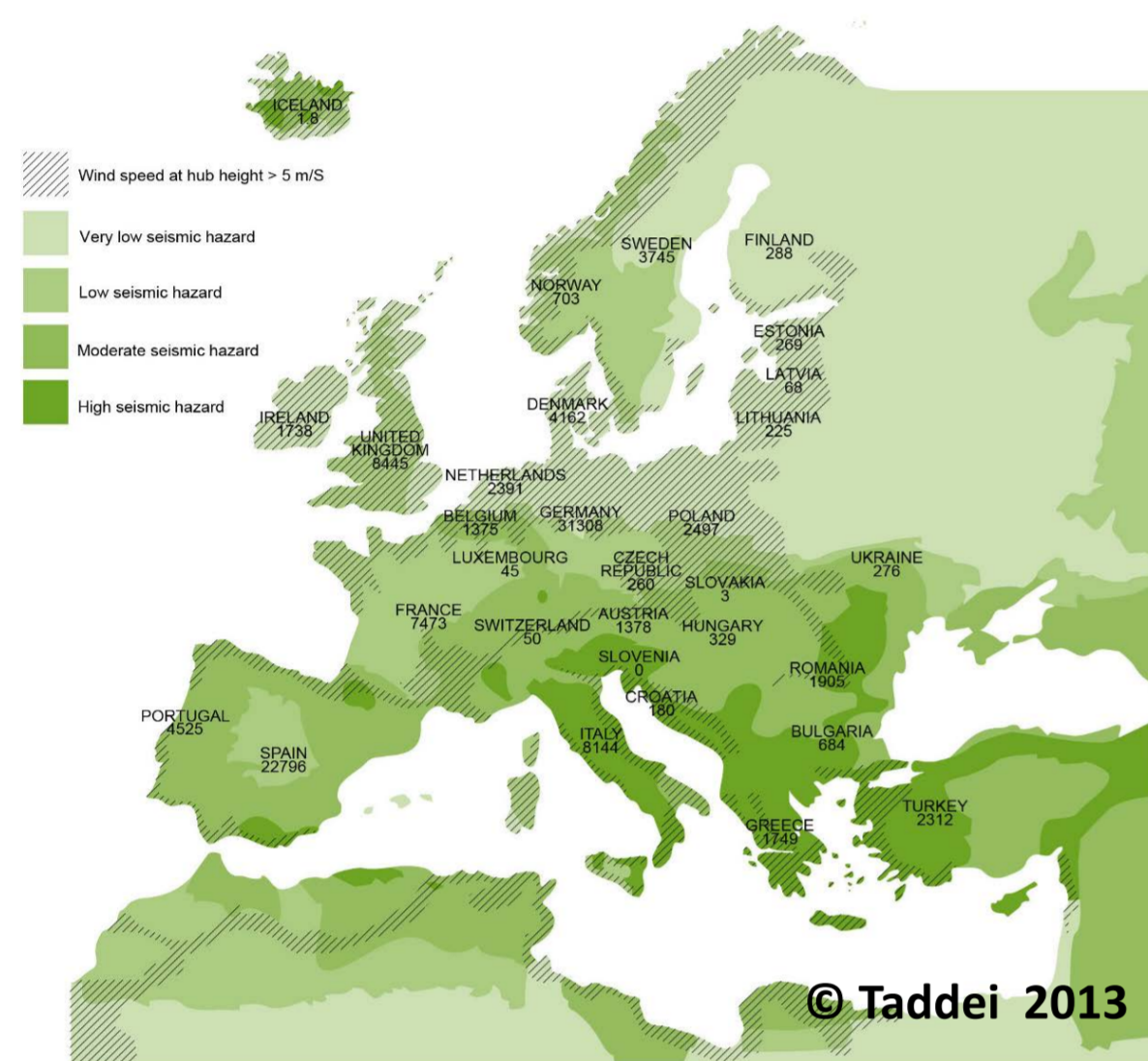


Schwingungsreduktion der seismisch beanspruchten Windenergieanlage

Bachelorarbeit von Lisanne Meinerzhagen

Erneuerbare Energien gewinnen heute zunehmend an Bedeutung. In Deutschland stellt die Onshore-Windenergie denjenigen Sektor dar, der den größten Anteil der Erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung liefert. Ein Nachteil der Windenergie besteht darin, dass Windenergieanlagen aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht effizient genug sind. Sie sind sehr anfällig für dynamische Belastungen und werden darüber hinaus stark infolge von Wind- und Erdbebenlasten dynamisch beansprucht.

wird eine 5 MW Referenzwindenergieanlage mit integriertem Schwingungsdämpfer simuliert. Sie wird durch Wind- und Erdbebenlasten belastet. Dabei werden fünf verschiedene Simulationserdbeben zu Grunde gelegt, durch die die Anlage angeregt wird. Es stellt sich heraus, dass die Schwingungsreduktion, die mit Hilfe des TMDs erreicht wird, vom Erdbeben und von der Windgeschwindigkeit abhängt und zwischen 4 bis 40 % liegt. Niedrige Windgeschwindigkeiten lösen Schwingungen aus, die im Bereich der Eigenfrequenz der Anlage liegen. Der auf die Eigenfrequenz abgestimmte Dämpfer weist dabei seinen höchsten Wirkungsgrad auf.



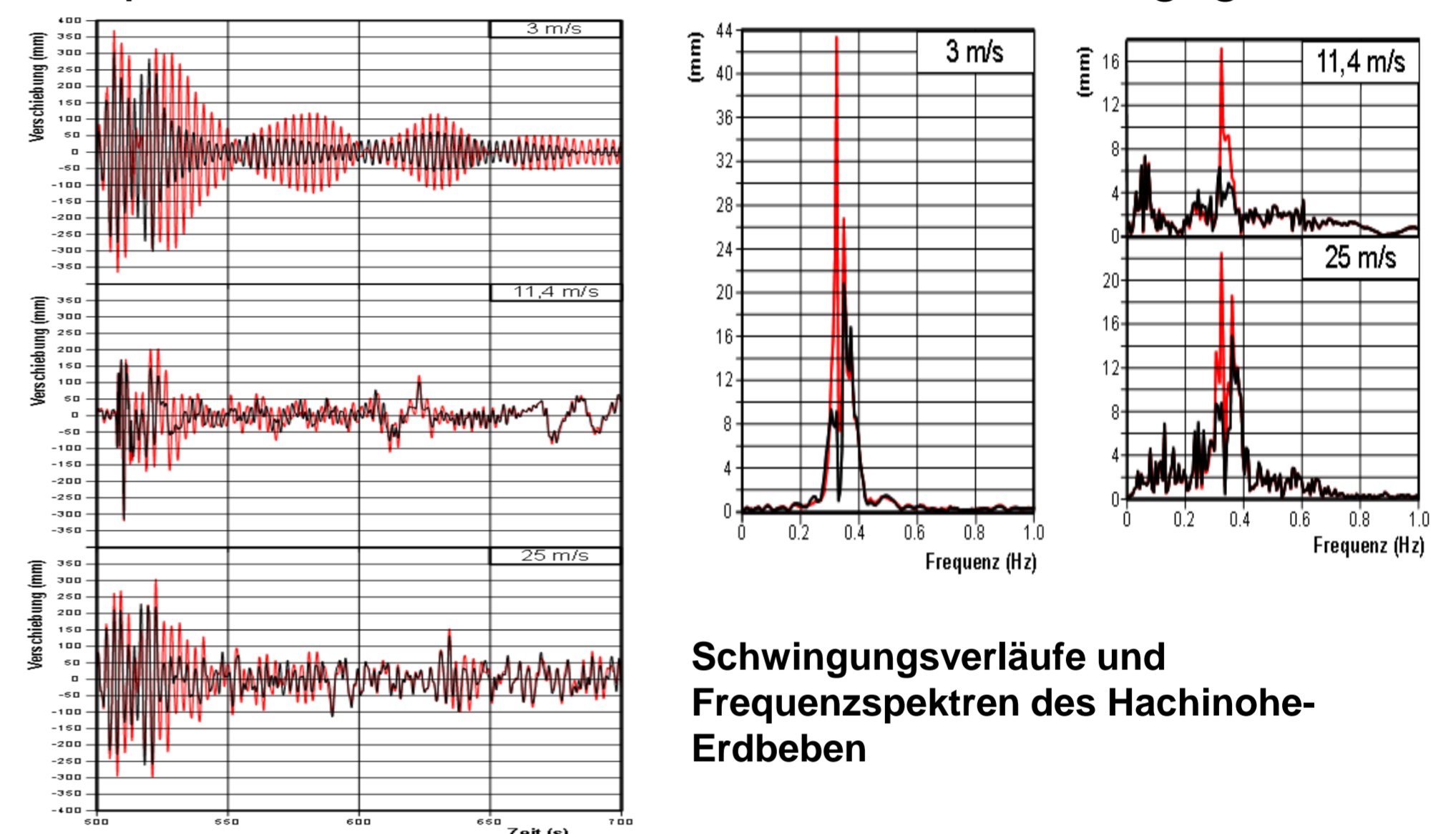
Anzahl der Windenergieanlagen in Europa unter Berücksichtigung von Erdbebengebieten
© Taddei 2013

Aus der dynamischen Belastung resultiert eine hohe Materialbeanspruchung. Tritt diese über längere Zeiträume auf, kann sie zum Ermüdungsbruch führen und begrenzt somit die Lebensdauer von Windenergieanlagen. Um diese wirtschaftlicher zu gestalten, ist es notwendig, die Strukturbeanspruchung durch dynamische Belastungen zu reduzieren. Eine übliche Maßnahme zur Schwingungsreduktion von Bauwerken stellt ein Schwingungsdämpfer (TMD) dar. Dieser kann in Form eines passiven Pendeldämpfers unterhalb des Triebstrangs angebracht und auf die Eigenfrequenz der Windenergieanlage abgestimmt werden.



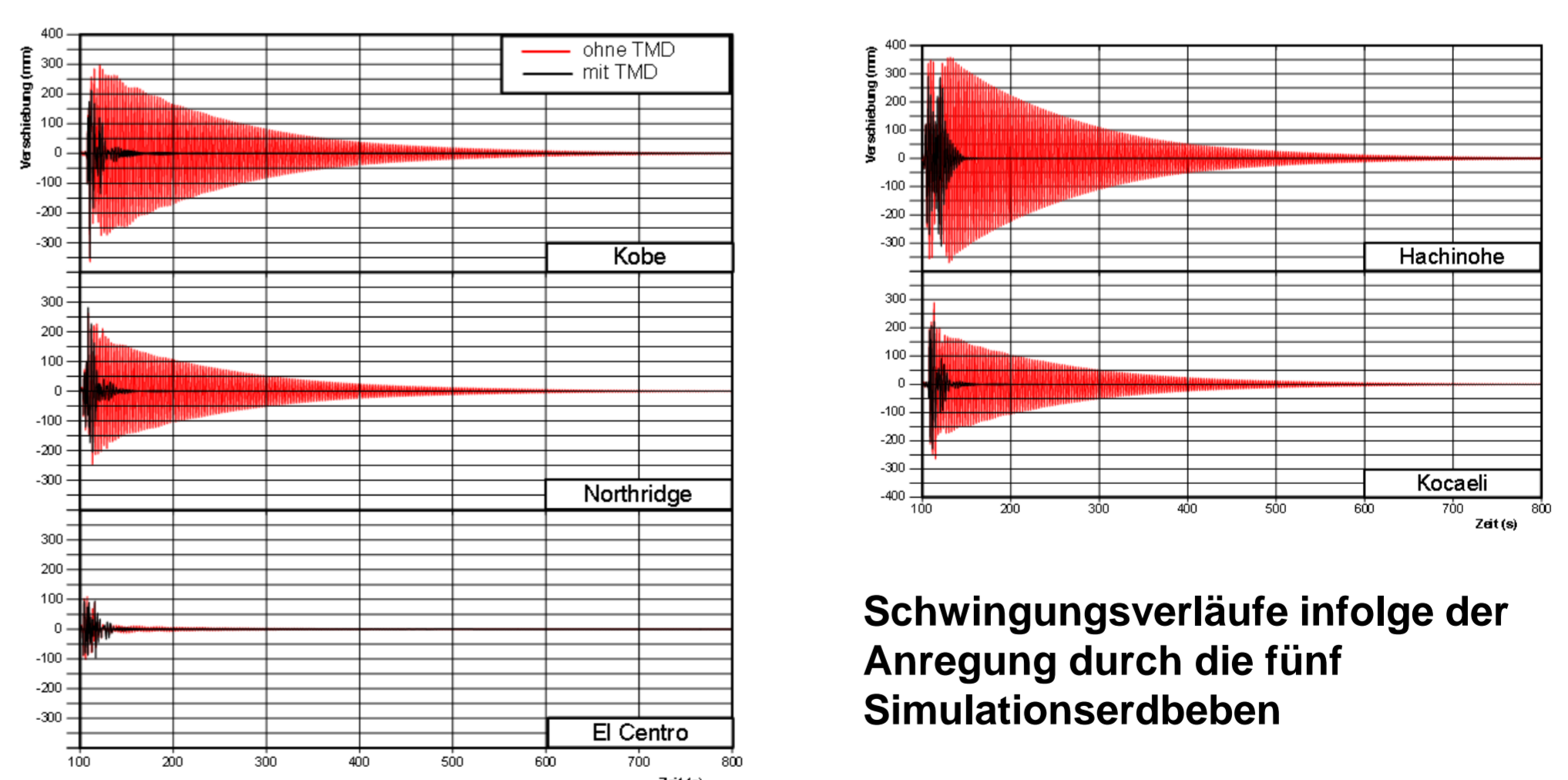
Prototyp eines Schwingungsdämpfers für Windenergieanlagen
© Mitsch et Haunus 2005

Im Rahmen dieser Arbeit wird untersucht, inwiefern ein Schwingungsdämpfer Schwingungen infolge von Wind- oder Erdbebenbelastung reduzieren kann. Mit Hilfe des Simulationsprogramms FAST und den Programmerweiterungen FAST-SC und FAST-Seismic



Schwingungsverläufe und Frequenzspektren des Hachinohe-Erdbeben

Um die Schwingungen infolge von Erdbeben genauer zu untersuchen, wird zusätzlich eine Simulation durchgeführt, bei der die Windlasten vernachlässigt werden. Abhängig davon, ob das Erdbeben die Eigenfrequenz der Anlage anregt, werden höhere oder niedrigere Schwingungsreduktionen erzielt. Diese liegen meist über 60 %, was daran liegt, dass das Ausschlagen der Anlage, nachdem die Erdbebenanregung abgeklungen ist, besonders schnell reduziert werden kann. Doch auch während der Erdbebenanregung liegen die Schwingungsreduktionen zwischen 30-60%.



Schwingungsverläufe infolge der Anregung durch die fünf Simulationserdbeben

Insgesamt erweist sich der TMD gerade bei niedrigen Windlasten und Erdbebenanregung als effektiv und stellt eine mögliche Maßnahme zur Verlängerung der Lebensdauer von Windenergieanlagen dar.