



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

WI
WIRTSCHAFTS
INFORMATIK



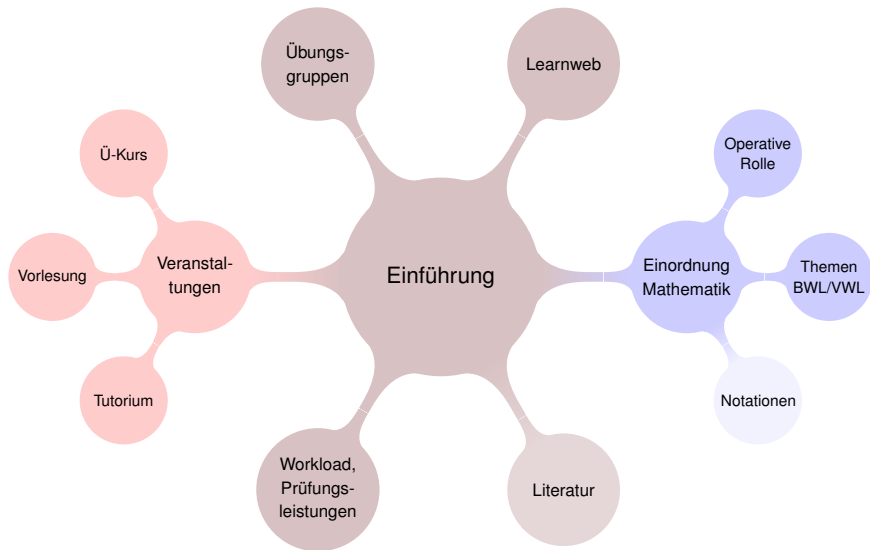
Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler

Wintersemester 2019/2020

Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler

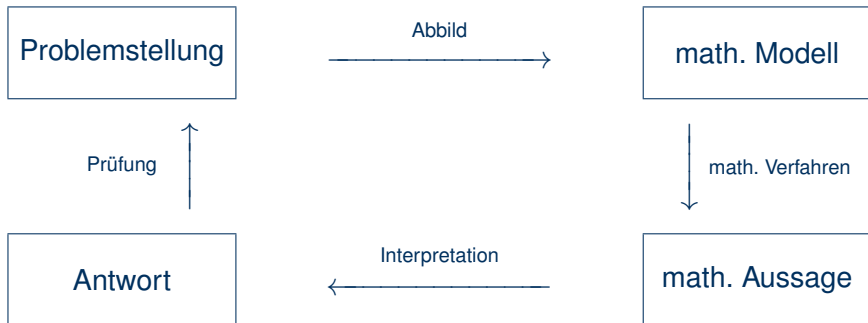
Dr. Ingolf Terveer

MAWIWI-Einführungsveranstaltung ■



Realität

Theorie



BWL/VWL	Math. Methoden aus	Voraussetzung
Produktionsablaufplanung, Produktprogrammplanung, Verschnittprobleme, Transportprobleme	nichtlineare und lineare Optimierung	Analysis Lineare Algebra
Qualitätskontrolle	Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik	Analysis
Lagerhaltungsmodelle Bedienungssysteme	Wahrscheinlichkeitsrechnung	Analysis Lineare Algebra
Finanzmärkte	Analysis, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik	Analysis
Marketing	Multivariate Statistik	Analysis Lineare Algebra
Märkte, Oligopole	Spieltheorie	Analysis Lineare Algebra
Ökonometrie	Zeitreihenanalyse	Analysis

Daraus: Inhalte MAWIWI = Lineare Algebra, Analysis



- Learnweb (LW): eLearning-Plattform der WWU.
 - Mitteilungen, Diskussionsforum, Übungsanmeldung
 - Vorlesungsfolien und -mitschnitte, Übungsaufgaben und -abgaben
 - Materialien und Medien zur Klausurvorbereitung,



- Learnweb (LW): eLearning-Plattform der WWU.
 - Mitteilungen, Diskussionsforum, Übungsanmeldung
 - Vorlesungsfolien und -mitschnitte, Übungsaufgaben und -abgaben
 - Materialien und Medien zur Klausurvorbereitung,
- Zugang mit ZIV-Kennung, ZIV-Passwort, Einschreibeschlüssel



Einschreibeschlüssel
BWL
VWL
WI (ab 2018)
WI (vor 2018)
CIW
Erasmus

- für alle Studiengänge individuelle Schlüssel.
- für WI auch PO-spezifischer Schlüssel (Hausaufgabenregelung!)
- bei Einschreibung mit falschem Schlüssel müssen Sie sich ausschreiben (unter: Einstellungen) und wieder einschreiben.

Lehrveranstaltung: Überbrückungskurs (ÜK) ■

- (Schul-)Analysis, ca. 20 UStd:
 1. Funktionen
 2. Lineare Funktionen
 3. Quadratische Funktionen
 4. Rationale Funktionen
 5. Weitere spezielle Funktionen
 6. Funktionsgrenzwerte
 7. Differentialrechnung in einer Variablen
 8. Integralrechnung in einer Variablen

- Inhaltlich vorausgesetzt in der eigentlichen Vorlesung
- *Prüfungsrelevant* im Modul **Wirtschaftsmathematik**¹
- Übungsaufgaben z.T. im Tutorium, weitgehend im Selbststudium
 - in Begleitbuch (eBook) und Folien enthalten
 - Musterlösungen per Download
 - Fragen können im Tutorium gestellt werden

¹Studiengänge WI, W&R, P&W, Ökonomik



■ Lin. Algebra / Folgen / Analysis mehrerer Variablen (44+6 UStd²)

- | | | |
|-------------------|---------------|------------------|
| 1. Matrizen | 6. Folgen und | 7. Differential- |
| 2. Lineare | Reihen, | rechnung in |
| Gleichungssysteme | Finanz- | mehreren |
| 3. Lineare | mathematik | Variablen |
| Optimierung | | |
| 4. Vektoren | | 8. Nichtlineare |
| 5. Quadratische | | Optimierung |
| Matrizen | | 9. Ergänzungen: |
| | | Induktion, Mehr- |
| | | fachintegrale |

- Termine VL/ÜK: Mo 8-10 (H1/3), Di 16-18 (H1/2), Fr 8-10 (H1/3)³
- Genauer Terminplan im Learnweb

²blau: Zusatzstunden Modul Wirtschaftsmathematik (WI,W&R,P&W,Öko)

³Bei Bedarf Video-Übertragung aus dem H1 in den H2/H3



Lehrveranstaltung Tutorium Mathematik ■

- 2-stündig/Woche, 27 Kleingruppen, 1 Saalübung

Zeit	Mo				Di				Mi				Do				Fr			
	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8-10	Mathe			Mathe	FIMa				BWL1			LEO 11.3					Mathe			Mathe
10-12	BWL1				BWL1			BWL1	JUR 253			ST A 1	EVWLeng	SRZ 104	JUR 490					TechT
12-14	JUR 372				JUR 372	ST A 1		Mentoring	JUR 372	SRZ 17		LEO 11.3					EinFWi	JUR 372	JUR 498	H 1
14-16				Info 1	EVWL			EinFWi	JUR 253	JUR 372		LEO 11.3	Statistik				Info 1	JUR 372	JUR 253	
16-18	H 3	JUR 253			Mathe			Mathe	JUR 253	JUR 372		LEO 11.3	JUR 372	SRZ 17						
18-20	JUR 253				JUR 498				JUR 253			LEO 11.3	JUR 498							

- Übungen zu den Themen der VL. Zusätzlich – bei Bedarf – auch Besprechung von Fragen zu den ÜK-Aufgaben



Lehrveranstaltung Tutorium Mathematik ■

- 2-stündig/Woche, 27 Kleingruppen, 1 Saalübung

Zeit	Mo				Di				Mi				Do				Fr			
	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI	BWL/VWL			WI
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8-10	Mathe			Mathe	FIMa				BWL1			LEO 11.3					Mathe			Mathe
10-12	BWL1				BWL1			BWL1	JUR 253			ST A 1	EVWLeng	SRZ 104	JUR 490					TechT
12-14	JUR 372				JUR 372	ST A 1		Mentoring	JUR 372	SRZ 17		LEO 11.3					EinFWI	JUR 372	JUR 498	H 1
14-16				Info 1	EVWL			EinFWI	JUR 253	JUR 372		LEO 11.3	Statistik			Info 1	JUR 372	JUR 253		
16-18	H 3	JUR 253			Mathe			Mathe	JUR 253	JUR 372		LEO 11.3	JUR 372	SRZ 17						
18-20	JUR 253				JUR 498				JUR 253			LEO 11.3	JUR 498							

- Übungen zu den Themen der VL. Zusätzlich – bei Bedarf – auch Besprechung von Fragen zu den ÜK-Aufgaben
 - Je ein Übungszettel pro Woche
 - Erscheint jeweils Di/Mi der Vorwoche
 - Vorbereitung für das Tutorium im Selbststudium.
- Hausaufgabe im Modul **Wirtschaftsmathematik** (s.u.)



- Bei organisatorischen Fragen
 - Luca Daniel (Learnweb-Kontakt)
 - Learnweb-Diskussionsforum
- Getrennte Kleingruppenanmeldung im Learnweb-Kurs:
 - BWL / VWL (Erstsemester)
 - WI ab PO2018 / W&R / P&W / Ökonomik

Anmeldung vom **07.10. 18:00 Uhr bis 09.10. 08:00 Uhr**

- Wichtig: Die Anmeldung
 - ist notwendig zur möglichst gleichmäßigen Verteilung von ca. 800 Studierenden auf 27 Gruppen,
 - bindet Sie an den gebuchten/zugewiesenen Termin,
 - ist **nicht** die Anmeldung zur Klausur (dafür: \rightsquigarrow PAM)
- Gruppe ohne Anmeldung für höhere Semester
bzw. als Ausweichtermin:

Fr 12-14, H1



- Studiengänge BWL, VWL
- Prüfungsleistungen:
 - LPLUS-Klausur Mathematik (elektronische Klausur im Februar)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Juli/August (SoSe), Februar (WiSe)!

Studienleistungen:

- keine Studienleistungen



Prüfungsleistungen Modul Wirtschaftsmathematik ■

- Studiengänge WI, P&W, W&R, Ökonomik
- **Prüfungsleistung (PL):**
 - LPLUS-Klausur Mathematik (elektronische Klausur im Februar)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Juli/August (SoSe), Februar (WiSe)!



Prüfungsleistungen Modul Wirtschaftsmathematik ■

- Studiengänge WI, P&W, W&R, Ökonomik
- **Prüfungsleistung** (PL):
 - LPLUS-Klausur Mathematik (elektronische Klausur im Februar)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Juli/August (SoSe), Februar (WiSe)!
- **Studienleistung** (SL): Betrifft nur WI gemäß PO2018
 - ca. 13-mal wöchentlich: eine Übungsaufgabe (Einzelabgabe, 10P)



Prüfungsleistungen Modul Wirtschaftsmathematik ■

- Studiengänge WI, P&W, W&R, Ökonomik
- **Prüfungsleistung (PL):**
 - LPLUS-Klausur Mathematik (elektronische Klausur im Februar)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Juli/August (SoSe), Februar (WiSe)!
- **Studienleistung (SL):** Betrifft nur WI gemäß PO2018
 - ca. 13-mal wöchentlich: eine Übungsaufgabe (Einzelabgabe, 10P)
 - Abgabe jeweils bis Montag 8:00 Uhr wie folgt
 1. Eintragung der Endergebnisse in LW-Formular (25%, 2,5P) und ...
 2. ... Hochladen der Rechenwege im LW (75%, 7,5P)



Prüfungsleistungen Modul Wirtschaftsmathematik ■

- Studiengänge WI, P&W, W&R, Ökonomik
 - **Prüfungsleistung** (PL):
 - LPLUS-Klausur Mathematik (elektronische Klausur im Februar)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Juli/August (SoSe), Februar (WiSe)!
 - **Studienleistung** (SL): Betrifft nur WI gemäß PO2018
 - ca. 13-mal wöchentlich: eine Übungsaufgabe (Einzelabgabe, 10P)
 - Abgabe jeweils bis Montag 8:00 Uhr wie folgt
 1. Eintragung der Endergebnisse in LW-Formular (25%, 2,5P) und ...
 2. ... Hochladen der Rechenwege im LW (75%, 7,5P)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Nur im Wintersemester!
 - SL ist in MaWIWI keine Teilnahmevoraussetzung für die Klausur!
- SL ist erbracht, wenn mind. 50% aller Punkte erzielt wurden.



Prüfungsleistungen Modul Wirtschaftsmathematik ■

- Studiengänge WI, P&W, W&R, Ökonomik
- **Prüfungsleistung (PL):**
 - LPLUS-Klausur Mathematik (elektronische Klausur im Februar)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Juli/August (SoSe), Februar (WiSe)!
- **Studienleistung (SL):** Betrifft nur WI gemäß PO2018
 - ca. 13-mal wöchentlich: eine Übungsaufgabe (Einzelabgabe, 10P)
 - Abgabe jeweils bis Montag 8:00 Uhr wie folgt
 1. Eintragung der Endergebnisse in LW-Formular (25%, 2,5P) und ...
 2. ... Hochladen der Rechenwege im LW (75%, 7,5P)
 - Wiederholungsmöglichkeit: Nur im Wintersemester!
 - SL ist in MaWIWI keine Teilnahmevoraussetzung für die Klausur!

SL ist erbracht, wenn mind. 50% aller Punkte erzielt wurden.
- Zum Bestehen des Moduls müssten PL und SL erbracht sein.



Hinweise für alle Studiengänge ■

- Auch die anderen Studiengänge können auf freiwilliger Basis die Endergebnisse im LW-Formular wöchentlich abgeben



Hinweise für alle Studiengänge ■

- Auch die anderen Studiengänge können auf freiwilliger Basis die Endergebnisse im LW-Formular wöchentlich abgeben
- Die Nutzung dieses Angebotes wird empfohlen, um sich frühzeitig auf technische Anforderungen der LPLUS-Klausur vorzubereiten.



Hinweise für alle Studiengänge ■

- Auch die anderen Studiengänge können auf freiwilliger Basis die Endergebnisse im LW-Formular wöchentlich abgeben
- Die Nutzung dieses Angebotes wird empfohlen, um sich frühzeitig auf technische Anforderungen der LPLUS-Klausur vorzubereiten.
- Weil sich Übungen auf die VL der Vorwoche beziehen, sollten Sie Vorlesungen binnen 3-7 Tagen nachbereiten (z.B. auch durch eigenständiges Rechnen der VL-Beispiele).
- Nachbereitung der VL und Vorbereitung der Übungen gehört zu Ihrem wöchentlichen Selbststudium (Workload, s.u.).



Hinweise für alle Studiengänge ■

- Auch die anderen Studiengänge können auf freiwilliger Basis die Endergebnisse im LW-Formular wöchentlich abgeben
- Die Nutzung dieses Angebotes wird empfohlen, um sich frühzeitig auf technische Anforderungen der LPLUS-Klausur vorzubereiten.
- Weil sich Übungen auf die VL der Vorwoche beziehen, sollten Sie Vorlesungen binnen 3-7 Tagen nachbereiten (z.B. auch durch eigenständiges Rechnen der VL-Beispiele).
- Nachbereitung der VL und Vorbereitung der Übungen gehört zu Ihrem wöchentlichen Selbststudium (Workload, s.u.).
- Die Tutorien sind keine Vorlesung. Aktive Mitarbeit ist wichtig, um einen Nutzen aus ihnen zu ziehen. Dazu gehört auch, dass Sie den gesamten Wochen-Übungszettel eigenständig bzw. in kleinen Arbeitsgruppen so weit wie möglich vorbereiten. Es wird sich oft nicht vermeiden lassen, auch am Wochenende zu arbeiten.



Workload laut CP-Rechnung (Prüfungsordnung bzw. Modulhandbuch)

- Modul Mathematik & IT (BWL/VWL): 7CP = 210 h (VL+Tut)
 - Ü-Kurs nicht klausurrelevant
 - FiMa ist eigenständige Veranstaltung mit eigener Klausur (2CP).
- Modul Wirtschaftsmathematik (WI): 9 CP = 270 h (VL+Tut+ÜK)
 - Ü-Kurs klausurrelevant
 - FiMa innerhalb der Veranstaltung MaWIWI



Workload laut CP-Rechnung (Prüfungsordnung bzw. Modulhandbuch)

- Modul Mathematik & IT (BWL/VWL): 7CP = 210 h (VL+Tut)
 - Ü-Kurs nicht klausurrelevant
 - FiMa ist eigenständige Veranstaltung mit eigener Klausur (2CP).
- Modul Wirtschaftsmathematik (WI): 9 CP = 270 h (VL+Tut+ÜK)
 - Ü-Kurs klausurrelevant
 - FiMa innerhalb der Veranstaltung MaWIWI

Workload im Detail:

	CP	pro Woche durchschnittlich		gesamt (14 Wo)	Klausurvorbereitung Selbststudium	gesamt
		Kontaktzeit (*)	Selbststudium			
VL/Tut	7	3+2	8	182	28	210
ÜKurs/FiMa	2	1,5	2	54	6	60

(*) Kontaktzeiten laut Zeitplan: 44h VL, 26h Tutorium, 20h Ü-Kurs, 6h FiMa/Ergänzungen



- Begleitbücher für Vorlesung und Ü-Kurs:
 - Terveer, I.: Mathematik für Wirtschaftswissenschaften. utb
 - Terveer, I., Terveer, S.: Analysis-Brückenkurs. utb (nur als eBook)in der FB-Bibliothek vorhanden (Print und Digital)
- Empfohlene Formelsammlung:
 - Terveer, I.: Formeln für Mathematik und Statistik. utb.
- Weitere Lehrbücher und Formelsammlungen:
 - Sydsaeter, K., et al.: Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler.
 - Luderer, B., Würker, U.: Einstieg in die Wirtschaftsmathematik.
 - Opitz, O. et al.: Mathematik. 12. Aufl.
 - Böker, F.: Formelsammlung für Wirtschaftswissenschaftler.
 - Luderer, B. et al.: Mathematische Formeln für Wirtschaftswissenschaftler.



- Logische Beziehungen zwischen logischen Ausdrücken A, B :
 - **Implikation:** $A \Rightarrow B$ Wenn A wahr ist, dann ist auch B wahr.
 - **Äquivalenz:** $A \Leftrightarrow B$ A ist genau dann wahr, wenn B wahr ist.
- Darstellung von Mengen (meist Zahlenmengen):
 - aufzählend z.B. $\mathbb{A} = \{1, 7, 19, 32, 45, 48, 49\}$
 - beschreibend z.B. $\mathbb{A} = \{x \in \mathbb{R} : x \geq 4, x \leq 18\}$
- **Element:** $x \in \mathbb{A}$ Objekt x liegt in der Menge \mathbb{A}
- Quantoren:
 - **Existenzquantor** $\exists x \in \mathbb{A} \dots$ Es gibt ein $x \in \mathbb{A}$, für das \dots gilt.
 - **Allquantor** $\forall x \in \mathbb{A} \dots$ Aussage \dots ist wahr für alle $x \in \mathbb{A}$.



■ Mengenschreibweise: Für Mengen \mathbb{A}, \mathbb{B}

□ **Teilmenge:** $\mathbb{A} \subset \mathbb{B}$ bzw. $\mathbb{A} \subseteq \mathbb{B}$ $\forall x : x \in \mathbb{A} \Rightarrow x \in \mathbb{B}$

□ **Vereinigungsmenge:** $\mathbb{A} \cup \mathbb{B}$ $= \{x : x \in \mathbb{A} \text{ oder } x \in \mathbb{B}\}$

□ **Schnittmenge:** $\mathbb{A} \cap \mathbb{B}$ $= \{x : x \in \mathbb{A} \text{ und } x \in \mathbb{B}\}$

□ **Komplement:**

□ $\mathbb{A} \setminus \mathbb{B}$ $= \{x : x \in \mathbb{A}, x \notin \mathbb{B}\}$

□ \mathbb{B}^c (bzw. \bar{B}) $= \{x : x \notin B\} = \mathbb{A} \setminus \mathbb{B}$

(mit Bezug auf vorgegebene Menge \mathbb{A} mit $\forall x : x \in \mathbb{A}$).



- Zahlbereiche (Mengenschreibweise): $\mathbb{N}_0 \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$
 - **Natürliche Zahlen:** \mathbb{N}, \mathbb{N}_0 $\{1, 2, 3, \dots\}$ bzw. $\{0, 1, 2, 3, \dots\}$
 - **Ganze Zahlen:** \mathbb{Z} $\{0, 1, -1, 2, -2, 3, -3, \dots\}$
 - **Rationale Zahlen:** \mathbb{Q} $\{\frac{p}{q} : p \in \mathbb{N}_0, q \in \mathbb{N}\}$
(Menge aller nichtabbrechenden periodischen Dezimalzahlen).
z.B. $2 = 1,\bar{9}$
 - **Reelle Zahlen** \mathbb{R} : Erweiterung von \mathbb{Q} um die irrationalen Zahlen
(nichtabbrechende, nichtperiodische Dezimalzahlen)



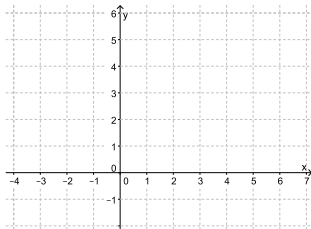
■ **Intervalle:** oft verwendete Teilmengen von \mathbb{R}

- **abgeschlossenes** Intervall: $[a; b]$ $\{x \in \mathbb{R} : a \leq x \leq b\}$
- **offenes Intervall:** $]a; b[$ $\{x \in \mathbb{R} : a < x < b\}$
- **halboffenes** Intervall (sinngem.): $[a; b[$ bzw. $]a; b]$
- **uneigentliche** Intervalle:
 - $[a; \infty[$ $\{x \in \mathbb{R} : x \geq a\}$
 - $] - \infty; b]$ $\{x \in \mathbb{R} : x \leq b\}$
 - **sinngemäß:** $]a; \infty[$ u. $] - \infty; b[$
 - $] - \infty; \infty[$ \mathbb{R}



■ Anschauungsebene:

- Menge aller **geordneten Paare** $(x|y)$ reeller Zahlen x,y
- Bezeichnung \mathbb{R}^2 bzw. $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$
- Darstellung von $(x|y)$ im **Koordinatenkreuz:**



- Sprechweise: **Punkt** $P(x|y)$.

1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



2. Lineare Gleichungssysteme ■

1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen



1 Matrizen

2 Lineare Gleichungssysteme

3 Lineare Optimierung

4 Vektoren

5 Quadratische Matrizen

6 Folgen und Reihen

7 Differentialrechnung

8 Nichtlineare Optimierung

9 Ergänzungen

