## 2.2 Matrizen und Lineare Abbildungen

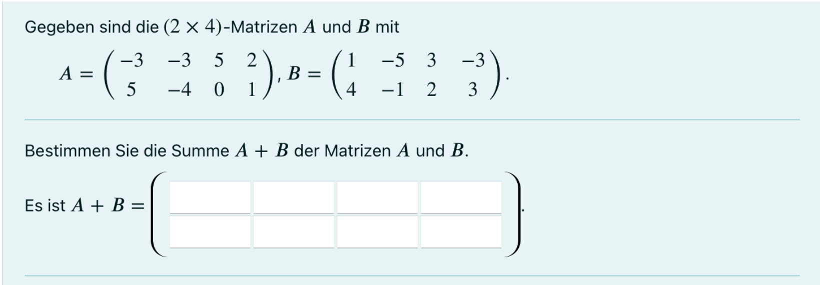
Die Aufgaben in diesem Themenbereich umfassen elementare Matrixoperationen und deren Anwendung bei der Untersuchung von linearen Abbildungen. Dazu zählen die Addition, Subtraktion und Multiplikation von Matrizen sowie die Berechnung von Determinanten und Inversen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung von Eigenwerten und Eigenvektoren, die zur Analyse von linearen Transformationen genutzt werden. Weiterhin umfassen die Aufgaben praxisnahe Anwendungen, wie Modellierung geometrischer Transformationen.

### Inhaltsverzeichnis

### 2.2.1 Rechnen mit Matrizen

#### 2.2.1.1 Addition von Matrizen

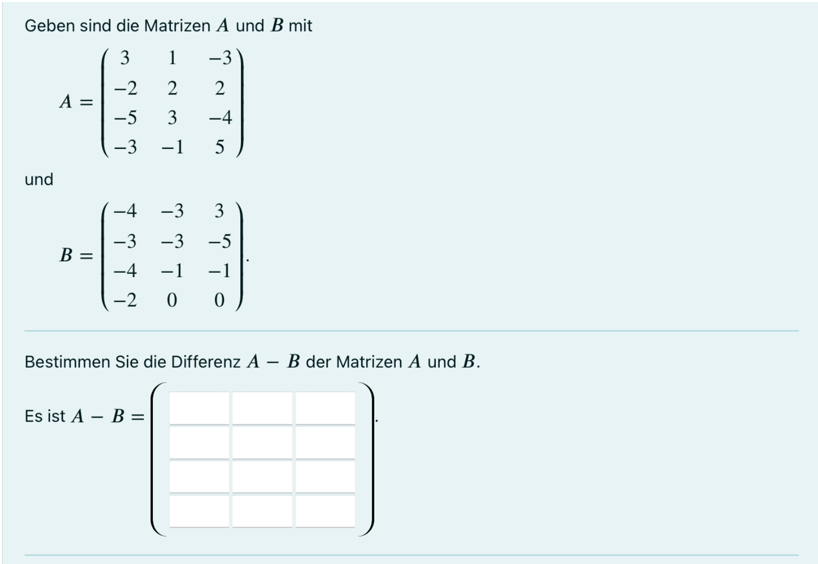
| | |
|---|---|
| Tags | Matrizen |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |




| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben sind zwei $n \times m$-Matrix, welche addiert werden sollen. |
| Vorkenntnisse | Matrizen, Matrizenaddition |
| Randomisierung | Der Wertebereich der, einzelnen Elemente der Matrix, werden randomisiert, sowie die Größe $n$ und $m$. |
| Anpassung | Der Wertebereich der Randomisierung kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.1.2 Subtraktion von Matrizen

| | |
|---|---|
| Tags | Matrizen |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |




| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben sind zwei $n \times m$-Matrix, welche subtrahiert werden sollen. |
| Vorkenntnisse | Matrizen, Matrizensubtraktion |
| Randomisierung | Der Wertebereich der, einzelnen Elemente der Matrix, werden randomisiert, sowie die Größe $n$ und $m$. |
| Anpassung | Der Wertebereich der Randomisierung kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.1.3 Matrix Koeffizient

Tags: Matrizen

Screenshot: (Stand 30.09.2024)

Für $k$ sind die Matrizen $A$ und $B$ mit

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 4 \\ 6 & 8 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 & 4 \\ 6 & k \end{pmatrix}$$

gegeben.

Bestimmen Sie $k$ sodass die Matrizen $A$ und $B$ die Bedingung $AB = BA$ erfüllen.

Es ist $k =$ ______.

Autor: Hakim Günther (WH)

Idee: Hakim Günther

Lizenz: CC BY-SA 4.0

Thema: Gegeben sind zwei $2 \times 2$ Matrizen, $A$ und $B$. Hierbei soll $b_{2,2} = k$ bestimmt werden, sodass gilt $AB = BA$.

Vorkenntnisse: Matrizen, Matrizenmultiplikation

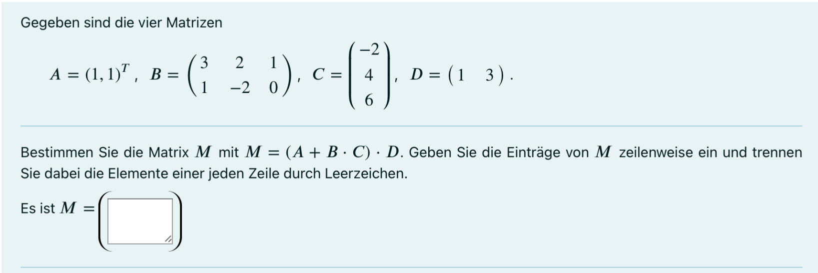
Randomisierung: Werte der Matrizen

Anpassung: Wertebereich der Randomisierung kann variiert werden.

Sonderoption: Feedback unterdrücken: nein

#### 2.2.1.4 Matrizen Rechenübung

| | |
|---|---|
| Tags | Vektorrechnung, Betrag |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |


Gegeben sind die vier Matrizen

$$A = (1,1)^T, \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

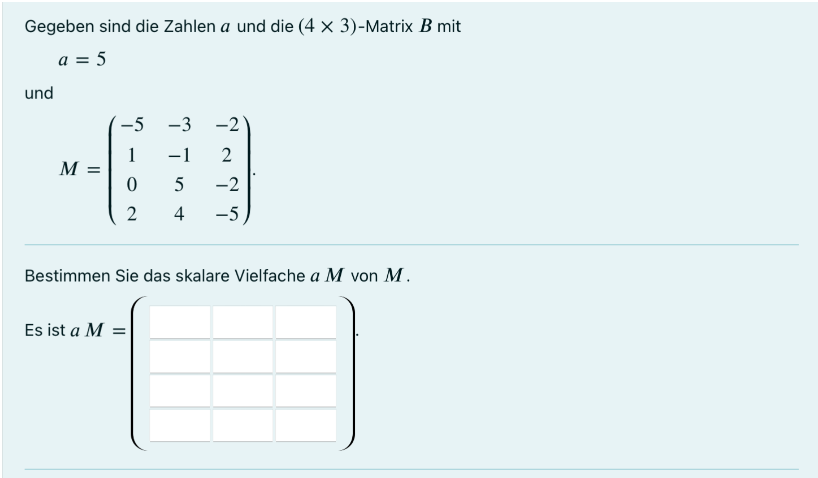
Bestimmen Sie die Matrix $M$ mit $M = (A + B \cdot C) \cdot D$. Geben Sie die Einträge von $M$ zeilenweise ein und trennen Sie dabei die Elemente einer jeden Zeile durch Leerzeichen.

Es ist $M =$

| | |
|---|---|
| Autor | Emma van der Smagt (RUB) |
| Idee | Emma van der Smagt |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | In dieser Aufgabe sind vier Matrizen $A$, $B$, $C$ und $D$ unterschiedlicher Dimensionen explizit gegeben. Es sollen die Einträge der Matrix $M$ mit $$M = (A + B \cdot C) \cdot D$$ berechnet werden. |
| Vorkenntnisse | Matrizen, Matrixaddition, Matrixmultiplikation |
| Randomisierung | Die Einträge der Matrizen $A$, $B$, $C$ und $D$ werden zufällig als ganze Zahlen zwischen $-9$ und $9$ gewählt. |
| Anpassung | Die Einträge der Matrizen $A$, $B$, $C$ und $D$ können beliebig als ganze Zahlen gewählt werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: ja |

#### 2.2.1.5 Skalarmultiplikation einer Matrix

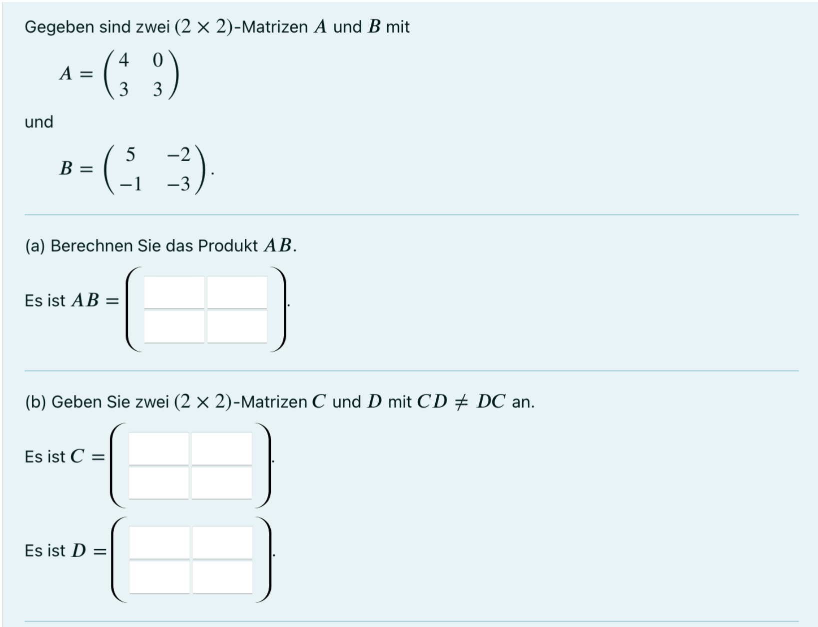
| | |
|---|---|
| Tags | Matrizen |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |




| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist zwei $n \times m$-Matrix, welche mit einem Skalar multipliziert werden soll. |
| Vorkenntnisse | Matrizen, Matrixmultiplikation |
| Randomisierung | Der Wertebereich der, einzelnen Elemente der Matrix, die Größe $n$ und $m$ und das Skalar $a$ werden randomisiert. |
| Anpassung | Der Wertebereich der Randomisierung kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.1.6 Multiplikation von Matrizen (1)

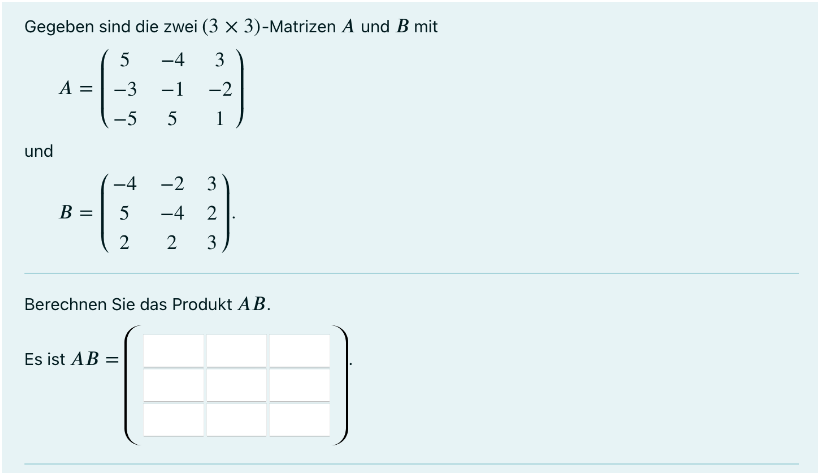
| | |
|---|---|
| Tags | Matrix, Matrixmultiplikation |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |




| | |
|---|---|
| Autor | Tim Inoue (Uni-DUE) |
| Idee | Tim Inoue |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | In dieser Aufgabe sind zwei $(2 \times 2)$-Matrizen $A$ und $B$ gegeben. In Aufgabenteil (a) soll das Produkt $$AB$$ der Matrizen $A$ und $B$ berechnet und angegeben werden. In Aufgabenteil (b) sollen zwei Matrizen $C, D \in \mathbb{R}^{2\times 2}$ gefunden werden, sodass $$CD \neq DC$$ gilt. |
| Vorkenntnisse | Multiplikation von Matrizen |
| Randomisierung | Die Matrizen $A$ und $B$ sind randomisiert. |
| Anpassung | Die Matrizen $A$ und $B$ können beliebig angepasst werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: ja |

### 2.2.1.7 Multiplikation von Matrizen (2)

| | |
|---|---|
| Tags | Matrix, Matrixmultiplikation |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |



Gegeben sind die zwei $(3 \times 3)$-Matrizen $A$ und $B$ mit

$$A = \begin{pmatrix} 5 & -4 & 3 \\ -3 & -1 & -2 \\ -5 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

und

$$B = \begin{pmatrix} -4 & -2 & 3 \\ 5 & -4 & 2 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Berechnen Sie das Produkt $AB$.

Es ist $AB =$

| | |
|---|---|
| Autor | Tim Inoue (Uni-DUE) |
| Idee | Tim Inoue |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | In dieser Aufgabe sind zwei $(3 \times 3)$-Matrizen $A$ und $B$ gegeben. Es soll das Produkt $AB$ korrekt berechnet und angegeben werden. |
| Vorkenntnisse | Multiplikation von Matrizen |
| Randomisierung | Die Matrizen $A$ und $B$ sind randomisiert. |
| Anpassung | Die Matrizen $A$ und $B$ können beliebig angepasst werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: ja |

#### 2.2.1.8 Multiplikation von Matrizen (3)

Tags: Matrix, Matrixmultiplikation

Screenshot: (Stand 30.09.2024)

Eine $n \times n$-Matrix $A$ heißt nilpotent, falls eine natürliche Zahl $k \leq n$ existiert, sodass

$$A^k = 0$$

ist. Die Nullmatrix $0$ (triviale Matrix) ist nilpotent mit $0^1 = 0$. Untersuchen Sie im Folgenden den Begriff 'nilpotent' am Beispiel nicht-trivialer Matrizen.

(a) Die Matrix

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

ist nilpotent. Bestimmen Sie die kleinste natürliche Zahl $k$, sodass $A^k = 0$ ist

Es ist $k =$ ____ .

(b) Geben Sie eine nicht-triviale $3 \times 3$-Matrix $B$ an, die nilpotent ist.

Es ist $B = \begin{pmatrix} \_ & \_ & \_ \\ \_ & \_ & \_ \\ \_ & \_ & \_ \end{pmatrix}$.

Autor: Tim Inoue (Uni-DUE)

Idee: Tim Inoue

Lizenz: CC BY-SA 4.0

Thema: In Aufgabenteil (a) soll der Nilpotenzgrad einer reellen $4 \times 4$-Matrix $A$ bestimmt werden. In Aufgabenteil (b) soll eine nicht-triviale Matrix $B \in \mathbb{R}^{3\times 3}$ angegeben werden, die nilpotent ist. Der Begriff nicht-trivial bedeutet ungleich der Nullmatrix und wird im Spoiler der Aufgabe erklärt.

Vorkenntnisse: Multiplikation von Matrizen, nilpotente Matrizen

Randomisierung: Die Matrix $A$ in Aufgabenteil (a) ist randomisiert.

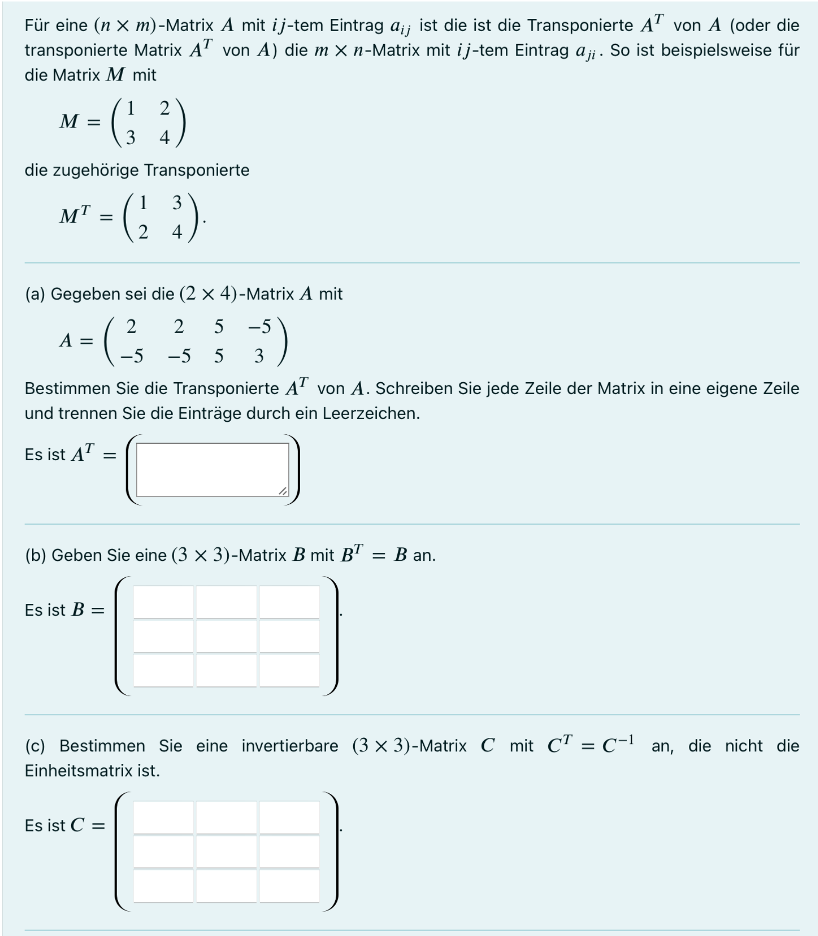
Anpassung: Die Matrix $A$ kann in der Dimension angepasst werden.

Sonderoption: Feedback unterdrücken: ja

### 2.2.2 Inverse und Transponierte

#### 2.2.2.1 Transposition von Matrizen

| | |
|---|---|
| Tags | Matrix, Transposition, symmetrisch, orthogonal |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |


Für eine $(n \times m)$-Matrix $A$ mit $ij$-tem Eintrag $a_{ij}$ ist die ist die Transponierte $A^T$ von $A$ (oder die transponierte Matrix $A^T$ von $A$) die $m \times n$-Matrix mit $ij$-tem Eintrag $a_{ji}$. So ist beispielsweise für die Matrix $M$ mit

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

die zugehörige Transponierte

$$M^T = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

(a) Gegeben sei die $(2 \times 4)$-Matrix $A$ mit

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 5 & -5 \\ -5 & -5 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Bestimmen Sie die Transponierte $A^T$ von $A$. Schreiben Sie jede Zeile der Matrix in eine eigene Zeile und trennen Sie die Einträge durch ein Leerzeichen.

Es ist $A^T =$

(b) Geben Sie eine $(3 \times 3)$-Matrix $B$ mit $B^T = B$ an.

Es ist $B =$

(c) Bestimmen Sie eine invertierbare $(3 \times 3)$-Matrix $C$ mit $C^T = C^{-1}$ an, die nicht die Einheitsmatrix ist.

Es ist $C =$

| | |
|---|---|
| Autor | Tim Inoue (Uni-DUE) |
| Idee | Tim Inoue |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | In dieser Aufgabe geht es um die Transposition von reellwertigen Matrizen. In Aufgabenteil (a) ist eine Matrix $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$ mit $m \in \{1, 2, 3\}$ und $n \in \{1, \dots, 5\}$ gegeben, die transponiert werden soll. In Aufgabenteil (b) Soll eine Matrix $B \in \mathbb{R}^{3\times 3}$ angegeben werden, für die $$B = B^T$$ gilt. In Aufgabenteil (c) soll eine invertierbare Matrix $C \in \mathbb{R}^{3\times 3}$ gefunden und angegeben werden, die $$C^T = C^{-1}$$ erfüllt. |

| | |
|---|---|
| Vorkenntnisse | Symmetrische Matrizen, Orthogonale Matrizen, Invertierbarkeit von Matrizen |
| Randomisierung | Die Matrix $A$ in Aufgabenteil (a) ist randomisiert. |
| Anpassung | Die Matrizen in allen Aufgabenteilen können angepasst werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: ja |

#### 2.2.2.2 Matrix Inverse 2x2

| | |
|---|---|
| Tags | Determinante, Matrix, Inverse |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |
| | Gegeben ist die $(2 \times 2)$-Matrix $M$ mit $M = \begin{pmatrix} -8 & 3 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}$. Bestimmen Sie die Inverse $M^{-1}$ von $M$. Es ist $M^{-1} = \begin{pmatrix} \phantom{0} & \phantom{0} \\ \phantom{0} & \phantom{0} \end{pmatrix}$. |
| Idee | Hakim Günther |
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist eine $2{\times}2$-Matrix. Für diese Matrix soll die Inverse bestimmt werden. |
| Vorkenntnisse | Berechnung der Determinante, Formel für die Inverse einer $2{\times}2$-Matrix. |
| Randomisierung | Eine $2 \times 2$-Matrix wird durch Multiplikation von Dreiecksmatrizen und einer Diagonalmatrix mit zufälligen Einträgen erzeugt. |
| Anpassung | Wertebereich der zufälligen Einträge kann angepasst werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.2.3 Matrix Inverse 3x3

| | |
|---|---|
| Tags | Determinante, Matrix, Inverse |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |

Gegeben ist die $(3 \times 3)$-Matrix $M$ mit

$$M = \begin{pmatrix} 2 & 10 & 3 \\ 1 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}.$$

Bestimmen Sie die Inverse $M^{-1}$ von $M$.

Es ist $M^{-1} = \begin{pmatrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{pmatrix}.$

| | |
|---|---|
| Idee | Hakim Günther |
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist eine $3\times3$-Matrix. Für diese Matrix soll die Inverse bestimmt werden. |
| Vorkenntnisse | Berechnung der Determinante, Berechnung der Adjunkten, Formel für die Inverse einer $3 \times 3$-Matrix. |
| Randomisierung | Eine $3\times3$-Matrix wird durch Multiplikation von zwei Dreiecksmatrizen und einer Diagonalmatrix mit zufälligen Einträgen erzeugt. |
| Anpassung | Wertebereich der zufälligen Einträge kann angepasst werden. Aktuell sind die Werte zwischen $-3$ und $3$ für die Dreiecksmatrizen und zwischen $-1$ und $1$ (ohne $0$) für die Diagonalmatrix. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

### 2.2.2.4 Inverse einer Matrix mit reellem Parameter

| | |
|---|---|
| Tags | Matrix, Inverse, Parameter |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |

Gegeben sei die $(3 \times 3)$-Matrix $A$ mit

$$A = \begin{pmatrix} t-4 & -2 & 4t-18 \\ 0 & t & 0 \\ 1 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

und dem Parameter $t \in \mathbb{R}$.

Bestimmen Sie die Menge $M$ aller $t \in \mathbb{R}$, sodass $A$ nicht invertierbar ist. Geben Sie dazu die Lösung über `{r, ...}` ein, wobei `r` eine reelle Zahl darstellt. Lösungen für $t$ sollen durch ein Komma getrennt werden. Verwenden Sie gegebenenfalls echte Brüche anstelle von Dezimalbrüche.

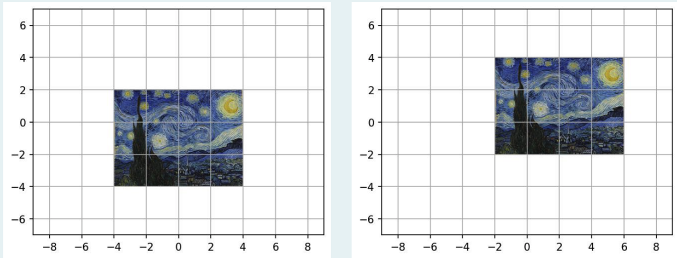
Es ist $M =$ ____ .

| | |
|---|---|
| Autor | Tim Inoue (Uni-DUE) |
| Idee | Tim Inoue |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Eine $(3 \times 3)$-Matrix $A$ wird mit einem Parameter $t \in \mathbb{R}$ versehen. In dieser Aufgabe soll die Menge aller $t \in \mathbb{R}$ berechnet, für die die Matrix $A$ invertierbar wird. |
| Vorkenntnisse | Determinante einer Matrix, Gauß-Algorithmus, Invertierbarkeit von Matrizen |
| Randomisierung | Matrix ist in Teilen randomisiert. |
| Anpassung | Die Parameter können angepasst und an anderen Stellen in der Matrix gesetzt werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: ja |

### 2.2.2.5 Bildtransformation

| | |
|---|---|
| Tags | Matrizen |
| Screenshot | (Stand 23.03.2024) |

Die folgenden Abbildungen zeigen das Bild "Sternennacht" von Vincent van Gogh jeweils als Teilmenge des $\mathbb{R}^2$ (oder eines zweidimensionalen Koordinatensystems). Die linke Abbildung zeigt das Bild und die rechte Abbildung zeigt das Bild unter einer linearen Transformation mit Tranformationsmatrix $A$ / nach Anwendung einer Transformationsmatrix $A$.




Bestimmen Sie $A$.

Es ist $A$:

| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben sind zwei Bilder in einem Koordinatensystem. Links ist das Bild in Ausgangslage und rechts eine Translation des Bildes. Hierzu soll die Translationsmatrix angegeben werden. |
| Vorkenntnisse | Matrizen, Translation |
| Randomisierung | kein |
| Anpassung | keine |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

## 2.2.3 Eigenwerte und Eigenvektoren

### 2.2.3.1 Charakteristisches Polynom 2x2

| | |
|---|---|
| Tags | Eigenwerte, Eigenvektoren, Determinante |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |

Gegeben ist die $(2 \times 2)$-Matrix $M$ mit

$$M = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 1 & -3 \end{pmatrix}.$$

Bestimmen Sie das charakteristische Polynom $P(x)$ der Matrix $M$.

Es ist $P(x) =$ ______ .

| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist eine $2x2$-Matrix. Für diese Matrix soll das charakteristische Polynom bestimmt werden. |
| Vorkenntnisse | Bestimmung der Determinante. |
| Randomisierung | Der Wertebereich der, einzelnen Elemente der Matrix, werden randomisiert. |
| Anpassung | Der Wertebereich der Randomisierung kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.3.2 Eigenwerte 2x2

Tags: Eigenwerte, Eigenvektoren, Determinante, Nullstellen

Screenshot: (Stand 30.09.2024)

> Gegeben ist die $2 \times 2$-Matrix $M$ mit
>
> $$M = \begin{pmatrix} 18 & 0 \\ -54 & 36 \end{pmatrix}.$$
>
> Berechnen Sie die Eigenwerte $\lambda_1, \lambda_2$ von $M$ und geben Sie diese als Menge $E = \{\lambda_1, \lambda_2\}$ an, z.B. {2,3}.
>
> ---
>
> Es ist $E = \{\}$
>
> ---

Autor: Hakim Günther (WH)

Idee: Hakim Günther

Lizenz: CC BY-SA 4.0

Thema: Gegeben ist eine $2x2$-Matrix. Für diese Matrix sollen die Eigenwerte bestimmt werden.

Vorkenntnisse: Bestimmung der Determinante.

Randomisierung: Eine $2x2$-Matrix wird initialisiert und mit einem zufälligen Faktor skaliert.

Anpassung: Möglicher Wertebereich des Skalierungsfaktor kann variiert werden.

Sonderoption: Feedback unterdrücken: nein

#### 2.2.3.3 Eigenvektoren 2x2

| | |
|---|---|
| Tags | Eigenwerte, Eigenvektoren, Determinante, Nullstellen |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |

Gegeben ist die $(2 \times 2)$-Matrix $\boldsymbol{M}$ mit

$$\mathrm{M} = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ -2 & -4 \end{pmatrix}.$$

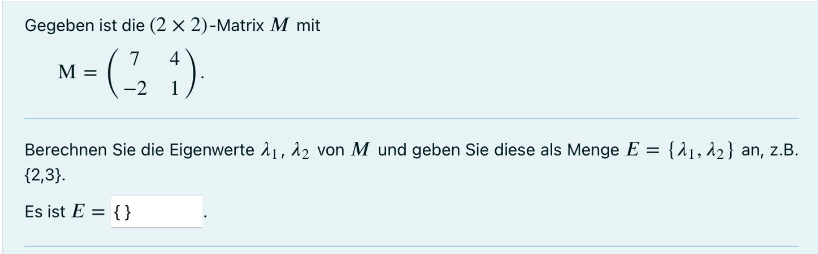
Bestimmen Sie zwei linear unabhängige Eigenvektoren $v_1$ und $v_2$ von $\boldsymbol{M}$ und geben Sie diese als Menge $N = \{v_1, v_2\}$ an, z.B. {[2,3],[1,1]}.

Es ist $N = \{\}$ .

| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist eine $2x2$-Matrix. Für diese Matrix sollen die Eigenvektoren bestimmt werden. |
| Vorkenntnisse | Bestimmung der Determinante. |
| Randomisierung | Eine $2x2$-Matrix wird initialisiert und mit einem zufälligen Faktor skaliert. |
| Anpassung | Möglicher Wertebereich des Skalierungsfaktor kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.3.4 Charakteristisches Polynom / Eigenwerte / Eigenvektoren 2x2

| | |
|---|---|
| Tags | Eigenwerte, Eigenvektoren, Determinante, Nullstellen |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |


Gegeben ist die $(2 \times 2)$-Matrix $M$ mit

$$M = \begin{pmatrix} 7 & 4 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Berechnen Sie die Eigenwerte $\lambda_1, \lambda_2$ von $M$ und geben Sie diese als Menge $E = \{\lambda_1, \lambda_2\}$ an, z.B. {2,3}.

Es ist $E = \{\}$ .

| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist eine $2x2$-Matrix. Für diese Matrix soll das charakteristische Polynom, die Eigenwerte und die Eigenvektoren bestimmt werden. |
| Vorkenntnisse | Bestimmung der Determinante. |
| Randomisierung | Der Wertebereich der, einzelnen Elemente der Matrix, werden randomisiert. |
| Anpassung | Der Wertebereich der Randomisierung kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |

#### 2.2.3.5 charakteristisches Polynom / Eigenwerte / Eigenvektoren 3x3

| | |
|---|---|
| Tags | Eigenwerte, Eigenvektoren, Determinante, Nullstellen |
| Screenshot | (Stand 30.09.2024) |

Gegeben ist die $(3 \times 3)$-Matrix $M$ mit

$$M = \begin{pmatrix} 12 & 12 & 11 \\ 1 & 1 & 1 \\ -16 & -18 & -15 \end{pmatrix}.$$

(a) Bestimmen Sie das charakteristische Polynom $P(x)$ von $M$.

Es ist $P(x) =$ .

(b) Berechnen Sie die Eigenwerte $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ von $M$ und geben Sie diese als Menge $E = \{\lambda_1, \lambda_2\}$ an, z.B. {1,1,2}.

Es ist $E =$ {} .

(c) Berechnen Sie die Eigenvektoren $v_1$ und $v_2$ zu den Eigenwerten $\lambda_1, \lambda_2$ und geben Sie diese als Menge $N = \{v_1, v_2\}$ an, z.B. {[2,3],[2,3],[1,1]}.

Es ist $N =$ {} .

| | |
|---|---|
| Autor | Hakim Günther (WH) |
| Idee | Hakim Günther |
| Lizenz | CC BY-SA 4.0 |
| Thema | Gegeben ist eine $3x3$-Matrix. Für diese Matrix soll das charakteristische Polynom, die Eigenwerte und die Eigenvektoren bestimmt werden. |
| Vorkenntnisse | Bestimmung der Determinante. |
| Randomisierung | Aus einer Liste von vorinitialisierten Matrizen wird eine ausgewählt. Diese wird dann mit einem Skalierungsfaktor multipliziert |
| Anpassung | Möglicher Wertebereich des Skalierungsfaktor kann variiert werden. |
| Sonderoption | Feedback unterdrücken: nein |