

Intelligentes Steuerungssystem für einen außenliegenden Sonnenschutz

Prof. Dr. – Ing. H. Ruscheweyh
Ruscheweyh Consult GmbH, Aachen

Ein außenliegender Sonnenschutz ist dem Wind ausgesetzt und muss bei Überschreiten eines Grenzwertes eingefahren werden. Um die Sonnenschutzfunktion optimal zu gewährleisten und gleichzeitig den Sonnenschutz vor Windschäden zu schützen, wurde von der Ruscheweyh Consult GmbH das sog. Windcharakteristiken-Verfahren entwickelt. Es ist ein intelligentes Steuerungssystem, mit dem eine optimale Funktion des äußeren Sonnenschutzes erreicht wird.

Außenliegende Sonnenschutzanlagen haben den Vorteil, dass die am Sonnenschutz eingefangene Strahlungswärme nicht unmittelbar in den zu schützenden Raum gelangt. Nachteilig ist jedoch, dass diese Anlagen dem Wind ausgesetzt sind. Sie sind nur bis zu einer bestimmten Grenzgeschwindigkeit windstabil, darüber müssen sie durch rechtzeitiges Einziehen geschützt werden. Der „Befehl“ zum Einziehen erfolgt anhand der Daten von einem Windanemometer, dem sog. Windwächter. Herkömmliche Anlagen haben entweder mehrere Windwächter an verschiedenen Stellen der Fassade positioniert, oder sie werden gemeinsam durch einen nischen Gründen, und bei der zweiten Ausführung werden alle Sonnenschutzelemente gleichzeitig eingezogen, auch wenn an vielen Stellen der Fassade die kritische Windgeschwindigkeit noch längst nicht erreicht ist.

Daher ist das Windcharakteristiken-Verfahren entwickelt worden [1, 2]. Es beruht auf der Messung der lokalen Windgeschwindigkeit im Windkanal in Abhängigkeit von der Windrichtung β an verschiedenen Stellen der Fassade. Weiterhin wird eine optimale Stelle auf dem Dach für den Windwächter ermittelt. Optimale Stelle heißt: Die Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsanzeige sollen möglichst wenig durch das Gebäude gestört sein.

Die gemessenen Windgeschwindigkeiten $v_i(\beta)$ werden auf die ungestörte Windgeschwindigkeit v_∞ in einer Bezugshöhe h bezogen. Dadurch entsteht ein dimensionsloser Verhältniswert, der sog. Geschwindigkeitsfaktor ψ_i , der für alle Windrichtungen β als „Windcharakteristik“ bezeichnet wird.

$$\psi_i(\beta) = \frac{v_i(\beta)}{v_\infty} \quad (1)$$

Am Beispiel eines Forums soll das Windcharakteristiken-Verfahren näher erläutert werden. Das Bild 1 zeigt das Windkanalmodell des sehr zerklüfteten Gebäudes. An den Fassaden werden im Grenzschichtwindkanal (Bild 3) die lokalen Windgeschwindigkeiten gemessen. Das Bild 2 zeigt den Messstellenplan mit 47 Messstellen. Auf dem Dach des Hauptgebäudes werden vier Positionen für den Windwächter getestet. Sie sind im Bild 2 mit WW01 bis WW04 gekennzeichnet.

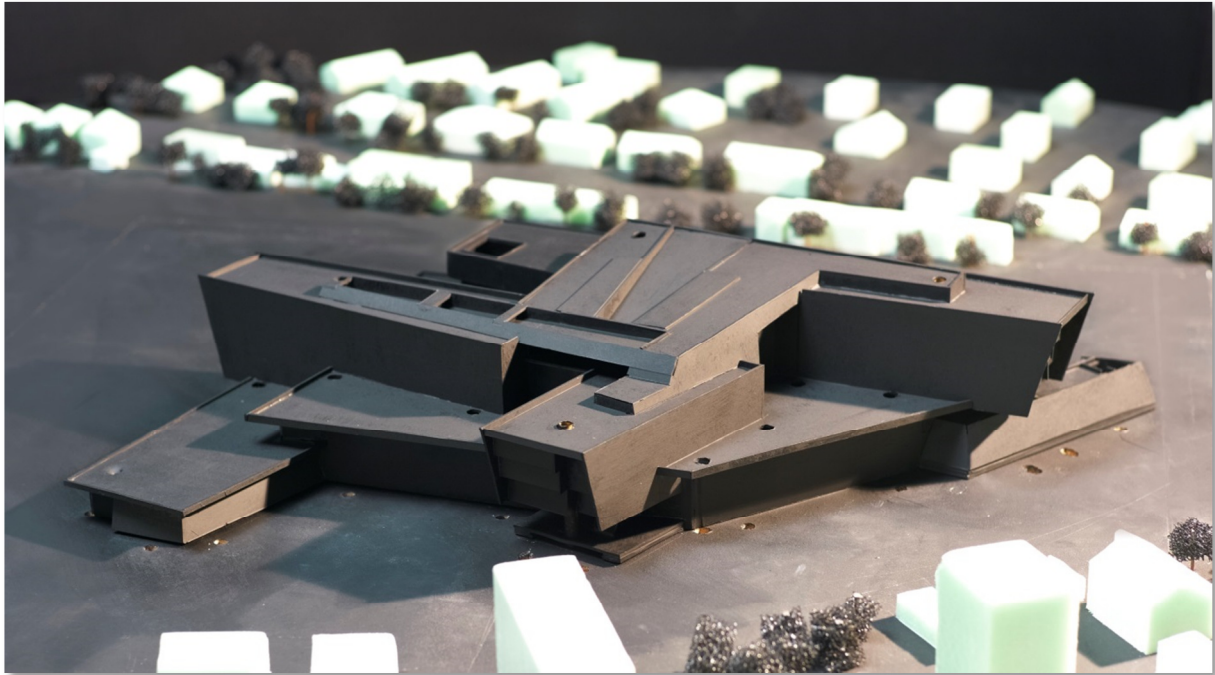


Bild 1: Beispiel eines Gebäudes für die Ermittlung der Windcharakteristiken

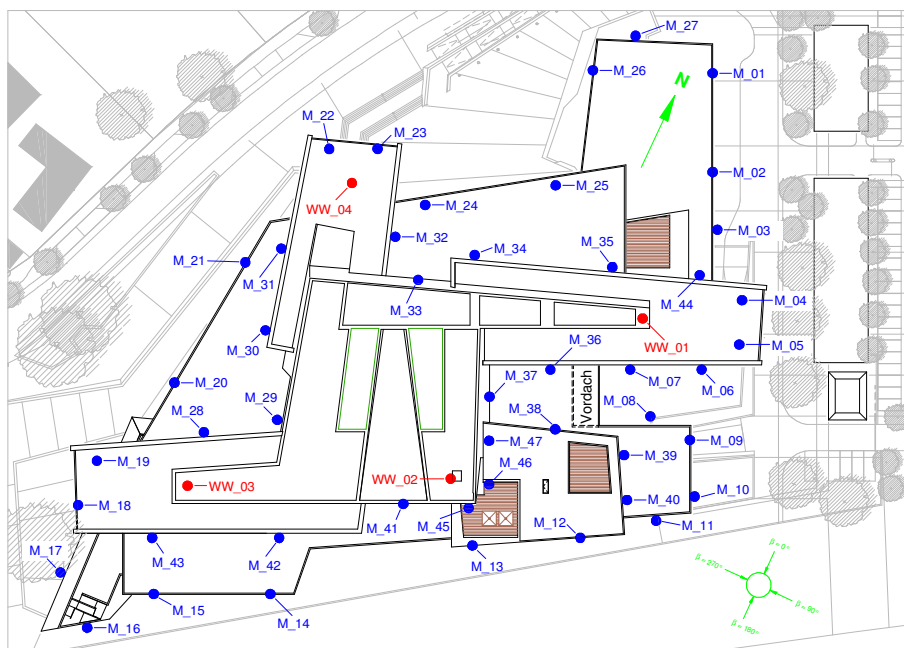


Bild 2: Lageplan mit Angabe der Messstellen

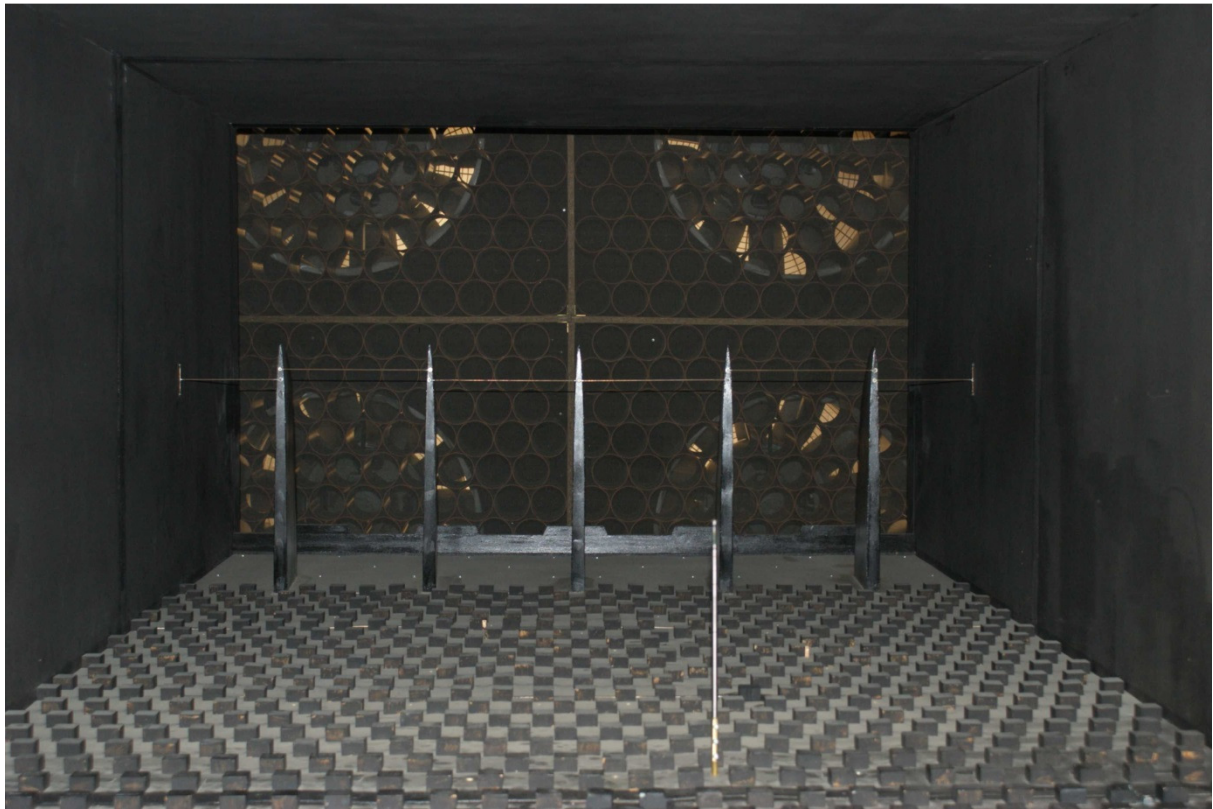


Bild 3: Blick in den Grenzschichtwindkanal der Ruscheweyh Consult GmbH

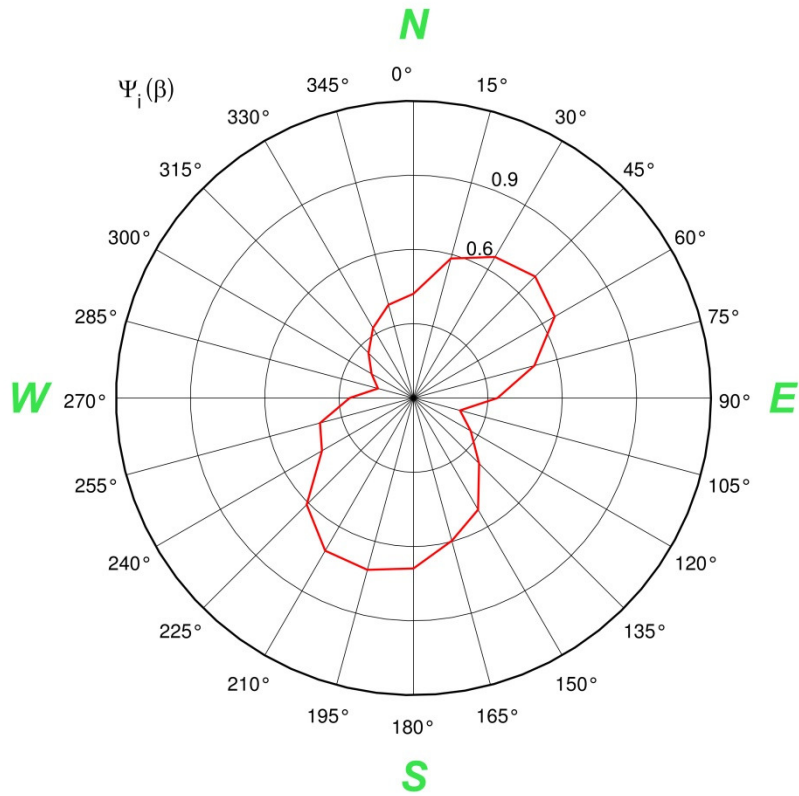


Bild 4.1: Windcharakteristik $\psi_i(\beta)$ für Messstelle M_11, windausgesetzte Stelle

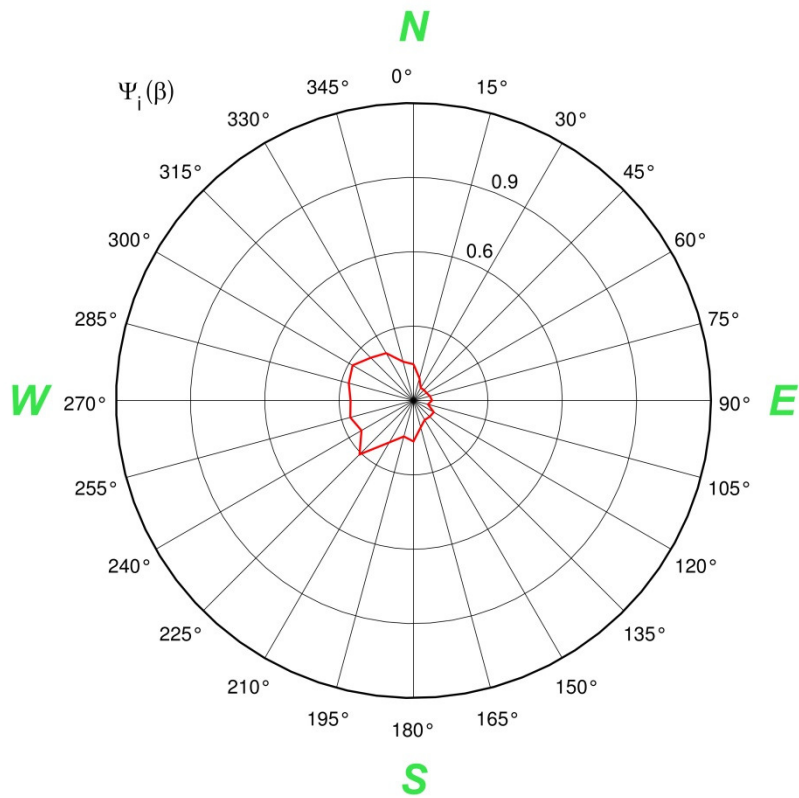


Bild 4.2: Windcharakteristik $\psi_i(\beta)$ für Messstelle M_29, windgeschützte Stelle

Die Bilder 4.1 und 4.2 zeigen zwei Beispiele einer solchen Windcharakteristik, ermittelt am Modell des Bildes 1. Die Charakteristik im Bild 4.1 kennzeichnet einen Fassadenteil, der dem NE- und SSW-Wind stärker ausgesetzt ist, während die Charakteristik aus Bild 4.2 zu einer windgeschützten Zone gehört. Es ist offensichtlich, dass bei der Messstelle M_29 der Sonnenschutz selten oder vielleicht gar nicht hochgezogen werden muss, wenn ein stärkerer Wind aufkommt.

Mit Hilfe der Windcharakteristik $\psi_{WW}(\beta)$ des Windwächters und der Windcharakteristiken $\psi_i(\beta)$ an den einzelnen Fassadenpunkten i ergibt sich die Steuerungsgleichung (2):

$$\frac{\psi_i(\beta)}{\psi_{WW}(\beta)} \cdot v_{WW}(\beta) > v_{Grenz} \quad (2)$$

worin $v_{WW}(\beta)$ die gemessene Windgeschwindigkeit am Windwächter bedeutet. Der Wert v_{Grenz} ist der zulässige Grenzwert der Windgeschwindigkeit, bei der der Sonnenschutz hochgezogen werden muss. Dieser Wert ist vom Hersteller des Sonnenschutzes anzugeben.

Wenn Gleichung (2) erfüllt ist, muss der Sonnenschutz eingeholt werden. In Gleichung (2) ist zu beachten, dass die Grenzgeschwindigkeit v_{Grenz} **als mittlere Windgeschwindigkeit** zu verstehen ist (10 min - Mittel). Ist die Haltbarkeit des Sonnenschutzes auf die Böengeschwindigkeit v_p bezogen, ist der sog. **Böfaktor ϕ_p** zu berücksichtigen. Die Grenzgeschwindigkeit ergibt sich danach zu

$$v_{Grenz} = \frac{v_p}{\phi_p} \quad (3)$$

Der Böfaktor ϕ_p kann nach den Windgeschwindigkeitsangaben in den Windlastvorschriften errechnet werden. Er ergibt sich aus der Höhe des Bauwerkes und aus der anzusetzenden Geländekategorie. Für ein Gebäude mit 23 m Höhe und der Geländekategorie III erhält man z.B. den Böfaktor zu $\phi_p = 1,56$.

Das Diagramm in Bild 5 zeigt die Windcharakteristik des Windwächters WW_03. Diese Position auf dem Dach hat sich aus dem Windkanalversuch als optimale Position ergeben. Die Windcharakteristik hat eine füllige Form, und durch Strömungsbeobachtung wurde festgestellt, dass alle Windrichtungen verlässlich angezeigt werden.

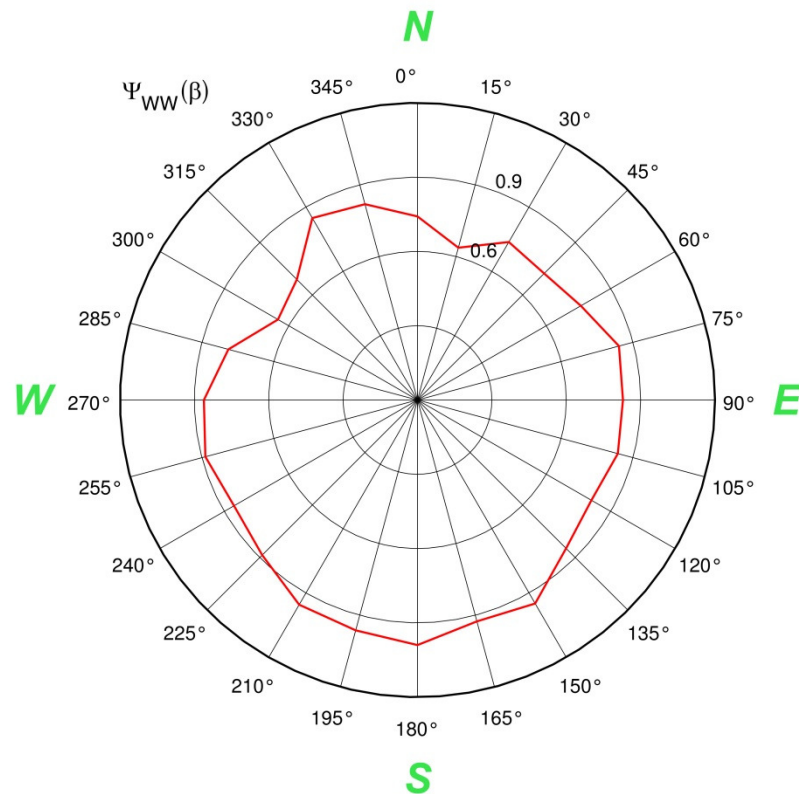


Bild 5: Windcharakteristik $\psi_{WW}(\beta)$ für Windwächter WW_03 (Höhe über Dach: 2,5 m)

Mit dem vorgeschlagenen Steuerungskonzept ist es möglich, eine optimale Funktion des äußeren Sonnenschutzes zu gewährleisten und diesen weitgehend vor Windschäden zu schützen. Bei der Festlegung der Grenzgeschwindigkeit ist zu beachten, dass bereits eine einzige Windbö den Sonnenschutz beschädigen kann. Demnach muss als Grenzgeschwindigkeit die Böengeschwindigkeit zu Grunde gelegt werden. Bei der Windgeschwindigkeitsmessung am Windwächter greift man auf die mittlere Windgeschwindigkeit zurück, da damit eine stabile Messung erreicht wird (laufendes 10-min-Mittel für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung). Die Umrechnung auf die Böengeschwindigkeit erfolgt mit dem Böfaktor ϕ_p .

Mit der Methode der „Windcharakteristiken“ wird eine optimale Steuerung des außenliegenden Sonnenschutzes erreicht, d.h. der Sonnenschutz ist maximal verfügbar und der mechanische Schutz gegen Windeinfluss ist gewährleistet.

Literatur:

- [1] H. Ruscheweyh, R. Windhövel: Kriterien für die automatische Sicherung von außen liegenden Sonnenschutzanlagen gegen Windschäden, WtG-Berichte Nr. 7, Windtechnologische Gesellschaft, 2001
- [2] H. Ruscheweyh: Windeinwirkungen auf Fassaden, –Windlasten – Windcharakteristiken – Belüftung – Regenschutz, Tagung „Fassade 14“, Hochschule Augsburg, Institut für Bau und Immobilie, 2014