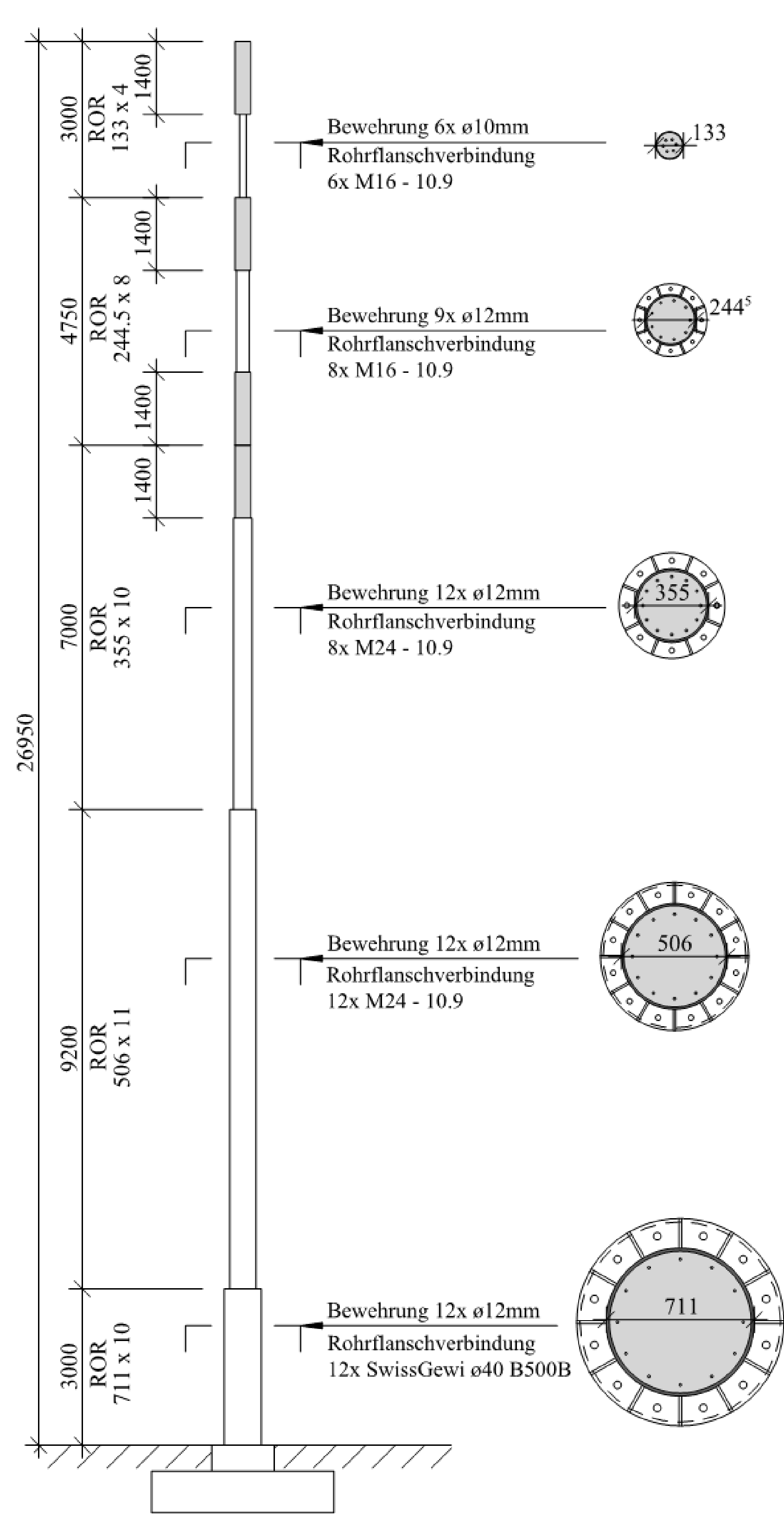
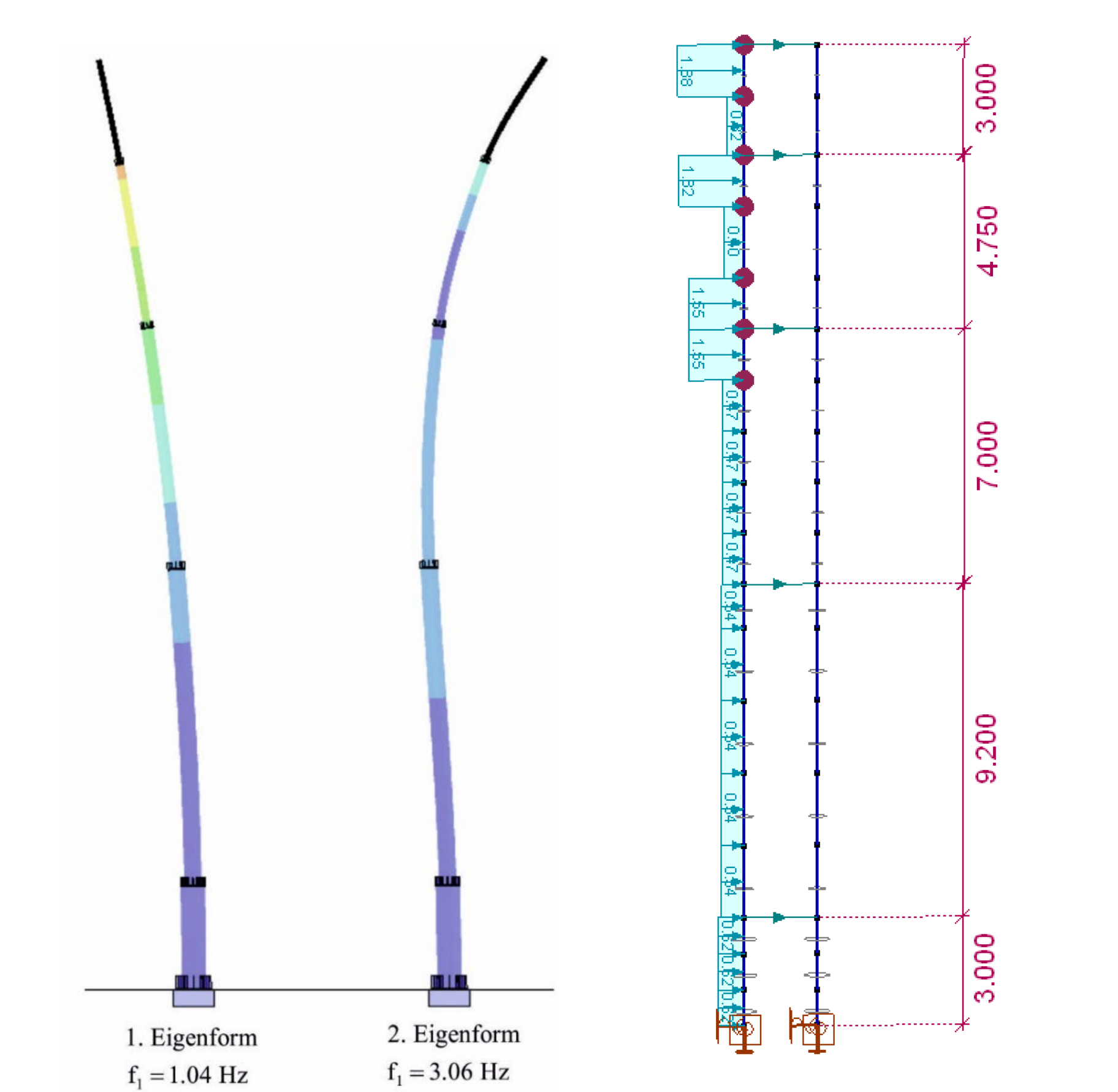


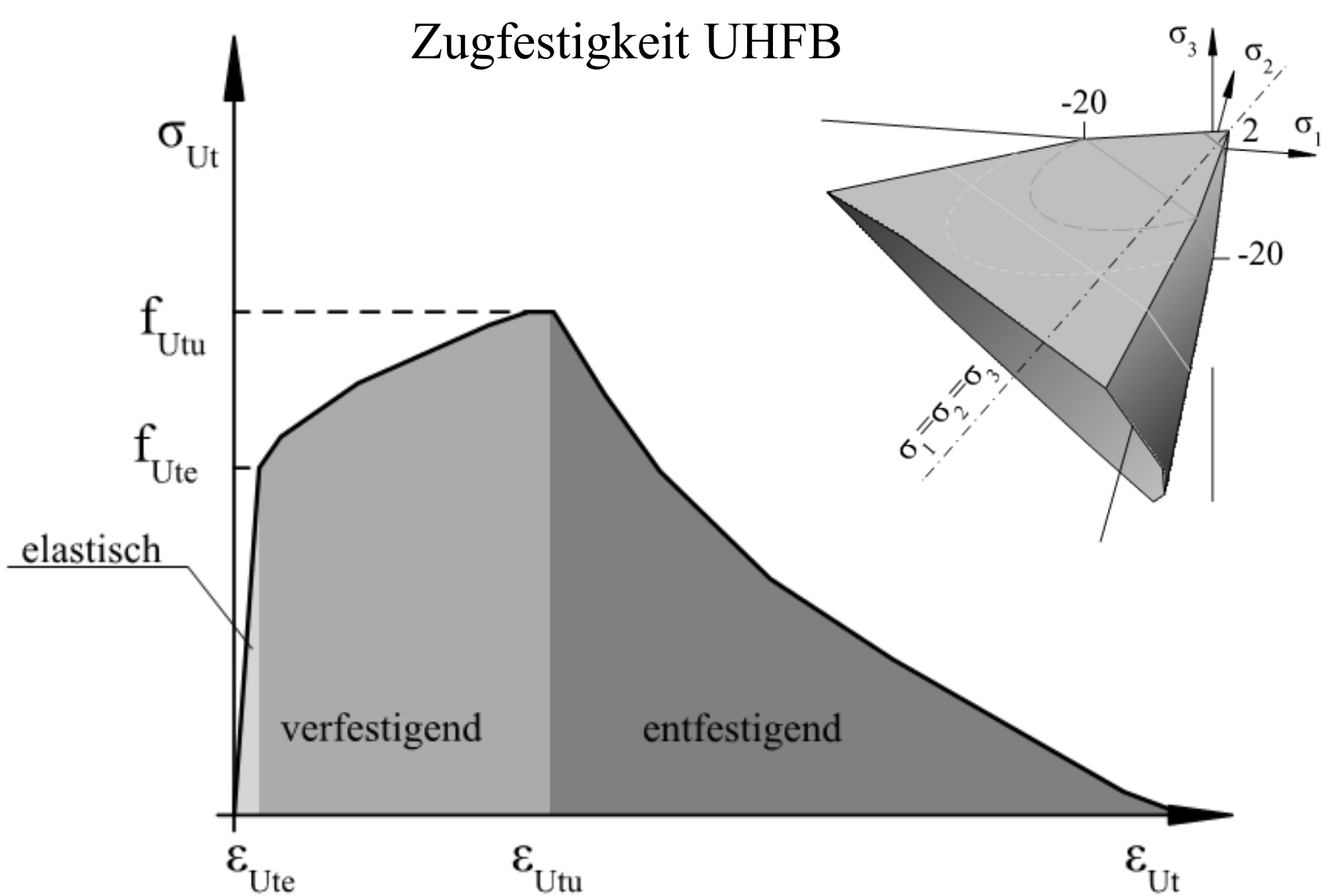
Beitrag zum Nachweis bestehender Funkmasten bei Windeinwirkung



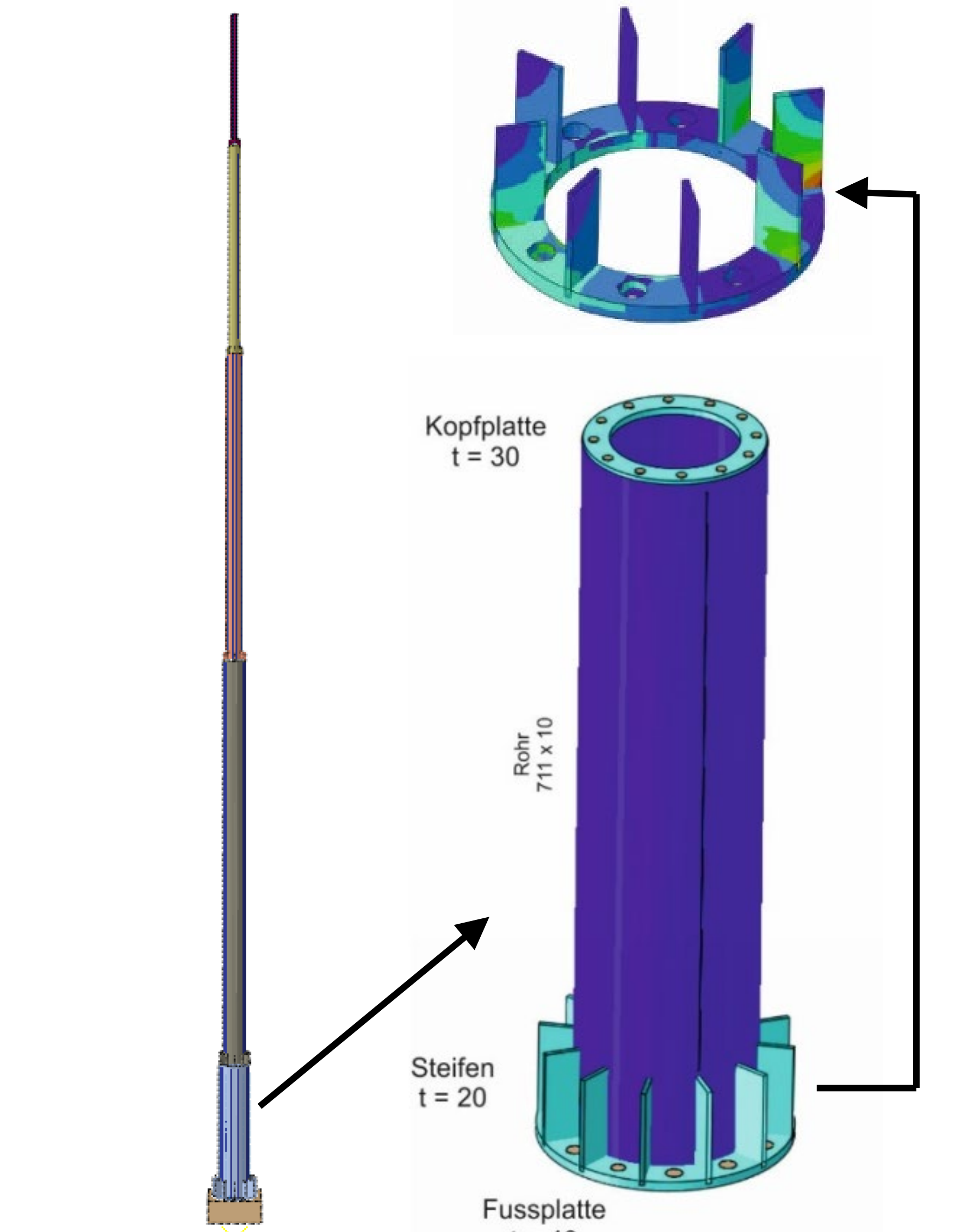
[1] Geometrie und Abmessungen Funkmast, Stahlrohr mit UHFB-Stütze



[2] Eigenformen, Eigenfrequenzen und gekoppeltes System AxisVM



[3] Stoffgesetz UHFB und 3D Versagensfläche in Abaqus



[4] Modellierung in Abaqus mit von Mises Spannungen Verbindung

	Bestand	Best. + UHFB
Masse	3.3 t	12.5 t
Biegesteifigkeit EI	284'100 kNm ²	910'000 kNm ²
Dämpfung	0.002	0.007
1.Eigenfrequenz	0.96 Hz	1.04 Hz
c_d -Faktor	2.07	1.42
Verformung GZG	400mm	127mm
Ausnutzung GZT	1.51	0.62

[5] Tabelle Vergleich Bestand – Ertüchtigung UHFB

Problemstellung

Funkmasten sind essenzielle Komponenten der digitalen Datenübertragung und Telekommunikation. Bedingt durch zunehmend schwerere und grössere Antennenbelegungen müssen die bestehenden Funkmasten überprüft und bei Bedarf ertüchtigt werden. Wind ist bei Funkmasten die massgebende Belastung und hat zur Folge, dass man das System nicht nur auf statische, sondern auch auf dynamische Einwirkungen untersuchen muss.

Als Fallbeispiel dient der 27m hohe, aus Stahlrohrschüssen bestehende Funkmast SOSU in Solothurn [1]. Erste Nachweise haben ergeben, dass der bestehende Funkmast die Nachweise der Tragsicherheit auf Biegung und den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nicht erfüllen konnten [2]. Somit muss eine Ertüchtigungsmassnahme gefunden werden, welche die Biegesteifigkeit erhöht und zu gleich weniger horizontale Verschiebungen zulässt.

Lösungskonzept

Als zielführend hat sich eine Ertüchtigung mit innenliegender, bewehrter UHFB-Stütze erwiesen. Der bewehrte Ultra-hochfeste-Faserverbund-Baustoff [3] ermöglicht eine Ertüchtigung, ohne dass der Funkmast eine äussere Querschnittsveränderung erfährt. Mit diesem Lösungsansatz wurde der komplette Funkmast im FEM-Programm Abaqus [4] modelliert, um die notwendigen Nachweise zu führen.

Der Wind überträgt am meisten Energie im Frequenzbereich von 0.1 -1.0 Hz. Mit einer Eigenfrequenz von 0.96 Hz liegt der bestehende Funkmast genau in diesem Bereich und ist anfällig auf Resonanz-überhöhungen. Die Erhöhung der Biegesteifigkeit hat keinen grossen Einfluss auf die Eigenfrequenz, da Steifigkeit und Eigengewicht in gleichem Masse erhöht wurden [5]. Jedoch konnte durch die innenliegende UHFB-Stütze zusätzlich die mechanische Dämpfung erhöht werden, welche den dynamischen Faktor und somit die Windeinwirkung massgeblich reduziert.

Folgerungen

Mit der innenliegenden UHFB-Stütze konnte eine effiziente, kostengünstige und nachhaltige Lösung für die Ertüchtigung von bestehenden Funkmasten gefunden werden. Da keine äussere Abänderung am Funkmast geschieht, muss keine Baubewilligung eingeholt werden. Der Vergleich der Umweltbelastungspunkte hat zudem gezeigt, dass durch die Ertüchtigung weniger graue Energie freigesetzt wird, als wenn der Funkmast abgerissen und neu gebaut werden würde. Sämtliche Nachweise der Tragsicherheit konnten erfüllt werden und die Anforderungen an die horizontale Auslenkung der neuen Antennenkonfiguration konnten eingehalten werden.

Tobias Wismer

Betreuer:
Dr.-Ing. (TH) Michael Baur

Experte:
Dr. sc. techn. (EPFL) Pierino Lestuzzi