

## Ergänzungsblatt zur Programmierung von Aufgabe 2.2 b) - e):

- Allgemeiner Tipp für C++: Wenn Variablen erzeugt werden, enthalten sie erst einmal irgendwelche Werte. Wenn diese Variablen zur Summation verwendet werden, **müssen** sie vorher initialisiert werden!
- 2-D Vektoren  $\underline{x}$  und  $\underline{y}$  können jeweils als `Matrix(1, 2)` bzw. `Matrix(2, 1)` erzeugt werden, oder als  $(x_1, x_2)$ - bzw.  $(y_1, y_2)$ - Paar. Andere Varianten sind natürlich auch möglich.
- Die Anzahl  $S$  von Werten der Zufallsvariablen  $Y$  sollte im Bereich von 100 – 100 000 liegen.
- Das Histogramm soll als 2D-Array (z.B. als `Matrix`) mit den Dimensionen von  $x_1$  und  $x_2$  erzeugt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Indizes für die Matrix-Elemente nicht mit den Grenzen der Histogramm-Bins verwechselt werden. Das Histogramm **muss nicht** gezeichnet werden.
- Zur Schätzung von Mittelwert und Standardabweichungen sollten die in der Einführungsveranstaltung vorgestellten Formeln implementiert werden. Die geschätzten Mittelwerte  $\hat{\mu}$  sollten in der Nähe der in Aufgabe 2.1a) berechneten  $\mathcal{E}(X_1) = 0$  bzw.  $\mathcal{E}(X_2) = -1.0$  liegen, die Varianzen  $\hat{\sigma}_1^2 \approx 0.033$  und  $\hat{\sigma}_2^2 \approx 0.133$  entsprechen etwa  $\frac{1}{N}$  mal den **Varianzen** aus Aufgabe 2.2a).
- Zur Berechnung des quadratischen Fehlers sollten die **Zentren** der Histogramm-Bins als  $\underline{z}$ -Werte für die geschätzte Normalverteilung benutzt werden. Als Fehlerfunktion kann der *Summed Squared Error*

$$E^{SSE} = \sum_{\underline{z}_{bin}} [\mathcal{N}(\underline{z}_{bin}) - H(\underline{z}_{bin})]^2$$

verwendet werden, wobei  $H$  das Histogramm aus d) bezeichnet. Eine Normierung des Fehlers mit der Anzahl der Bins des Histogramms kann sinnvoll sein, d.h. die Berechnung des *Mean Summed Squared Error*  $E^{MSSE}$ .

- Bei genügend großem  $S$  sollten die Fehlerwerte in der Größenordnung von  $E^{SSE} \approx 0.2 \pm 0.1$  bzw.  $E^{MSSE} \approx 0.0004 \pm 0.0002$  liegen.