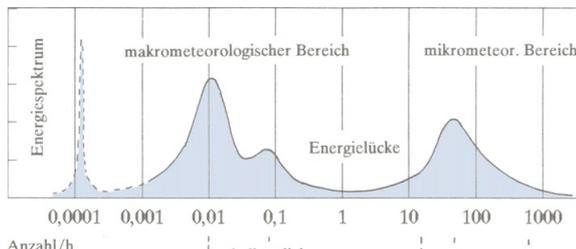


Windlasten

Windkräfte am Bauwerk schwanken zeitlich und räumlich. Sie wirken direkt auf die Außenflächen geschlossener Gebäude und indirekt über Öffnungen auch auf innen liegende Wände. Eine windgerechte Auslegung einer Tragstruktur - hier ausschließlich bezogen auf die gebäudeaerodynamische Problemstellung - erfordert eine Beurteilung folgender Aspekte:

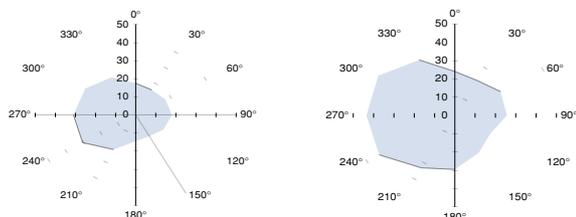
Extremwindklima

Das Spektrum des natürlichen Windes weist in der Regel drei charakteristische, energiereiche Frequenzbereiche auf, welche von den Jahreszeiten, den Großwetterzyklen (*makrometeorologisch, Stürme*) herrühren und durch Bodenreibung in der Grenzschicht erzeugt werden (*mikrometeorologisch, Böigkeit*).



Energie der Wirbelströmungen in der der Atmosphäre für verschiedene Frequenzbereiche, Jahresgang spekulativ, nach Davenport 1963, Daten nach v. d. Hoven, 1957.

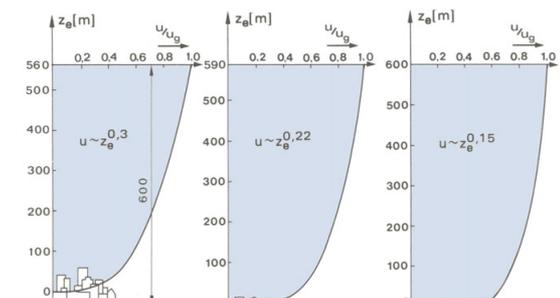
Bei der Beschreibung des Extremwindklimas eines betrachteten Standortes gilt es, die von der bodennahen Windströmung unabhängigen, klimatischen Extremwindereignisse zu prognostizieren (im Bild oben ist dies der Bereich links von der *Energierücke*). Die Maximalwerte der Windgeschwindigkeit werden als *Referenzwind* spezifizierter Dauer und Häufigkeit definiert.



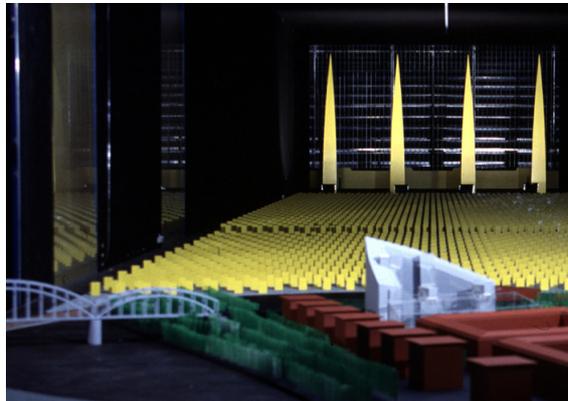
Unterschiedlich hohe 10-Min.-Mittelwerte (links) und 5s-Böenspitzenwerte (rechts) der Windgeschwindigkeit für verschiedene Windrichtungen an einem mitteldeutschen Standort für eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren bestimmt, Datenquelle: DWD.

Grenzschichtströmung

Die Erdoberfläche verzögert den ungestörten atmosphärischen Wind bis zum Stillstand am Boden. Einflussfaktoren sind die lokale Topographie sowie die natürliche oder künstliche Bodenrauigkeit. Für die Windlastberechnung sind Höhenprofile von Windgeschwindigkeit und Turbulenzintensität bereitzustellen.



Je nach Beschaffenheit des umgebenden Geländes oder der umgebenden Bebauung lassen sich zur Bemessung der Windlasten unterschiedliche Windprofile heranziehen, Sockel, 1984.



In Experimenten werden die Beiwerte für den Winddruck an der Gebäudehülle unter realistischen Bedingungen gemessen, Abb.: Modell 1:200 im Windkanal der ETH Zürich, 1997.

Gebäudeumströmung

Das Gebäude verdrängt die Grenzschichtströmung und erzeugt ein geometriespezifisches, bereichsweise instationäres Druckfeld. Von besonderem Interesse sind jene Bereiche des im allgemeinen komplexen Strömungsfeldes, wo starke Krümmungen der Stromlinien und Ablösungen der Strömungen von der Gebäudekontur auftreten. Je nach Art des Gebäudes ist mit echten Wechselwirkungen zwischen Druckschwankungen und Strukturverformungen bzw. Strukturbewegungen zu rechnen. Es wird grundsätzlich zwischen vier verschiedenen Wechselwirkungen von Grenzschichtströmung und Tragstruktur unterschieden: die statische Antwort und die statische Stabilität sowie die dynamische Antwort und die dynamische Stabilität.

Die Begriffe statisch und dynamisch beziehen sich dabei stets auf das Verhalten der Tragstruktur und dürfen nicht mit der im allgemeinen instationären Grenzschichtströmung verwechselt werden. Als statisch wird die Wechselwirkung bezeichnet, wenn die Struktur als starr aufgefasst werden darf, als dynamisch, wenn durch Windwirkung wesentliche Trägheitskräfte innerhalb der Struktur wirksam werden. Beispiele der vier genannten Wechselwirkungen sind etwa das Druckfeld über einer Fassadenhaut (statische Antwort), die Torsionsdivergenz von Türmen (statische Stabilität), die Böenbeanspruchung eines weit gespannten Hallendaches (dynamische Antwort) oder die Lateralschwingung benachbarter Kühltürme (dynamische Stabilität).

Bei Antwortphänomenen geht es darum, die entsprechenden statischen Lasten oder dynamischen Beanspruchungen abzuschätzen und die Tragstruktur lastgerecht auszulegen. Im einfachsten Fall erschöpft sich diese Aufgabe in der Definition von aerodynamischen Druck- und Kraftkoeffizienten. Instabilitäten sucht man in der Regel gänzlich zu vermeiden, sei dies durch entsprechende modale Eigenschaften der Tragstruktur oder durch Beeinflussung der Strömungserregung.

Die Nachweisführung erstreckt sich im allgemeinen auf den Zustand des Versagens der Struktur (Tragfähigkeit), den Gebrauchszustand (Gebrauchsfähigkeit) sowie auf die wiederholte Nutzung (Ermüdungsfestigkeit). Für Auslegungszwecke werden alle an Gebäuden oder Bauteilen auftretenden Belastungen auf einen, dem Quadrat einer Windgeschwindigkeit proportionalen Vergleichsdruck, den Staudruck, bezogen. Der Staudruck dient als Referenz für den Druckbeiwert c_p , positive Beiwerte entsprechen einem Überdruck, negative Beiwerte bedeuten Unterdruck gegenüber der Umgebung.

