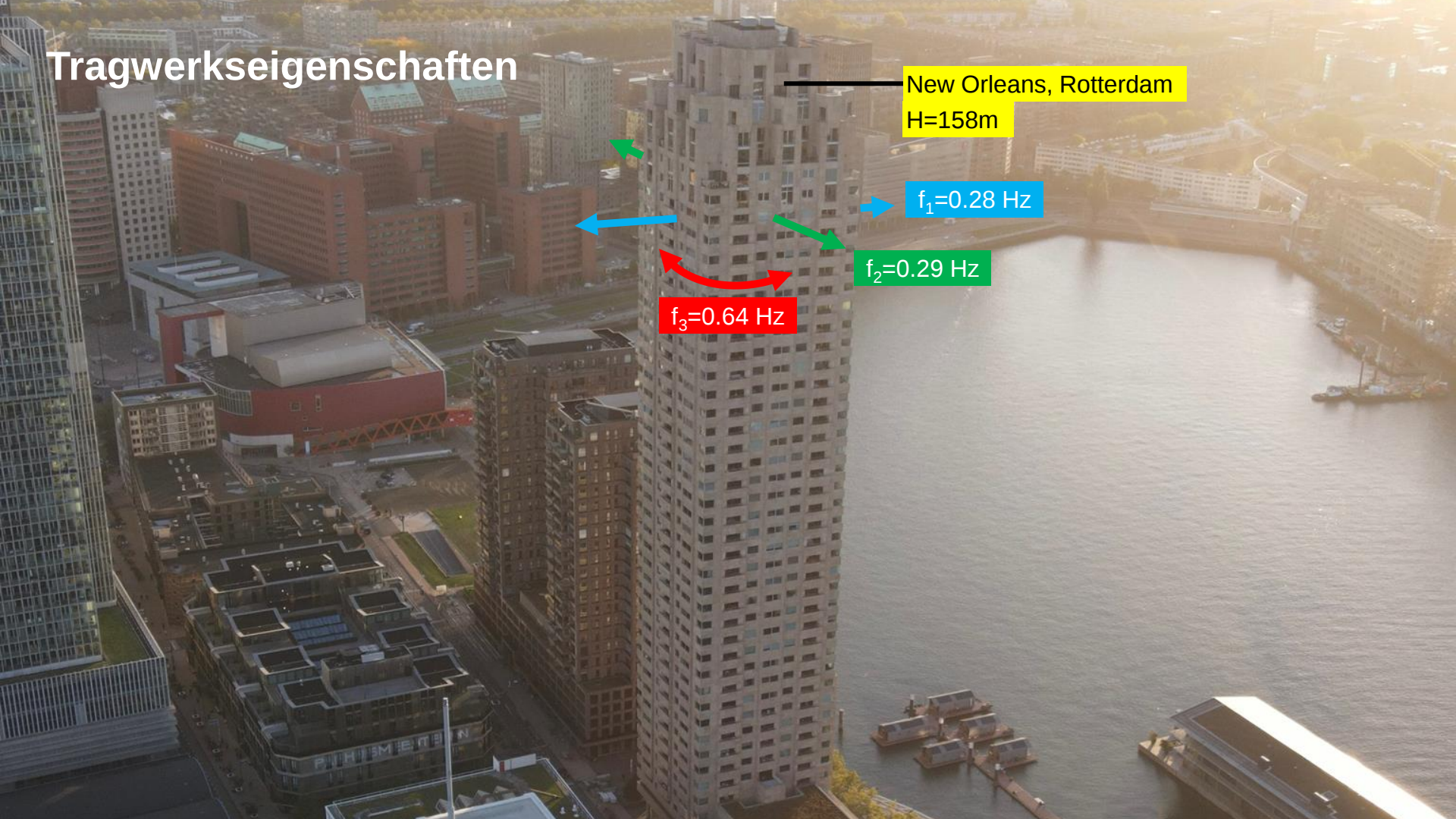
Tragwerkseigenschaften

New Orleans, Rotterdam
 $H=158\text{m}$

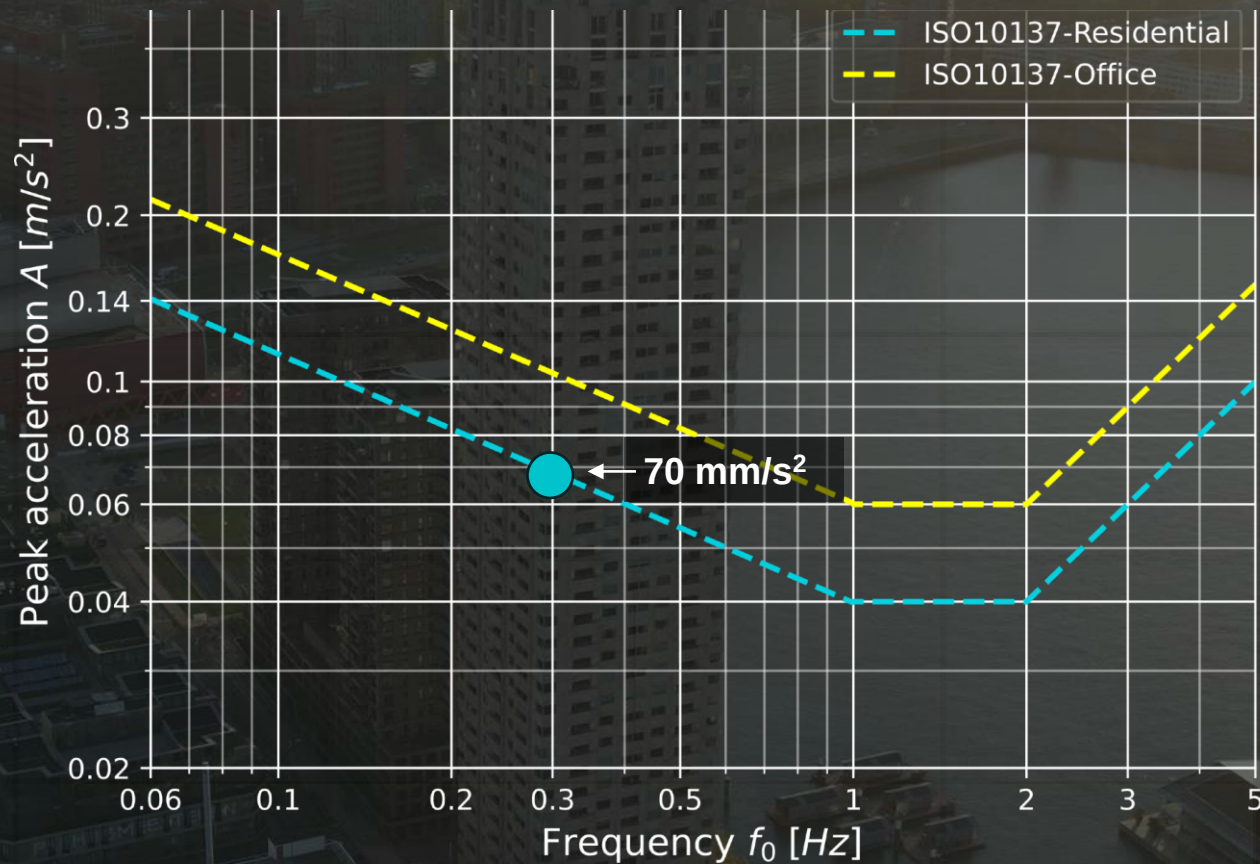
$f_1=0.28\text{ Hz}$

$f_2=0.29\text{ Hz}$

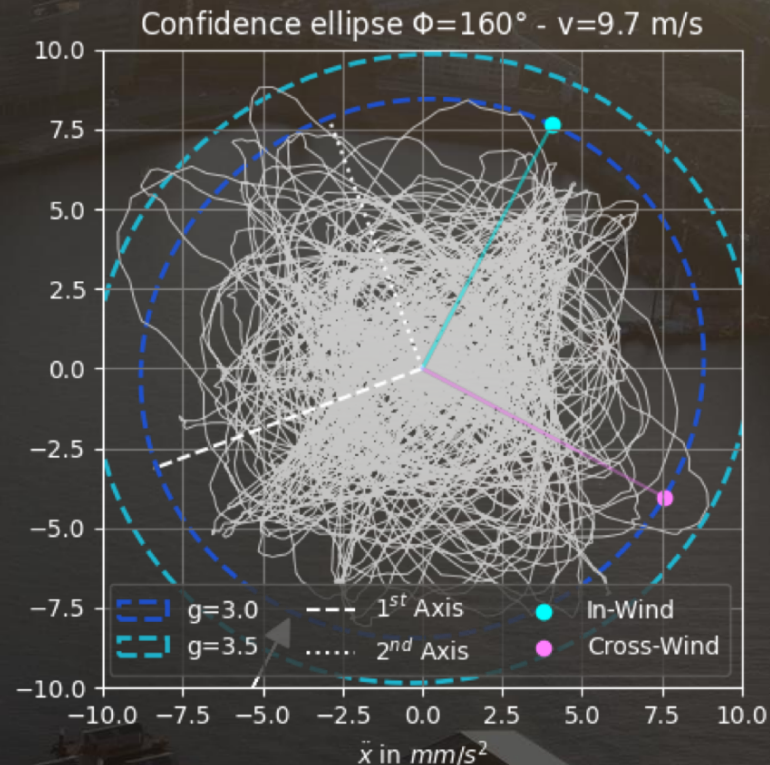
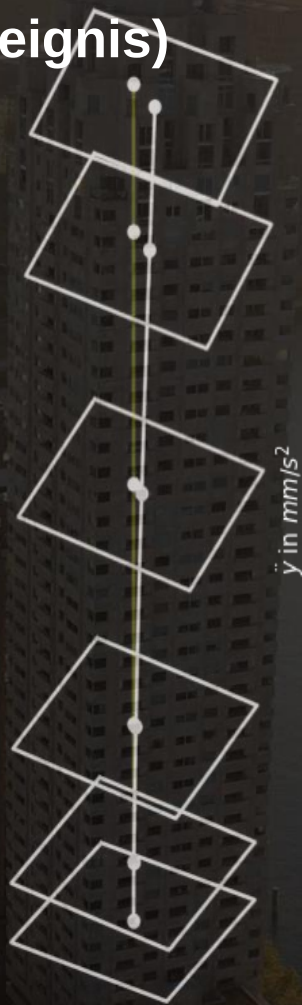
$f_3=0.64\text{ Hz}$



Ergebnisse (Künstliches Windfeld)

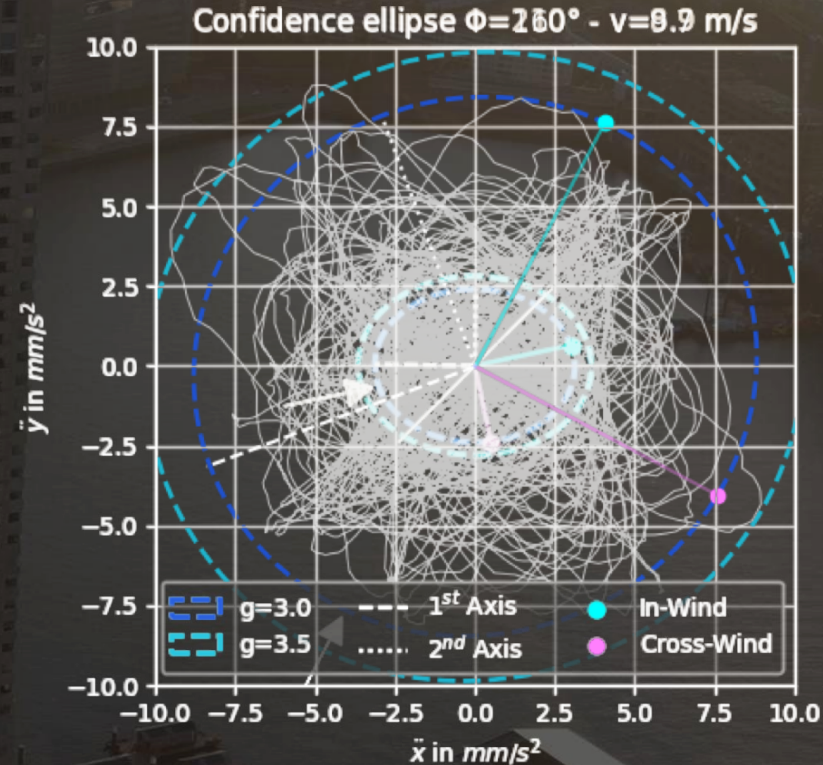


Ergebnisse (Messung Einzelereignis)



*x,y-Trajektorien und Mahalanobis
Abstände (zwei Konfidenzintervalle)*

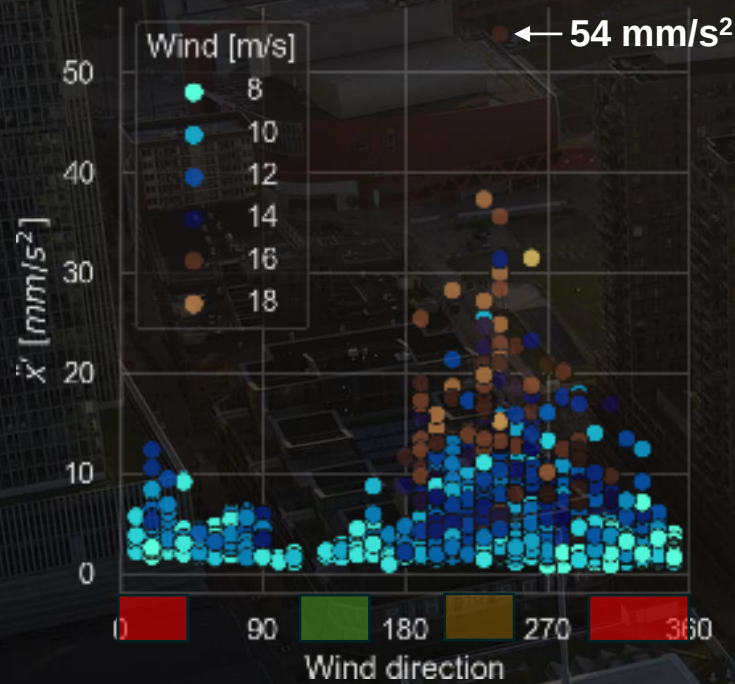
Ergebnisse (10 Jahre, 200-220°)



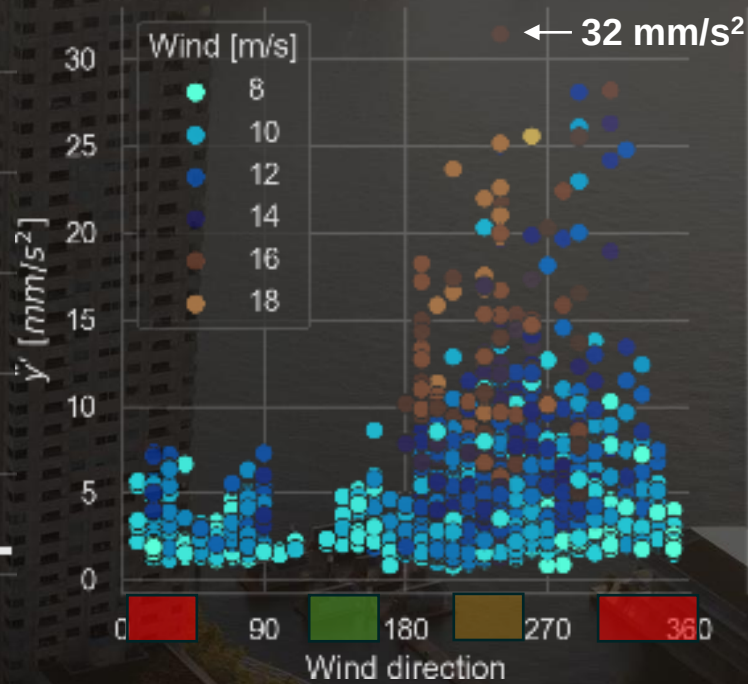
*x,y-Trajektorien und Mahalanobis
Abstände (zwei Konfidenzintervalle)*

Ergebnisse (10 Jahre)

In-Wind

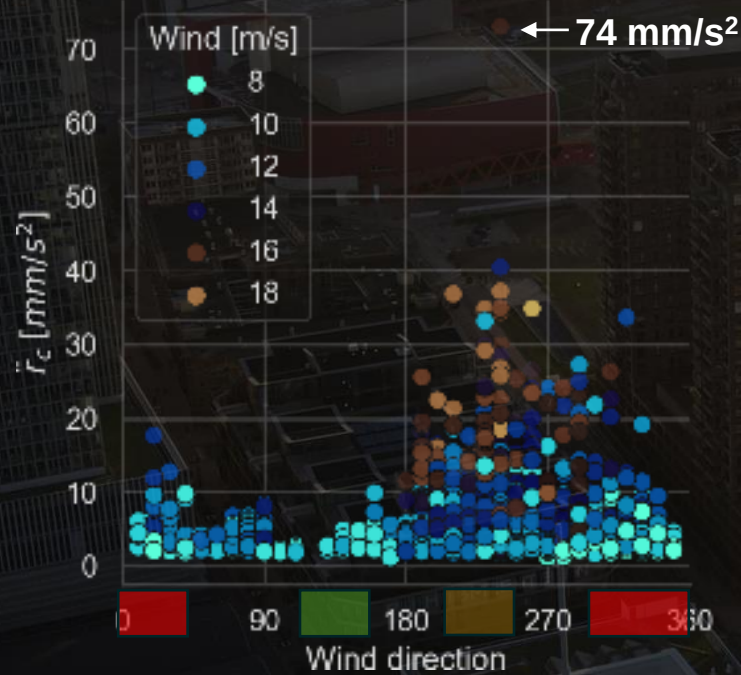


Quer-Wind

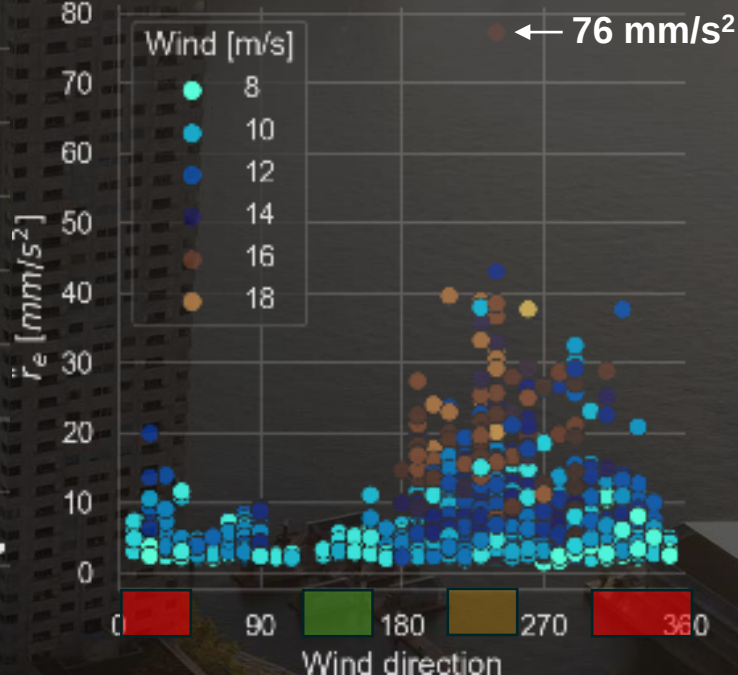


Results (10 years)

Res. Zentral

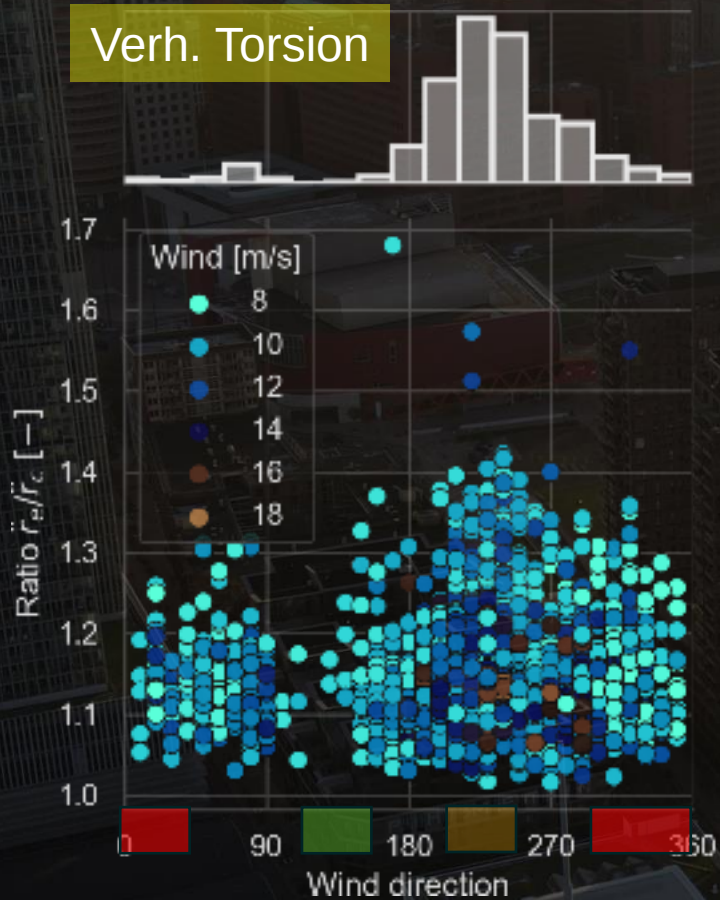


Res. Ecke

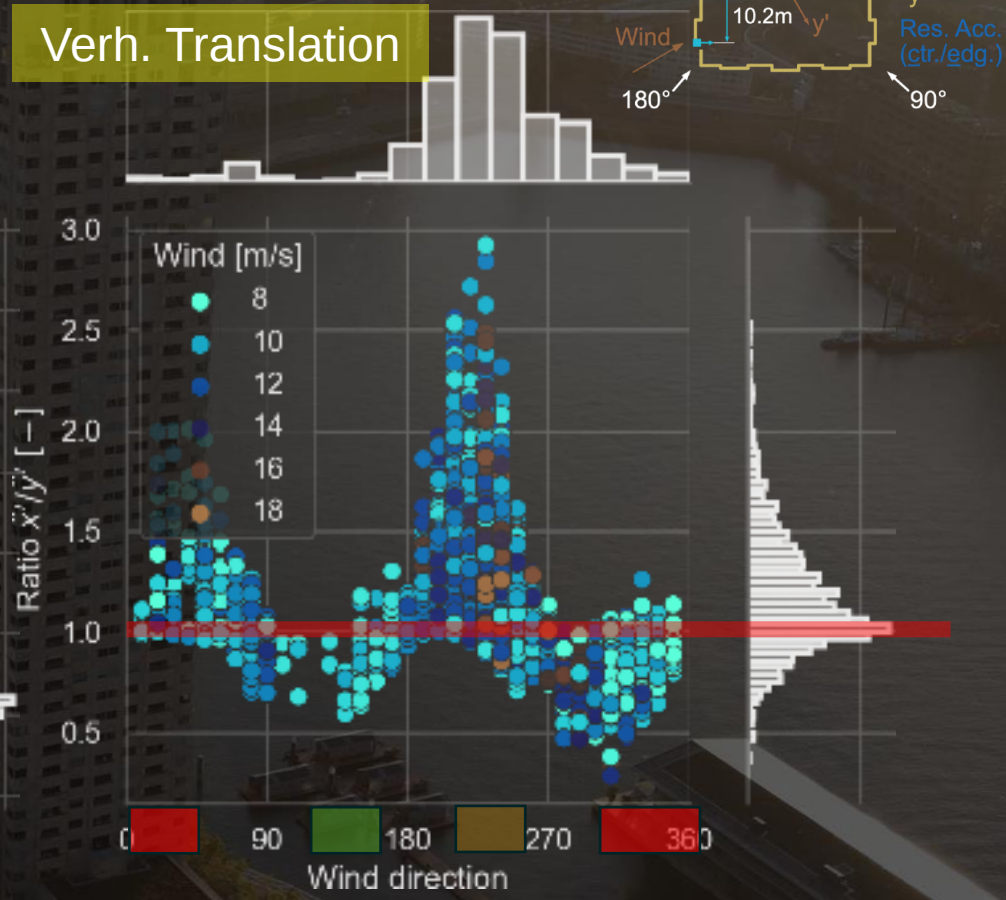


Ergebnisse (10 Jahre)

Verh. Torsion



Verh. Translation

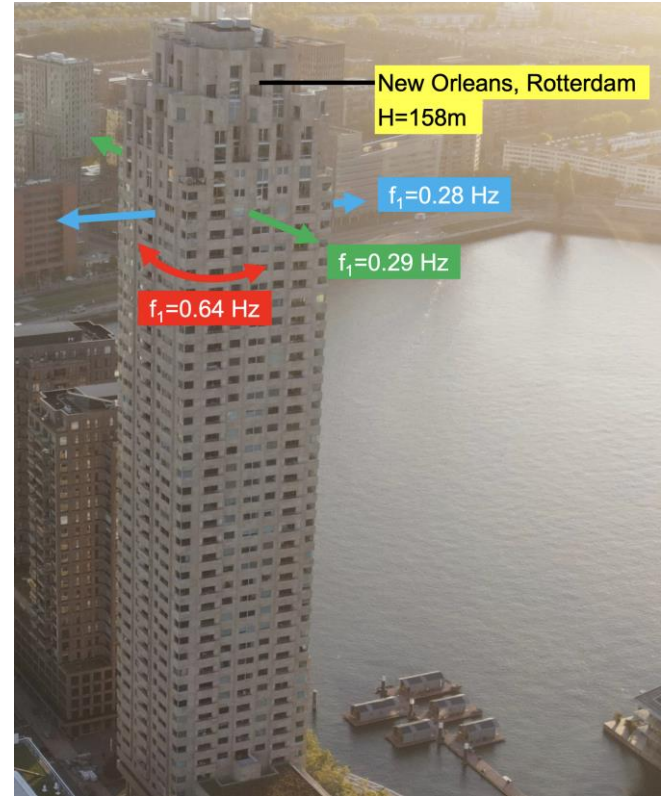


Ergebnisse

Wesentliche Erkenntnisse

- Hochhäuser mit quadratischem Querschnitt zeigen häufig gekoppelte Schwingungen
- Gekoppelte Schwingungen lassen sich durch Ellipsen beschreiben
- Im Nachlaufgebiet: Abnahme von Querschwingungen und Zunahme der In-Wind Schwingungen

In komplexem Gelände ist eine Zeitberechnung auf der Grundlage von Windkanaltests erforderlich



Danke

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projektes “HIVIBE”

Wir danken den Projektbeteiligten für die Unterstützung.

