

**MISKAM Version 5.02 (April 2007)**  
**Evaluierung nach VDI-RL 3783/9**

**I. Konsistenzüberprüfungen:**

**1. Stationarität (Testfall a1-1, a1-2)**

Simulation der zweidimensionalen Überströmung eines Balkens (Anströmgeschwindigkeit 1 m/s am Oberrand) unter Verwendung des modellintern voreingestellten Stationaritätskriteriums. Anschließend Wiederholung der Rechnung mit doppelter Anzahl von Zeitschritten. Punktweise Vergleich der Windkomponenten u und w mit folgenden Schwellenwerten (Bezeichnungen siehe Richtlinientext):

$$D = 0.05; W = 0.01; q = 95\%$$

Ergebnis:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	3620	3620	100%
Komponente w:	3024	3024	100%

**2. Skalierbarkeit (a2)**

Wiederholung der Referenzrechnung aus 1. mit Anströmgeschwindigkeit 10 m/s am Oberrand. Punktweise Vergleich der mit dem Oberrandwert normierten Resultate für u und w mit folgenden Schwellenwerten:

$$D = 0.05; W = 0.01; q = 95\%$$

Ergebnis:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	3620	3620	100%
Komponente w:	3024	3024	100%

**3. Symmetrie (a3-1)**

Simulation der x-Achsen-parallelen Strömung um einen Würfel. Punktweise Vergleich der Ergebnisse für u, v und w beiderseits der Symmetrieebene mit folgenden Schwellenwerten:

$$D = 0.05; W = 0.01; q = 95\%$$

Ergebnis :

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	16698	16698	100%
Komponente v:	16995	16995	100%
Komponente w:	15665	15665	100%

#### 4. Gitterauflösung (a3-2)

Wiederholung der Rechnung aus a3-1 mit verdoppelter Gitterauflösung. Interpolation der Werte auf das grobe Gitter, punktweise Vergleich der Komponenten u, v und w mit folgenden Schwellenwerten:

$D = 0.05$ ;  $W = 0.05$ ;  $q = 95\%$

Ergebnis :

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	33396	33348	>99%
Komponente v:	33390	33390	100%
Komponente w:	31340	31330	>99%

#### 5. Gitterausrichtung (a4-1, a4-2)

Simulation der diagonalen Umströmung eines Würfels, zunächst mit Ausrichtung des Gitters parallel zu den Würfelseiten, dann mit Ausrichtung des Gitters in Strömungsrichtung, also mit treppenförmiger Darstellung der Würfelseiten. Punktweise Vergleich der Komponenten u, v und w mit folgenden Schwellenwerten:

$D = 0.25$ ;  $W = 0.06$ ;  $q = 66\%$

Ergebnis:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	46510	38087	82%
Komponente v:	46510	37283	80%
Komponente w:	43550	39000	90%

#### 6. Homogenität (b1 - b6) (Fälle b7 - b12 nicht anwendbar)

Simulation der Strömung über ebenem Gelände ohne Hindernisse für 6 verschiedene Anströmrichtungen. Vergleich jeweils aller Werte für u, v und  $K_m$  in jeder Modellebene, Vergleich der Profile untereinander sowie Vergleich mit analytischem (logarithmischem) Windprofil mit folgenden Schwellenwerten:

$D = 0.05$ ;  $W = 0.01$ ;  $q = 95\%$

Ergebnis:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	2700	2700	100%
Komponente v:	2700	2700	100%
Diff.koeff. $K_m$ :	2700	2700	100%

Anmerkung: Für den Vergleich der Profile untereinander und mit dem analytischen Profil wurden nur die 27 Modellebenen herangezogen, für die Homogenitätsprüfung 27x10x10 Punkte.

## II. Vergleich mit Windkanaldaten:

Für alle Testfälle werden jeweils punktweise Vergleiche mit dem gesamten verfügbaren Windkanaldatensatz sowie für den jeweiligen Gebäudenahbereich (Definition in der RL) durchgeführt.

### 1. Balken (c1, c2)

c1: Verwendung des Referenzergebnisses aus a1-1, Vergleich der mit den Werten am Punkt  $(x, y, z) = (-70m, 0m, 75m)$  normierten Komponenten  $u$  und  $w$  mit den Windkanaldaten unter Verwendung folgender Schwellenwerte:

$$D = 0.25; W = 0.07; q = 66\%$$

Ergebnis alle Punkte:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	650	566	87%
Komponente w:	650	620	95%

Ergebnis Nahbereich:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	292	208	71%
Komponente w:	292	264	90%

c2: Wiederholung der Rechnung mit verringerter Rauigkeitslänge, Lee-Wirbel muss größer als im Fall c1 sein. Dieses Kriterium wird erfüllt.

### 2. Würfel, 270° (c3)

Verwendung des Ergebnis aus a3-1 (grobes Gitter), Vergleich der mit den Werten am Punkt  $(x, y, z) = (-62.5m, 0m, 75m)$  normierten Komponenten  $u$ ,  $v$  und  $w$  mit den Windkanaldaten unter Verwendung folgender Schwellenwerte:

$$D = 0.25; W = 0.06; q = 66\%$$

Ergebnis alle Punkte:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	870	811	93%
Komponente v:	351	340	97%
Komponente w:	848	788	93%

Ergebnis Nahbereich:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	534	478	90%
Komponente v:	226	215	95%
Komponente w:	527	467	89%

### 3. Würfel, 225° (c4)

Verwendung des Ergebnis aus a4-1 (d.h. Gitterausrichtung parallel zu Würfelseiten), Vergleich der mit den Werten am Punkt  $(x, y, z) = (-44.2\text{m}, -44.2\text{m}, 50\text{m})$  normierten Komponenten  $u$ ,  $v$  und  $w$  mit den Windkanaldaten unter Verwendung folgender Schwellenwerte:

$$D = 0.25; W = 0.06; q = 66\%$$

Ergebnis alle Punkte:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	706	591	84%
Komponente v:	706	540	76%
Komponente w:	787	638	81%

Ergebnis Nahbereich:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	443	329	74%
Komponente v:	443	280	63%
Komponente w:	417	277	66%

Anmerkung: Das im Windkanal gemessene Einströmprofil weist im Mittel eine Drehung von  $-2^\circ$  gegenüber der Diagonalen auf. Bei einer Wiederholung der MISKAM-Rechnung mit einem Anströmwinkel von  $223^\circ$  ergeben sich folgende Ergebnisse:

Ergebnis alle Punkte:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	706	591	84%
Komponente v:	706	560	79%
Komponente w:	787	636	81%

Ergebnis Nahbereich:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	443	330	75%
Komponente v:	443	297	67%
Komponente w:	417	274	66%

Damit erfüllt MISKAM 5.02 nach Anpassung des Initialprofils auch in diesem Punkt die Richtlinie.

### 4. Quader (c5)

Umströmung (parallel zu x-Achse) eines Quaders, Vergleich der mit den Werten am Punkt  $(x, y, z) = (-41.5\text{m}, 0\text{m}, 43\text{m})$  normierten Komponenten  $u$ ,  $v$  und  $w$  mit den Windkanaldaten unter Verwendung folgender Schwellenwerte:

$$D = 0.25; W = 0.07; q = 66\%$$

Ergebnis alle Punkte:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	1134	877	77%
Komponente v:	615	539	88%
Komponente w:	516	446	86%

Ergebnis Nahbereich:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	772	577	75%
Komponente v:	458	382	83%
Komponente w:	312	243	78%

## 5. Mehrere Hindernisse (c6)

Durchströmung eines Arrays aus 7x3 quaderförmigen Hindernissen, Vergleich der mit den Werten am Punkt  $(x,y,z) = (-10.0m, 0m, 41m)$  normierten Komponenten  $u$ ,  $v$  und  $w$  mit den Windkanaldaten unter Verwendung folgender Schwellenwerte:

$$D = 0.25; W = 0.1; q = 66\%$$

Ergebnis alle Punkte:

	Punkte	Treffer	q
Komponente u:	528	490	93%
Komponente v:	93	62	67%
Komponente w:	433	351	81%

Anmerkung: Eine Auswertung des Nahbereichs entfällt, da alle Messpunkte in den Nahbereich der benachbarten Gebäude fallen.

## Zusammenfassung

MISKAM 5.02 erfüllt, nach der notwendigen Anpassung des Anfangsprofils für die Diagonalanströmung des Würfels, alle von der VDI-Richtlinie geforderten und auf das Modell anwendbaren Kriterien.

24. April 2007

Dr. Joachim Eichhorn

Johannes Gutenberg Universität  
Institut für Physik der Atmosphäre  
D 55128 Mainz

giese-eichhorn software  
Am Spielplatz 2  
D 55263 Wackernheim

email eichhorn@uni-mainz.de