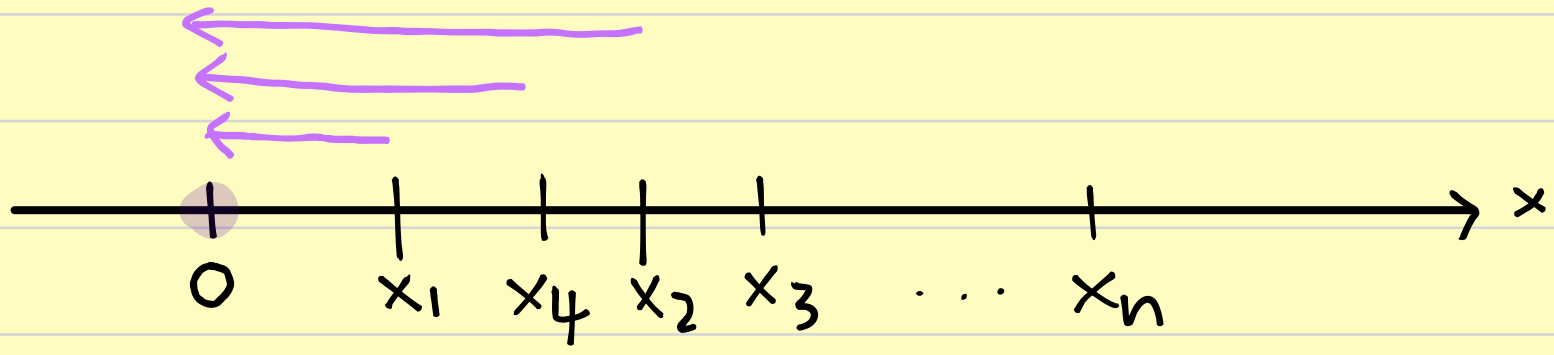
$$x = \{x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n\}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n}$$

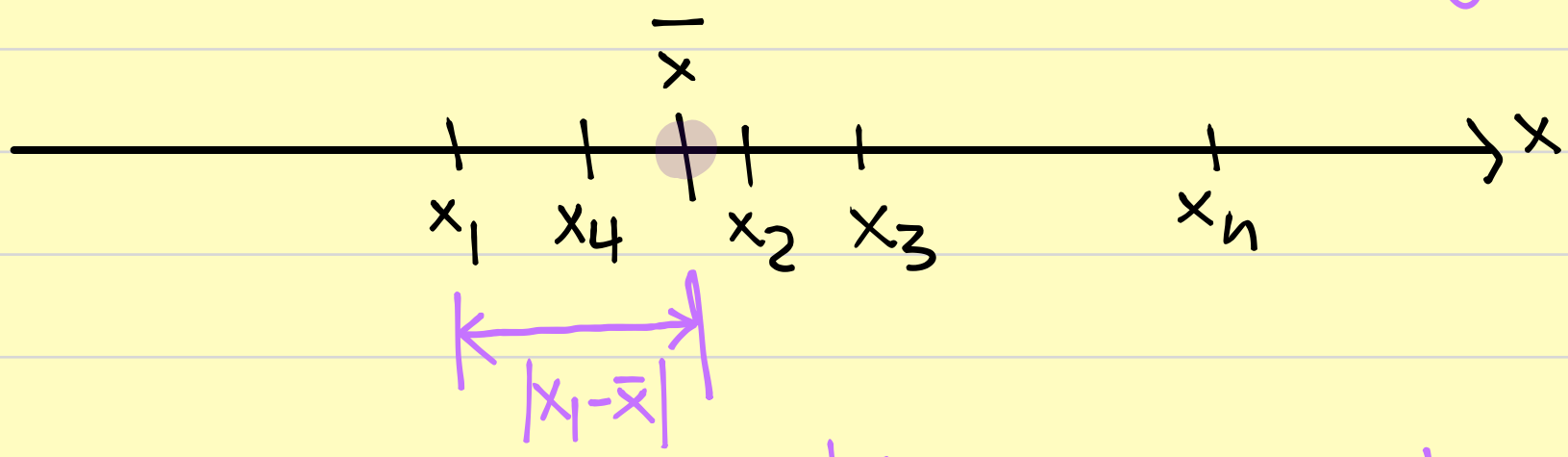
$(x_1 - 0)\ (x_2 - 0) \cdots$

Mittelwert

$$VAR(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \ldots + (x_n - \bar{x})^2}{n}$$



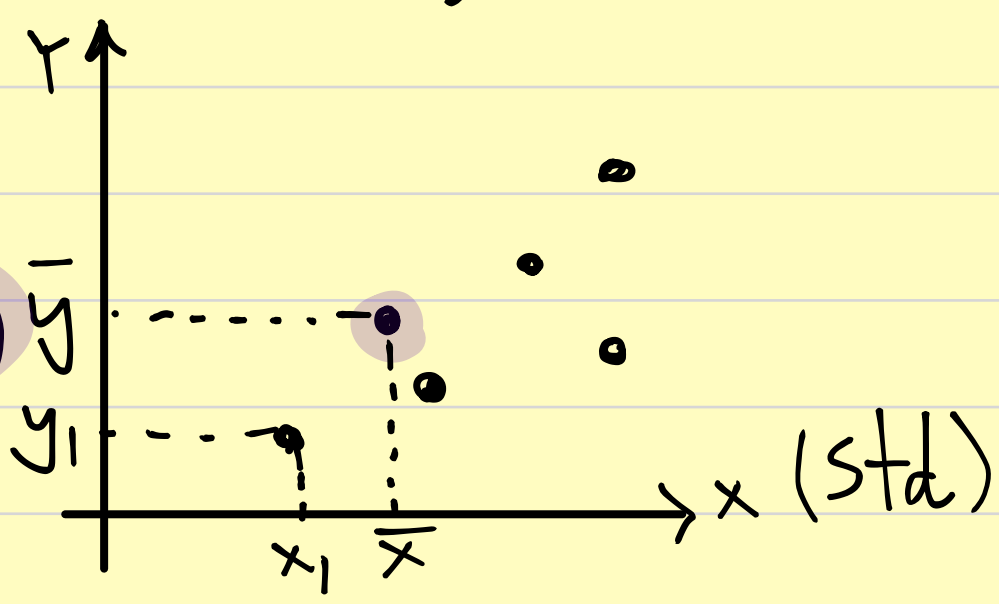
- Mittelwert $\bar{x}$ bedeutet die Summe der Abstände zum NULL.
- Mittelwert ist der 1. MOMENTUM mit NULL als Bezugspunkt.



- Die Varianz VAR(x) bedeutet die Summe der Abstände zum MITTELWERT in QUADRAT (damit es >0 ist).
- Die Varianz ist der 2. MOMENTUM mit dem Mittelwert als Bezugspunkt.

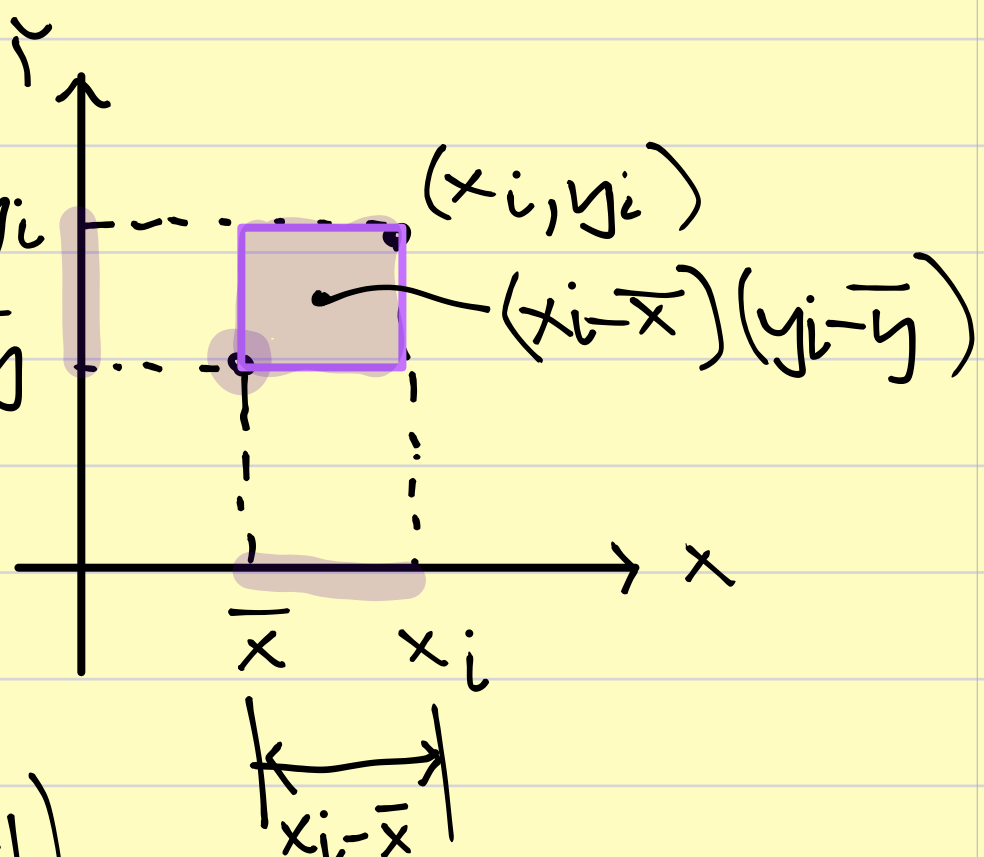
KOVARIANZ (für 2 VARIABLEN).

(Note)

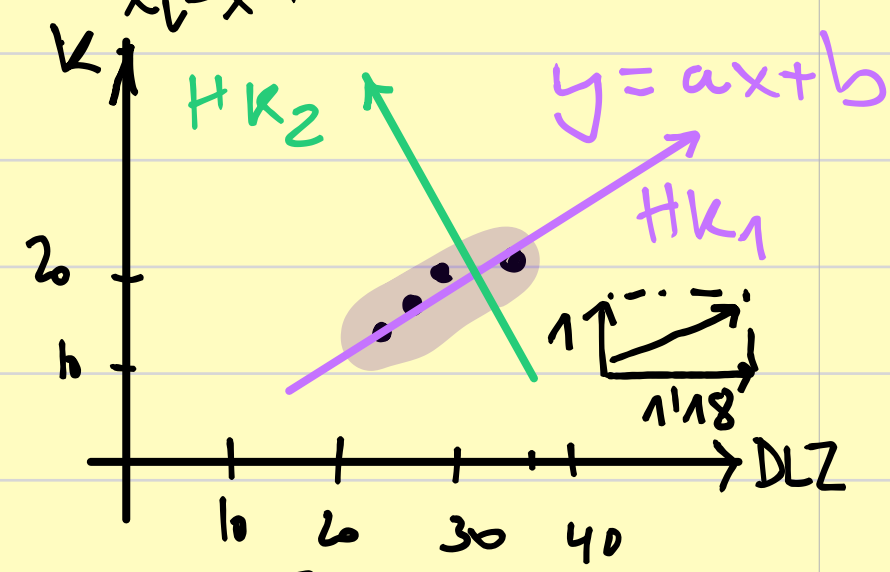


$$kov(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{n-1}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \qquad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$



	DLZ (Tage)	Kosten (€/St)
Jan	37	21
Feb	28	18
Mär	25	15
Apr	27	20



$$\text{KOV MATRIX}\left[X,Y\right] = \begin{bmatrix} VAR[X] & Kov[X,Y] \\ Kov[X,Y] & VAR[Y] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 21'187 & 7'875 \\ 7'875 & 5'25 \end{bmatrix}$$

$$VAR[X] = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{(37-29{,}25)^2 + (28-29{,}25)^2 + (25-29{,}25)^2 + (27-29{,}25)^2}{4}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{37+28+25+27}{4} = 29{,}25 \qquad = 21{,}187$$

$$VAR[Y] = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} = \frac{(21-18{,}5)^2 + (18-18{,}5)^2 + (15-18{,}5)^2 + (20-18{,}5)^2}{4} = 5{,}25$$

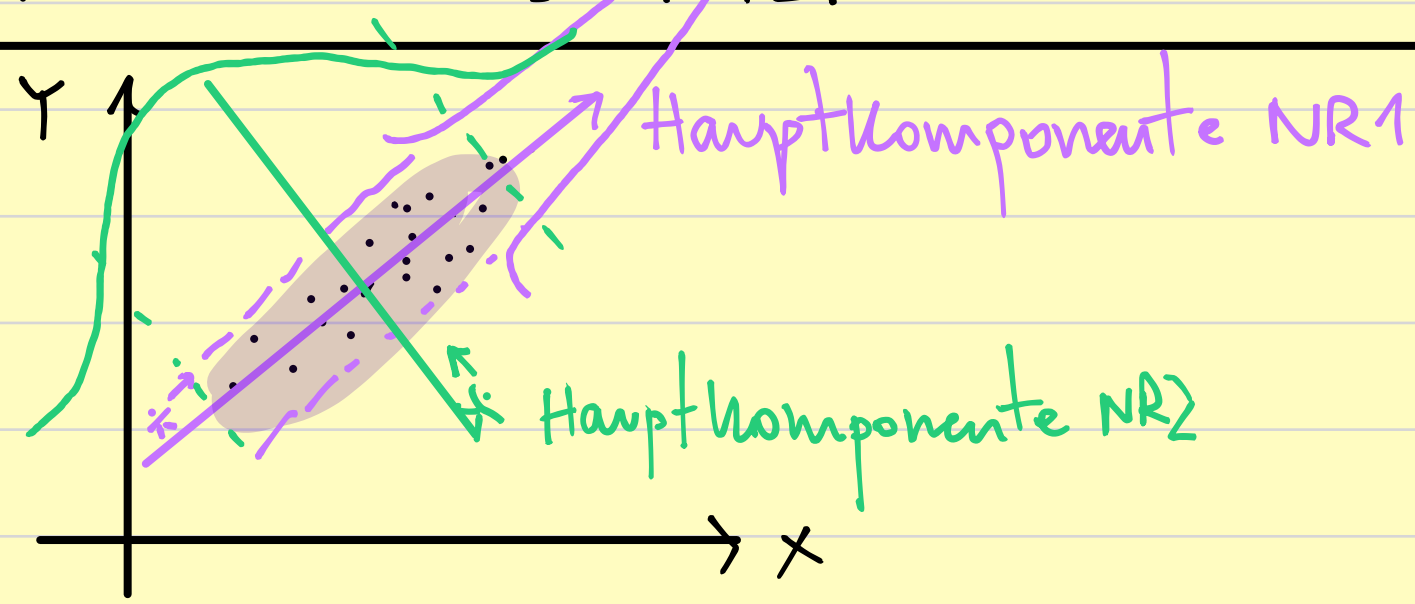
$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{21+18+15+20}{4} = 18{,}5$$

$$Kov[X,Y] = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1} = \frac{(37-29{,}25)(21-18{,}5) + (28-29{,}25)(18-18{,}5) + (25-29{,}25)(15-18{,}5) + (27-29{,}25)(20-18{,}5)}{3}$$

$$= 7{,}87$$

$$Kov_{X,Y} = \begin{bmatrix} 21{,}187 & 7{,}87 \\ 7{,}87 & 5{,}25 \end{bmatrix}$$

Die Eigenvektoren der KOVARIANZMATRIX sind die HAUPTKOMPONENTEN des SYSTEMS.



Die Hauptkomponente NR1 beschreibt die Daten viel besser als die HauptkomponenteNR2.

λ : lambda

$$A.\vec{v} = \lambda\vec{v} \qquad \vec{v}: \text{Eigenvektoren}, \quad \lambda: \text{Eigenwerte}$$

$$\det[A-\lambda I] = 0 \rightarrow \lambda \rightarrow \vec{v}$$

$$\det\left[\begin{bmatrix} 21'187 & 7'87 \\ 7'87 & 5'25 \end{bmatrix} - \lambda\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\right] = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \det\begin{bmatrix} 21'187-\lambda & 7'87 \\ 7'87 & 5'25-\lambda \end{bmatrix} = 0 \rightarrow \qquad \det\begin{bmatrix} a & c \\ b & d \end{bmatrix} = ad-cb$$

$$\rightarrow (21'187-\lambda)(5'25-\lambda) - 7'87^2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \lambda^2 - 26'437\,\lambda + 5'41 = 0$$

$$ax^2+bx+c=0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$

$$\lambda = \frac{26'437 \pm \sqrt{26'437^2 - 4.5'41}}{2.1} =$$

$$\lambda = \nearrow \frac{26'437+22'21}{2} = 24'32 = \lambda_1$$

$$\lambda = \searrow \frac{26'437-22'21}{2} = 2'113 = \lambda_2$$

$\lambda_1 = 24'32 \rightarrow A.\vec{v_1} = \lambda_1 \cdot \vec{v_1}$

$$\begin{bmatrix} 21'187 & 7'87 \\ 7'87 & 5'25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{12} \end{bmatrix} = 24'32 \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{12} \end{bmatrix} \rightarrow$$

$$\left.\begin{aligned} 21'187 \cdot v_{11} + 7'87\, v_{12} &= 24'32 \cdot v_{11} \\ 7'87\, v_{11} + 5'25\, v_{12} &= 24'32\, v_{12} \end{aligned}\right\}$$

$$7'87\, v_{12} = (24'32 - 21'187) v_{11} \rightarrow v_{12} = 1'5665 v_{11}$$

$$v_{11} = 1 \rightarrow v_{12} = 1'5665 \rightarrow \vec{v_1} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1'5665 \end{bmatrix}$$

Interpretation: Jedes € Einsparung wird durch 1'5665 Tage DLZ Reduktion erreicht.