



Bild 1:  
"Die Brücke am Tay". In einer Sturmnacht des Jahres 1879 stürzte sie samt Eisenbahnzug in den Fluß

## Gebäudeaerodynamik: Windkanalversuche als Grundlage für sturmsichere Bauwerke

---

Dipl.-Ing. J. Sahlmen  
Prof. Dr.-Ing. H.-J.  
Niemann

**Der moderne Europäer empfindet einen Sturm nicht mehr als eine unmittelbare Bedrohung, sondern als eine Belästigung, vor der er in sturmsicheren Gebäuden Zuflucht findet. Er nimmt abgedeckte Dächer, umgestürzte Hochspannungsmaste usw. als einen unvermeidlichen Tribut an die Naturgewalten wahr. Diese relative Sicherheit verdankt er Forschungen über die Kräfte, die der Wind an Bauwerken erzeugt, und über die Natur des Windes. Sie ist im übrigen auf die gemäßigten Breiten unserer Erde beschränkt.**

Tropische Wirbelstürme oder Tornados haben noch wenig von ihrem Schrecken und ihrer zerstörerischen Gewalt verloren. Das jüngste Beispiel war der Hurrikan Andrews, der in Florida im August 1992 Schäden in Höhe von nahezu 20 Billionen US\$ verursachte. Vor etwa 120 Jahren begannen

Ingenieure wie Eiffel in Frankreich, Wissenschaftler wie Vogt in Dänemark, Langley in den USA und später Flachsbarth in Deutschland mit ersten Arbeiten auf diesem Gebiet. Immer wieder waren es spektakuläre Einstürze, die solche Forschungen vorantrieben. Ein Beispiel

mit trauriger Berühmtheit ereignete sich Weihnachten 1879 am Fluß Tay in Schottland. In einer Sturmnacht brach während der Überfahrt des Personenzugs Edinburgh - Dundee die damals mit 3 km längste Eisenbahnbrücke der Welt zusammen und versank mit dem Zug und allen Passagieren im Tay.

Der vorliegenden Lastkombination aus überfahrendem Zug und Starkwindanregung hielt die Brücke nicht stand (Bild 1). Der Einsturz der Brücke war kein unvorhersehbarer Schicksalsschlag. Er lag vielmehr darin begründet, daß die Ingenieure jener Zeit den gewaltigen Kräften der Stürme nur eine geringe Bedeutung beigemessen hatten. Die Bestürzung der Weltöffentlichkeit über dieses Unglück wurde in dem Gedicht 'Die Brück' am Tay' von Theodor Fontane mit den Worten "Tand, Tand ist das Gebilde von Menschenhand" festgehalten. Im Jahre 1948 geriet die Problematik der Windlasten durch den Einsturz der Tacoma-Brücke (Seattle/USA) erneut in die Schlagzeilen. Diese sehr schlanke Hängebrücke war bereits vor ihrem Zusammenbruch als sehr schwingungsanfällig

bekannt; sie hatte von der Fachwelt den Spitznamen 'galoppierende Gerda' erhalten, da sie sich regelmäßig an windigen Tagen zu merklichen Schwingungsamplituden aufschaukelte. Bei einem länger anhaltenden auffrischendem Sturm wurden schließlich die flatterartigen Schwingungen derart groß, daß sich die Fahrbahnplatte zeitweise bis zu einem Winkel von 45° aufschaukelte. Als Konsequenz dieses resonanten Aufschwings war der Kollaps nur eine Frage der Zeit. Ein Phänomen ganz anderer Art wurde bei einem Schadensfall im November 1965 in Ferrybridge, England, beobachtet. In einer Gruppe von acht Kühltürmen stürzten während eines Sturms drei Türme ein. Die Anordnung war baulich so gewählt (Bild 2), daß zwei Reihen mit jeweils vier Kühltürmen eng beieinander standen. Der Wind blies zum Zeitpunkt des Unglücks dermaßen ungünstig, daß die im 'Windschatten' stehende 4er-Reihe über einen längeren Zeitraum hinweg stark durch periodisch ablösende Wirbelballen der voranstehenden Kühltürme beansprucht wurde, so daß schließlich drei Kühltürme einstürzten. Weniger spektakuläre aber um so

häufigere Schäden hängen mit der besonderen Natur des Windes zusammen. Sturm ist eine Abfolge starker Böen. Sie erzeugen eine Vielzahl von Laststößen mit unterschiedlicher Dauer und Intensität, die ein Bauwerk zu mehr oder weniger ausgeprägten Schwingungen anregen.



Bild 2: Spektakulärer Sturmschaden: Einsturz von drei Kühltürmen in Ferrybridge, England, 1965.

Auch dann, wenn Schwingungen weit unterhalb der Tragfähigkeitsgrenze des Bauwerkes liegen, können sie dazu führen, daß es für den geplanten Gebrauch nicht mehr oder doch nur eingeschränkt tauglich ist. Übermäßige Schwingungen von Hochhäusern haben die Menschen in den oberen

Geschossen werden lassen. Glasfassaden wurden durch Diagonalisierung der Rahmen zerstört. Schwingungen haben in Stahlkonstruktionen zu Rissen durch Materialermüdung geführt. Die Schiefstellung des Turms von Pisa wird damit erklärt, daß die Laststöße von Windböen ungleichmäßige Setzungen des Baugrundes unter dem Turmfundament hervorgerufen haben.

---

**Eigener Wissenschaftszweig:  
Windingenieurwesen**

---

Wo stehen wir heute? In den letzten fünf Jahrzehnten hat sich ein eigenständiger Wissenschaftszweig, das Windingenieurwesen, entwickelt. Er umfaßt Teile der Strömungsmechanik und der Meteorologie. Neuere Konzepte und Methoden im Bauingenieurwesen spielen eine besondere Rolle. So wurde für die Beurteilung der Sicherheit von Tragwerken ein grundlegend neues Gedankenmodell entworfen, das auf den Gesetzen der Statistik und Wahrscheinlichkeit beruht und damit auch dem so ausgeprägt statistischen Charakter von Stürmen und Böen gerecht wird. Mit der Entwicklung

computerorientierter Berechnungsmethoden gelang ein Quantensprung in der Leistungsfähigkeit der Ingenieure, das statische und dynamische Tragverhalten ihrer Entwürfe zu berechnen. Damit wurde es möglich, die Wirkung eines so komplizierten Belastungsprozesses, wie ihn die Windlast darstellt,

einem Windkanal, also auf experimentellem Wege. Windkanäle, die in der Gebäudeaerodynamik eingesetzt werden (Bild 3), unterscheiden sich wesentlich von den klassischen, die man im Fahrzeug- und Flugzeugbau verwendet. Im klassischen Fall wird angestrebt, eine glatte, möglichst turbulenzarme



Bild 3: Der Bochumer Grenzschichtwindkanal nach 'Eiffelscher' Bauart. Der Luftstrom (Windgeschwindigkeiten zwischen 0,5 und 30 m/s) wird am Ende der geschlossenen Messstrecke durch ein Axialgebläse (Bild links, Hintergrund) aus der Umgebung des Windkanallabors angesaugt

mit großer Genauigkeit zu erfassen.

Wie kann dieser Lastprozeß, das erste Glied in der Berechnungskette, an deren Ende das sturmsichere Bauwerk steht, gewonnen werden? Im wesentlichen durch Messungen an Bauwerksmodellen in

Strömung zu erzeugen. Im Gegensatz hierzu ist für Gebäudeuntersuchungen die Böigkeit des Windes maßstäblich zu simulieren, d.h. es muß eine hohturbulente Strömung erzeugt werden (Bild 4). Generell läßt sich feststellen, daß im Zuge der Wirtschaftlichkeitsanforderungen und dem

damit verbundenen Trend zu Leichtbau, Bauwerke bzw. Bauwerksteile in der heutigen Zeit mehr und mehr anfällig gegenüber Windlasten werden. Der entwerfende Ingenieur hat in seinem Tragwerksentwurf alle für das geplante Gebäude maßgeblichen Einwirkungen - neben Eigengewicht insbesondere die Nutzlasten aber auch Lasten infolge Schnee und Wind - zu



Bild 4: Turbulente Strömung: Laserlicht macht Wind sichtbar.

berücksichtigen. In den meisten Fällen reichen die Lastannahmen der standardisierten Baunormen aus, um ein Bauwerk mit angemessener Sicherheit zu entwerfen.

Die Frage, ob ein Windkanalversuch zu empfehlen oder sogar zu fordern ist, stellt sich dann, wenn die Beanspruchungen, die von den Windkräften erzeugt werden, einen erheblichen Teil der Gesamtbeanspruchungen

ausmachen oder wenn die Windlast zum Verlust des Gleichgewichts führen kann. Dies gilt insbesondere für leichte Bauweisen oder flexiblere, schwingungsanfällige Konstruktionen. Die Normangaben müssen generell konservativ abgefaßt werden und treffen oftmals nicht genau genug die individuelle Gestalt eines Gebäudes.

#### Windkanal optimiert Sicherheit und Kosten

Deshalb bietet sich in diesem Fall der Windkanalversuch zur Optimierung der Auslegungsparameter 'Sicherheit und Baukosten' an, aber er ist nicht zwingend notwendig. Anders verhält sich die Sachlage, wenn der durch den Stand der Technik abgedeckte Erfahrungsbereich verlassen wird, beispielsweise wenn Bauformen wie die Dachkonstruktion des Olympiastadions in München vorliegen oder sehr große Bauwerksdimensionen, wie z.B. bei Fernmeldetürmen, Kühltürmen oder Brücken, angesetzt sind. In diesem Fall wird ein Modellversuch zur Identifizierung der

Windlasten unumgänglich. Das atmosphärische bodennahe Windfeld ist unter Starkwindbedingungen durch eine komplexe 'Grenzschichtströmung' charakterisiert, bei der die vorliegenden Verhältnisse anhand von Modellvorstellungen beschrieben werden. Die mittlere Windgeschwindigkeit wird einerseits von der Höhe über Grund und andererseits von der Bodenrauigkeit bestimmt. Darüber hinaus führen Windböen dazu, daß die lokale Strömungsgeschwindigkeit starken zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Die Eigenschaften dieser Strömungsturbulenz lassen sich nur mit den Mitteln der Statistik sinnvoll beschreiben. Um eine Erhaltung der kinematischen Ähnlichkeit zwischen Natur und Versuch gewährleisten zu können, muß im Modellversuch eine Grenzschicht erzeugt werden, die die entsprechende Strömungscharakteristik der Natur beschreibt. Für die Abbildung der Geländeform im Windkanalversuch wird Karten- und Fotomaterial der weiteren und näheren Bauwerksumgebung ausgewertet und auf die Versuchsbedingungen

übertragen. Grundsätzlich kann dabei zwischen Bodenrauigkeiten, die durch gleichmäßig verteilte, kleinformatige Körper (Hecken, Wald, Vorstadtbebauung) erzeugt werden und einzelnen, großformatigen Körpern (Industrieanlagen, Hochhäusern) unterschieden werden. Im ersten Fall differenziert man je nach Höhe der Bodenrauigkeit verschiedene Geländetypen mit unterschiedlichen Anströmcharakteristiken, wobei mit wachsender Bodenrauigkeit eine erhebliche Abnahme der Windgeschwindigkeit in Bodennähe auftritt. Stehen einzelne, großformatige Körper in direkter Nähe des Untersuchungsobjektes, so ist, wie man spätestens seit dem Unglück von Ferrybridge weiß, grundsätzlich mit 'Interferenzeffekten' (Übergeschwindigkeiten durch Windschneisen, zusätzliche Wirbelbildung ...) zu rechnen. Die Interferenzeffekte hängen dabei ganz wesentlich von der Windrichtung ab. Bild 5 zeigt die Komplexität der Strömungsverhältnisse am Beispiel eines Kühlturms.

---

**Simuliert wird, was den  
Wind beeinflusst**

---

Für den Laborversuch wird es somit notwendig, die entsprechende großräumige Anströmung wie auch vorhandene größere Gebäude, die das lokale Windfeld in Modellhöhe beeinflussen, abzubilden. Bild 6 zeigt ein im Windkanal eingebautes Kraftwerksmodell. Das Untersuchungsobjekt, ein großer Kühlturm, befindet sich am Ende des Drehtisches. Im Hintergrund kann man die entsprechenden Elemente, die für die Steuerung der großräumigen Windcharakteristik verantwortlich sind, erkennen. Die hier gezeigte Konfiguration der Rauigkeitskomponenten 'Stolperleiste im Einlauf',

'Wirbelgeneratoren' (gelbe Leiste bzw. gelbe Finnen im Bildhintergrund) und 'Rauigkeitsfelder am Boden' simuliert die Kategorie Anströmung über ebenes, offenes Gelände. Liegt das zu untersuchende Objekt in einem Stadtkern, so sind die benannten Einbauten entsprechend abzuändern. Darüber hinaus ermöglicht die drehbare Lagerung des Windkanalmodells auf einem Drehtisch die Untersuchung sämtlicher Windrichtungen.

Eine weitere 'Ähnlichkeitsforderung' für Windkanalversuche besteht darin, die turbulente Strömung der Natur für den Laborversuch zeitlich und

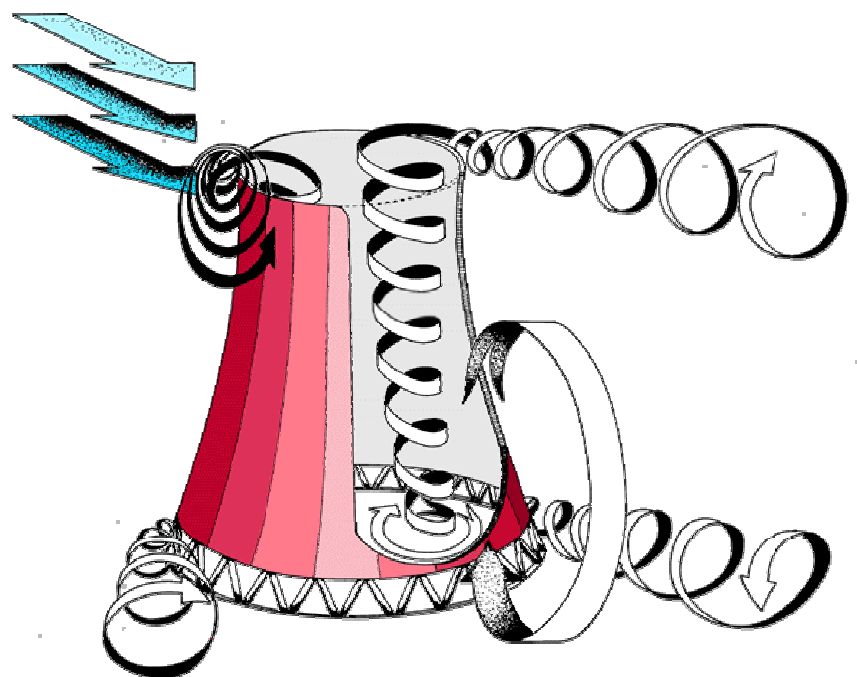


Bild 3: Der Bochumer Grenzschichtwindkanal nach 'Eiffelscher' Bauart. Der Luftstrom (Windgeschwindigkeiten zwischen 0,5 und 30 m/s) wird am Ende der geschlossenen Messstrecke durch ein Axialgebläse (Bild links, Hintergrund) aus der Umgebung des Windkanallabors angesaugt

räumlich ähnlich abzubilden. Dieses bewirkt, daß die Simulation des Windes zwangsläufig einen Zeit- und einen Längenmaßstab für die Wirbelgröße und die Transportgeschwindigkeit der Wirbel beinhaltet. Besondere Bedeutung kommt dabei dem eingebrachten geometrischen Längenmaßstab der Wirbelgröße zu, da durch ihn der Modellmaßstab des Bauwerks vorgegeben wird. Nicht immer ist es möglich, eine exakte Übereinstimmung beider Maßstäbe zu erzielen, da versuchstechnische Restriktionen die konkrete Maßstabsfestlegung des Modells mit beeinflussen.

---

**Auf den richtigen Maßstab kommt es an**

---

Beispielsweise wird durch die Festlegung die mögliche Detailtreue der Nachbildung bestimmt und auch - da die Abmessungen des Windkanals begrenzt sind -, inwieweit Umgebungsbebauung des Modells mit berücksichtigt werden kann. Darüber hinaus ist zu beachten, daß das Modell den Gesamtabmaßen des entsprechenden Windkanals angepaßt wird; denn sind Modell und Wand bzw. Decke zu

dicht beieinander, so wird ein sogenannter 'Versperrungseffekt' hervorgerufen, der das Umströmungsfeld des Modells verfälscht. Auch die Meßtechnik kann eine Modifikation des Modellmaßstabs hervorrufen, denn zu kleine Modellmaßstäbe können teilweise den Einsatz von Meßgebern erschweren bzw. verhindern. Wird z.B. ein Fernmeldeturm im Windkanal untersucht, so ist es wesentlich, sowohl die Antennensysteme als auch bauliche Maßnahmen im oberen Bereich des Turm exakt nachzubilden, da sie fundamental das Schwingungsverhalten unter Windbeeinflussung prägen. Diese Anforderung führt zu einem relativ aufwendigen und filigranen Modell mit Maßstäben in einer Größenordnung von 1:100 bis 1:200. Für Untersuchungen an Kühlturmgruppen dagegen ist es besonders wichtig, die umgebende Bebauung großräumig abzubilden, um so vor allem negativ wirkende Interferenzeffekte mit erfassen zu können. Hierbei liegt die Größenordnung der Maßstäbe bei 1:500 - 1:700. Besteht nicht die Möglichkeit, die oben angesprochenen Anforderungen wie

Modellpräzision, Umgebungsbebauung, Meßtechnik oder Versperrung unter einen Maßstab zu fassen, so wird die Untersuchung in zwei getrennten Schritten mit unterschiedlichen Modellgrößen für Einzelbauwerk und Gruppenmodell durchgeführt. Gegebenenfalls wird auch eine Maßstabsveränderung der Anströmung vorgenommen. Windkanaluntersuchungen können sowohl für geplante Neubaubebauung als auch für Bestandsbebauung aufgrund der erläuterten Interferenz notwendig werden. Im Vordergrund der Untersuchungen kann die einwirkende Windlast, wie auch das Schwingungsverhalten unter Starkwind stehen. Daher liegen den Messungen im Windkanal oftmals verschiedene Anforderungen an den Modellversuch zugrunde. Beispielsweise sind für Brücken prinzipiell andere Randbedingungen zu erfüllen als für die Betrachtung von Funkmasten, Schornsteinen oder Stadiondächern. Im wesentlichen steuert die Auswahl des Modellwerkstoffs und die zur Verfügung stehende Meßtechnik die Methodik der Analyse. Grundsätzlich lassen sich

hierbei drei Arten von Versuchen voneinander abgrenzen:

Untersuchungen mit starren Modellkörpern, Untersuchungen mit elastischen

Modellkörpern, Untersuchungen mit aeroelastischen

Modellkörpern. Starre Modelle werden verwendet, wenn ausschließlich die anliegenden Windlasten untersucht werden sollen.

über sogenannte 'Druckmeßbohrungen' in der Modellwand wird der außen anliegende Winddruck der Anströmung vermessen; eine direkte Verformung des Modells wird durch die Verwendung von starrem Material (z.B. Plexiglas) verhindert. Grundsätzlich sind somit Aussagen über das mittlere und momentane Strömungsfeld um den Modellkörper möglich. über theoretische Ansätze und FE-Programme kann die Reaktion des Tragwerks im Anschluß an die Versuchsreihen analytisch bestimmt werden.

Elastische Modellkörper werden eingesetzt, wenn neben den anliegenden Windlasten vor allem die Verformungen eines Tragwerks untersucht werden sollen. Hierbei besteht weder eine Ähnlichkeit von Modellwerkstoff und Werkstoff der



Bild 6:  
Kraftwerksmodell im Windkanal. In Windrichtung vor dem Modell werden mit Hilfe von 'Stolperleiste', Wirbelgeneratoren und Rauheitsfeldern am Boden die natürlichen Strömungsverhältnisse des Windes simuliert.

Originalausführung, noch wird das dynamische Tragwerksverhalten naturgetreu abgebildet. Lediglich die exakte Geometrie wird maßstäblich für den Versuch übertragen. Der Vorteil liegt vor allem darin, daß Sonderuntersuchungen wie z.B. das Schalenbeulen von Kühltürmen oder Industrietanks besser durchgeführt werden können. Bild 7 zeigt ein Beispiel für ein Kühlturmmodell aus relativ weichem Kunststoff, an dem auf der Außenseite elektrische Meßgeber zur Messung der Verformungen unter Starkwindbelastung angebracht sind. Bei Windkanalversuchen mit aeroelastischen Modellen wird sowohl der geometrische Maßstab als auch das statische und dynamische Tragwerksverhalten unter

Windlast realistisch abgebildet. Unter Verwendung dieser Methode können nicht nur die Verformungen bestimmt werden, sondern es sind auch Rückschlüsse auf das Schwingungsverhalten des Originalbauwerks möglich. Allgemein wird für Windkanaluntersuchungen eine breite Palette von Spezialmeßtechnik benötigt, die entsprechende Aufzeichnungen von Verformungen, Beschleunigungen, Kräften, Momenten oder Drücken an den Modellen möglich macht. Darüber hinaus werden Meßgeber zur Analyse der Geschwindigkeiten und Laserlicht zur Strömungssichtbarmachung eingesetzt. Je nach Versuchsanforderung werden auch verschiedene Techniken parallel nebeneinander verwendet.

Ist beispielsweise die Reaktion einer Kühlturmschale von Interesse, so ist es möglich, über 'Dehnungsmeßstreifen' und 'Druckmeßdosen' Informationen über die Einwirkungen des Windes auf die Kühlturmschale bzw. deren Verformung zu bekommen.

Beide Meßsysteme sind in Bild 7 dargestellt. Der Dehnungsmeßstreifen zur Messung der Verformung befindet sich außenliegend direkt auf der Schalenoberfläche (innen und außen); die innenliegenden Druckmeßdosen sind über den gesamten Umfang verteilt in einem 20°-Raster angeordnet. Über ein Schlauchsystem, das sich an einer Bohrung in der Schale mit Zugang zur Anströmung befindet, wird der durch den Wind erzeugte Druck auf die Außenschale zeitgleich mit den Verformungen ermittelt. Werden die Messungen von Druck und Verformung für verschiedene Höhen-schnitte vorgenommen, so kann anhand dieser Information anschließend eine Verknüpfung von Tragwerksreaktionen und Windlasten durchgeführt werden. Als Endresultat wird die durch den Wind aufgebrachte Last an der Kühlturmschale identifiziert. Auf der Grundlage dieses Ergebnisses ist der

Konstrukteur in der Lage, die Dimensionen für den Bauwerksentwurf (z.B.: Wanddicken, Anzahl und Stabdicke der Bewehrungseisen, etc.) festzulegen.

Projektbeispiel: Neubau eines Kraftwerksblocks. Die Komplexität einer Windkanaluntersuchung zeigt sich am Beispiel einer Kraftwerksmodernisierung, bei der eine Kraftwerksgruppe um einen hochmodernen Kraftwerksblock (950 MW / Wirkungsgrad ca. 43 %) ergänzt werden soll. Im Rahmen dieses Neubaus ist es geplant, neben einem 160 m hohen Kesselhaus einen der größten Kühltürme der Welt zu plazieren. Seine gewaltigen Dimensionen belaufen sich auf eine Höhe von 200 m und einen Basisdurchmesser von 150 m.



## Ein Riese im Windkanal

Einerseits wird beim Bau eines Kühlturms mit 200 m Höhe eine Marke erreicht, für die momentan keinerlei bauliche Erfahrungen oder Normungen vorliegen; andererseits wird eine grundlegende Veränderung des bestehenden Strömungsfeldes vorgenommen, so daß genauere Aussagen zur Standsicherheit der benachbarten, z.T. seit 20 Jahren in Betrieb befindlichen Kühltürme, Schornsteine und Rohrleitungssysteme ohne einen Windkanalversuch nur unzureichend genau möglich sind. Für den Versuch ergeben sich daher grob umrissen folgende Untersuchungsabschnitte:

- Ermittlung der Entwurfswindlasten für

Bild 7: Windkanaluntersuchungen setzen eine breite Palette an Meßtechnik voraus: Zum Beispiel läßt sich über Dehnungsmessstreifen und Druckmessdosen die Druck- und Verformungswirkung auf die Kühlturmschale erfassen.

den Kühlturmneubau



- Vermessung der Windfelder in der Kraftwerksgruppe mit und ohne Neubauten zur Identifikation kritischer Windlastsituationen
- Kontrolle der Standsicherheit der benachbarten Kühltürme und Schornsteine
- Kontrolle der Fassadenlasten im Bereich von neu entstehenden Gassen .



Bild 8: Im Windkanal: Das Modell des neuen Kraftwerkblocks mit dem dahinter liegenden 'Kühlturm-Riesen' (Blickrichtung zum luftansaugenden Gebläse)

Für die Untersuchungen wurde ein komplexes, detailgetreues Holzmodell (Maßstab 1:500) der

Umgebungsbebauung hergestellt. Bild 8 zeigt rechts im Modell den neuen Kraftwerksblock mit dem geplanten Kühlturm im Hintergrund. Die Untersuchungen in der Kraftwerksgruppe werden vor allem deshalb relativ aufwendig, da eine sehr dichte Bebauung auf engstem Raum vorliegt (Bild 9). Das komplexe Rohrleitungssystem, das sich in Rohrbündeln über den Kraftwerksbereich erstreckt, erschwert die Lage noch zusätzlich. Neben den umfangreichen Messungen am Kühlturmneubau nimmt die Überprüfung des neu entstehenden Windfeldes einen großen Meßumfang ein. An ca. 20 Rohrbündelmeßstellen wurden die vorliegenden Strömungsgeschwindigkeiten mit und ohne Neubau ermittelt, so daß über einen Vergleich beider Situationen eine grundsätzliche Interferenzaussage möglich ist. Die beiden benachbarten Kühltürme sind ebenso auf Interferenzeinflüsse zu überprüfen wie die dem

neuen Kühlturm nahestehenden Schornsteine. Hierzu werden für die Kühltürme zwei starre Modelle eingesetzt, an denen die einwirkenden Windlasten ebenfalls für die Situation mit und ohne Neubauten kontrolliert werden.

Nach dem gleichen Versuchsschema werden die Schornsteine auf einer sogenannten 'Kraftmeßwaage' im Windkanalboden befestigt und hinsichtlich der Veränderungen ihrer Fußspannmomente überprüft. Letztendlich läßt sich anhand der Gesamtuntersuchung feststellen, daß man das Sturmrisiko auch für so ungewöhnlich große Kühltürme sicher beherrscht, wenn man alle Aspekte in die Untersuchungen einbezieht. Die Strömungsinterferenz mit der Nachbarbebauung hat sich dabei als ein besonders kritischer Einfluß herausgestellt.



Bild 9: Bei sehr hohen Kühltürmen dürfen Strömungsinterferenzen - Übergeschwindigkeiten durch Windschneisen oder zusätzliche Wirbelbildung - nicht zum Risiko werden. (Fotomontage mit freundlicher Genehmigung der Ingenieurgesellschaft Zerna,Köpfer&Partner)

Der 200 m Kühlturm ist Bestandteil einer neuen Generation von Kraftwerksblöcken, in der der Wirkungsgrad um nahezu 10 % gegenüber dem von gängigen Anlagen verbessert wurde. In Anbetracht der Wirtschaftlichkeit und der Schonung der Umwelt besteht daher trotz aller Schwierigkeiten ein starkes Interesse, auch derartig große Bauvorhaben mit sehr hohem Anforderungsniveau zu verwirklichen.

Nach dem gleichen Versuchsschema werden die Schornsteine auf einer sogenannten 'Kraftmeßwaage' im Windkanalboden befestigt

und hinsichtlich der Veränderungen ihrer Fußeinspannmomente überprüft. Letztendlich läßt sich anhand der Gesamtuntersuchung feststellen, daß man das Sturmrisiko auch für so ungewöhnlich große Kühltürme sicher beherrscht, wenn man alle Aspekte in die Untersuchungen einbezieht. Die Strömungsinterferenz mit der Nachbarbebauung hat sich dabei als ein besonders kritischer Einfluß herausgestellt. Der 200 m Kühlturm ist Bestandteil einer neuen Generation von Kraftwerksblöcken, in der der Wirkungsgrad um nahezu 10 % gegenüber dem von gängigen Anlagen verbessert wurde. In Anbetracht der Wirtschaftlichkeit und der Schonung der Umwelt besteht daher trotz aller Schwierigkeiten ein starkes Interesse, auch derartig große Bauvorhaben mit sehr hohem Anforderungsniveau zu verwirklichen.

Veröffentlicht in:

RUBIN - Wissenschaftsmagazin der Ruhr-Universität  
Bochum 2/97

7. Jahrgang, Wintersemester 1997

Kontakt: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/rubin/rubin.htm>