

Überprüfung des Patch-Last-Verfahrens zur Ermittlung der Antwort abgespannter Masten unter Böenwirkung

Mathias Clobes, Andreas Willecke

Der Wind stellt für abgespannte Masten die wesentliche Einwirkung dar. Im Eurocode 1993-3-1 wird die Beanspruchung solcher Tragwerke unter Windbeanspruchung mittels eines Verfahrens berechnet, welches auf einem bereichsweisen Ansatz von Böenwindlast und 10-min Mittel der Windlast beruht. Dieses Verfahren wird als Patch-Last-Methode bezeichnet und soll auf empirische Weise die dynamische Beanspruchung unter böigem Wind berücksichtigen. Im EC 1993-3-1 wird dieses Verfahren auf solche Masten beschränkt, die bestimmte Verhältnisse von Steifigkeit, Masse, Windwiderstand und Schlankheit besitzen und deren Kragarm kürzer als die Hälfte des benachbarten Feldes ist. Im derzeit in der Bearbeitung befindlichen Entwurf der DIN 4131 (Antennentragwerke aus Stahl) ist geplant, dieses Verfahren zu übernehmen. Hierbei soll jedoch auf die oben genannte Beschränkung der Kragarmlänge verzichtet werden, um den Anwendungsbereich der Norm nicht wesentlich einzuschränken. Eine Berücksichtigung der Böenwirkung auf den Kragarm soll mittels des in DIN 1055-4 Anhang C angegebenen Böenreaktionsfaktors erfolgen.

Im Rahmen dieses Kurzvorhabens wurden für Deutschland typische abgespannte Konstruktionen, die üblicherweise mit Hilfe der Regelungen in DIN 4131 und DIN 4133 bemessen werden, entsprechend dieser Regelwerke berechnet und die so ermittelten Beanspruchungen mit einer genaueren Referenzlösung verglichen, um auf diese Weise eine Einschätzung der Qualität der Ergebnisse aus dem Patch-Last-Verfahren zu erhalten.

Das Last-Verformungs-Verhalten abgespannter Tragwerke ist wegen des Durchhangs der Abspannseile nichtlinear. Eine solche Nichtlinearität und deren Einfluss auf die dynamische Tragwerksantwort unter Einwirkung böiger Windlasten kann vollständig nur durch Berechnungen im Zeitbereich berücksichtigt werden. Die Tragwerksantwort unter Einwirkung räumlich korrelierter, turbulenter Windfelder wurde dynamisch im Zeitbereich berechnet und die so gewonnenen Ergebnisse mit jenen des Patch-Last-Verfahrens verglichen.

In der Studie wurden drei angelenkte Schornsteine und vier abgespannte Masten berechnet. Die Ergebnisse für die angelenkten Schornsteine zeigen, dass eine Berücksichtigung des Böenreaktionsfaktors für den Patch-Lastfall "Kragarm" notwendig ist, da ansonsten die Beanspruchungen gegenüber der genaueren Berechnung unterschätzt werden. Bei abgespannten Masten mit einer größeren Auskragung als 50% der benachbarten Feldlänge ist der im Entwurf der DIN 4131 vorgesehene Ansatz - Berücksichtigung des Böenreaktionsfaktors für den überkragenden Teil - geeignet, die Beanspruchungen des Kragarmes und der obersten Abspannebene sicher zu prognostizieren. Bei weichen Zwischenstützungen des Mastes können jedoch relevante Beanspruchungen auftreten, die Grundsätzlich vom Patch-Last-Verfahren nicht erfasst werden, auch wenn solche Tragwerke noch unter die Abgrenzungskriterien des Patch-Last-Verfahrens, sowohl nach Entwurf DIN 4131 als auch nach Eurocode 1993-3-1, fallen. Die mittels des Patch-Last-Verfahrens prognostizierten Beanspruchungen solcher Tragwerke können bis zu 25% unterhalb der Beanspruchungen aus dynamischen Zeitverlaufsberechnungen liegen.