



Edition  
Harri   
Deutsch

# Aufgabensammlung Mathematik für Wirtschaft und Technik

Dorothea Reimer  
Wolfgang Gohout

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsseldorfstraße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 54326**

**Dr. Dorothea Reimer**

Akademische Oberrätin im Bereich Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler der  
Professur für Statistik und Ökonometrie an der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Professor Dr. rer. nat. Dr. rer. pol. Wolfgang Gohout**

Professor für Operations Research, Statistik und Mathematik  
Studiendekan Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule Pforzheim

1. Auflage 2009

Druck 5 4 3 2

ISBN 978-3-8085-5432-6

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb  
der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2013 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald  
Druck: Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

# Vorwort

Das Erlernen mathematischer Methoden erfordert vor allem Übung. Daher haben die Autoren die vorliegende Aufgabensammlung als Begleitmaterial ihrer Vorlesungen am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Justus-Liebig-Universität in Gießen und an der Fakultät für Technik der Hochschule Pforzheim zusammengestellt. Die Aufgaben umfassen sowohl den klassischen Stoff einer einführenden Mathematik-Vorlesung als auch propädeutische Bereiche zur Wiederholung und Auffrischung von Schulkenntnissen.

Die Lösungen wurden bewusst von den Aufgaben räumlich getrennt, um ein vorzeitiges „Spicken“ zu erschweren. Sie folgen den Aufgabenstellungen jeweils am Ende eines Abschnitts. Die Leser sollten nach Möglichkeit die Aufgaben so lange bearbeiten, bis sie sicher sind, dass sie sie auch in einer Klausur so abgeben würden. Danach kann man sich der Lektüre der Lösungen widmen.

Obwohl die Aufgaben dieser Sammlung schon lange in den Übungen und Tutorien der Autoren sowie zur Klausurvorbereitung unserer Studenten verwendet werden, sind wir uns durchaus bewusst, dass noch einige (hoffentlich wenige) Fehler drin stecken können. Für entsprechende Hinweise wären wir natürlich dankbar.

Nun bedanken wir uns noch bei dem Verlag Harri Deutsch und speziell Herrn Horn für die Unterstützung und wünschen den Lesern viele Erfolgserlebnisse und gute Fortschritte beim Erlernen ihrer Mathematik.

Gießen, im August 2009

Pforzheim, im August 2009

Dorothea Reimer  
Dorothea.Reimer@wirtschaft.uni-gießen.de

Wolfgang Gohout  
Wolfgang.Gohout@hs-pforzheim.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>A. Mathematische Grundlagen</b>	<b>1</b>
A1. Mathematische Logik . . . . .	1
A2. Mengenlehre . . . . .	4
A3. Grundlagen der Arithmetik und Algebra . . . . .	7
A4. Kombinatorik . . . . .	31
A5. Relationen, Ordnungen, Abbildungen . . . . .	37
A6. Funktionen . . . . .	39
A7. Folgen und Reihen . . . . .	50
A8. Finanzmathematik . . . . .	58
<b>B. Analysis von Funktionen einer Variablen</b>	<b>71</b>
B1. Differentialrechnung . . . . .	71
B2. Integralrechnung . . . . .	98
B3. Differential- und Differenzgleichungen . . . . .	110
<b>C. Lineare Algebra</b>	<b>123</b>
C1. Vektorrechnung . . . . .	123
C2. Matrixalgebra . . . . .	139
C3. Lineare Gleichungssysteme . . . . .	159
C4. Eigenwerte und -vektoren . . . . .	176
<b>D. Funktionen mit mehreren Variablen</b>	<b>181</b>
D1. Differentialrechnung . . . . .	181
D2. Extrema und Sattelpunkte . . . . .	192
D3. Integralrechnung . . . . .	203
<b>Literaturempfehlungen</b>	<b>213</b>

# A. Mathematische Grundlagen

## A1. Mathematische Logik

### Aufgabe A1.1

Welche der folgenden Sätze sind Aussagen? Geben Sie bei den Aussagen den Wahrheitswert an!

- a) Die Lahn ist länger als der Rhein.
- b) Mein Bruder ist dein Onkel.
- c) Mathe macht Spaß.
- d) Haben die Beatles „Yesterday“ gesungen?
- e) Ich weiß, was eine Aussage ist.
- f) Herr Ober, ein Bier!
- g) Auf anderen Planeten gibt es intelligente Lebewesen.
- h) Hilfe, Überfall!
- i)  $1 + 1 = 2$
- j)  $\sqrt{x^y}$

### Aufgabe A1.2

Wenn  $A \Rightarrow B$  gilt, gilt dann auch

- a)  $B \Rightarrow A$ ,
- b)  $\neg A \Rightarrow \neg B$ ,
- c)  $\neg B \Rightarrow \neg A$ ?

### Aufgabe A1.3

Ermitteln Sie den Wahrheitswert der zusammengesetzten Aussage

$$((\neg A \vee B) \wedge \neg(B \vee \neg C)) \Rightarrow (\neg A \Rightarrow \neg C),$$

wenn  $A$  eine wahre,  $B$  und  $C$  jedoch falsche Aussagen sind!

**Aufgabe A1.4**

Schreiben Sie folgende Aussagen in symbolischer Form!

- a) Es gibt eine Zahl  $x$  für die  $x > 0$  und  $x^2 - 25 = 0$  gilt.  
 b) Für alle natürlichen Zahlen  $n$  gilt, dass die Summe der ersten  $n$  natürlichen Zahlen gleich  $n(n+1)/2$  ist.

**Aufgabe A1.5**

Beweisen Sie folgende Aussagen durch vollständige Induktion!

a)  $1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \dots + n(n+1) = \frac{n(n+1)(n+2)}{3} \quad \forall n \in \mathbb{N}$

b)  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^n} = 1 - \frac{1}{2^n} \quad \forall n \in \mathbb{N}$

**Lösungen zum Abschnitt A1****Lösung zu Aufgabe A1.1**

	keine Aussage	Aussage	wahr	falsch	Wahrheitswert unbekannt
a)		×		×	
b)		×			×
c)	×				
d)	×				
e)		×			×
f)	×				
g)		×			×
h)	×				
i)		×	×		
j)	×				

**Lösung zu Aufgabe A1.2**

a) und b) gelten nicht, c) ist zutreffend.

### Lösung zu Aufgabe A1.3

$A$  wahr;  $B, C$  falsch  $\Rightarrow D := \neg A \vee B$  ist falsch.

$\Rightarrow D \wedge$  beliebig ist falsch

$\Rightarrow$  Die Aussage, also die Implikation „ $\Rightarrow$ “, ist wahr.

### Lösung zu Aufgabe A1.4

a)  $\exists x \in \mathbb{R} : (x > 0 \wedge x^2 - 25 = 0)$

b)  $\forall n \in \mathbb{N} : 1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$

### Lösung zu Aufgabe A1.5

a) Induktionsanfang  $n = 1$ :

$$1(1+1) = 2 = \frac{1(1+1)(1+2)}{3} \quad \text{gilt für } n = 1$$

Induktionsvoraussetzung:

$$1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \dots + n(n+1) = \frac{n(n+1)(n+2)}{3} \quad (*)$$

gelte für ein  $n \in \mathbb{N}$

Induktionsschluss  $n \rightarrow n+1$ :

$$1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \dots + n(n+1) + (n+1)(n+2) \stackrel{!}{=} \frac{(n+1)(n+2)(n+3)}{3}$$

Beweis:  $1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \dots + n(n+1) + (n+1)(n+2)$

$$\begin{aligned} &= \frac{n(n+1)(n+2)}{3} + (n+1)(n+2) \\ &\stackrel{(*)}{=} \frac{n(n+1)(n+2)}{3} + \frac{3(n+1)(n+2)}{3} \\ &= \frac{(n+1)(n+2)(n+3)}{3} \quad \text{q.e.d.} \end{aligned}$$

b) Induktionsanfang  $n = 1$ :

$$\frac{1}{2} = 1 - \frac{1}{2} \quad \text{gilt für } n = 1$$

Induktionsvoraussetzung:

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^n} = 1 - \frac{1}{2^n} \quad \text{gelte für ein } n \in \mathbb{N}. \quad (*)$$

Induktionsschluss  $n \rightarrow n+1$ :

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^{n+1}} \stackrel{!}{=} 1 - \frac{1}{2^{n+1}}$$

$$\begin{aligned} \text{Beweis: } \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^{n+1}} & \stackrel{(*)}{=} 1 - \frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^{n+1}} \\ & = 1 - \frac{2}{2^{n+1}} + \frac{1}{2^{n+1}} \\ & = 1 - \frac{2}{2^{n+1}} + \frac{1}{2^{n+1}} \\ & = 1 - \frac{1}{2^{n+1}} \quad \text{q.e.d.} \end{aligned}$$

## A2. Mengenlehre

### Aufgabe A2.1

Man schreibe mit Hilfe der Symbolik der Mengenlehre

- die Menge  $A$  der ersten fünf Buchstaben des griechischen Alphabets,
- die Menge  $B$  aller reellen Zahlen zwischen  $+2$  und  $-1$ , die Grenzen jeweils ausgeschlossen, ohne die Null,
- die Menge  $C$  aller natürlichen Zahlen zwischen  $5$  und  $15$  einschließlich der Grenzen.

### Aufgabe A2.2

Erläutern Sie die Unterschiede zwischen  $\emptyset$ ,  $\{0\}$ ,  $\{\emptyset\}$  und  $0$ !

### Aufgabe A2.3

Gegeben sei die Menge  $A = \{4, \{6, 7\}, \emptyset\}$ . Welche der folgenden Aussagen sind falsch?

- $6 \in A$ ;
- $\{6, 7\} \subset A$ ;
- $\{4\} \in A$ ;
- $\{4\} \subset A$ ;
- $4 \in A$ ;
- $4 \subset A$ ;
- $\emptyset \subset A$ ;
- $\{\emptyset\} \subset A$ ;
- $\emptyset \in A$ ;
- $\{\emptyset\} \in A$ ;
- $\{\{6, 7\}\} \subset A$ .

### Aufgabe A2.4

Geben Sie zu der Menge  $A = \{\alpha, \beta, \gamma\}$  die Potenzmenge an!



**Aufgabe A2.5**

Sei  $\Omega = \{n \in \mathbb{N} : 1 \leq n \leq 10\}$  und  $A = \{2, 4, 6, 8, 10\}$ ,  $B = \{1, 2, 3, 4\}$  sowie  $C = \{1, 2, 3, 5, 7\}$ .

- a) Zeichnen Sie das Venn-Diagramm und tragen Sie die Elemente von  $\Omega$  in die entsprechenden Teilflächen ein!
- b) Geben Sie folgende Ereignisse an:
- $A$  und  $B$  und  $C$ ,
  - $A$  oder  $B$ ,
  - Entweder  $(A$  und  $B)$  oder  $(A$  und  $C)$ , nicht beide,
  - $C$  und  $(A$  ohne  $B)$ ,
  - $A$ , aber weder  $B$  noch  $C$ .

**Aufgabe A2.6**

Wie lautet  $(A \setminus B) \cup B$ , wenn

- a)  $A \cap B = \emptyset$ ,    b)  $A \cap B \neq \emptyset$  und  $A \neq A \cap B \neq B$ ,  
c)  $A \cap B = B$ ,    d)  $A \cap B = A$ ?

Man veranschauliche sich dies am Venn-Diagramm.

**Lösungen zum Abschnitt A2****Lösung zu Aufgabe A2.1**

- a)  $A = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon\}$   
b)  $B = \{x \in \mathbb{R} : -1 < x < 2, x \neq 0\}$   
c)  $C = \{5, 6, \dots, 15\} = \{n \in \mathbb{N} : 5 \leq n \leq 15\}$

**Lösung zu Aufgabe A2.2**

$\emptyset$  ist die **leere Menge**, also die Menge, die kein Element enthält.

$\{0\}$  ist die **Menge** mit dem (einzigem) Element 0.

$\{\emptyset\}$  ist die **Menge** mit dem Element  $\emptyset$ , das selbst wieder eine Menge ist.

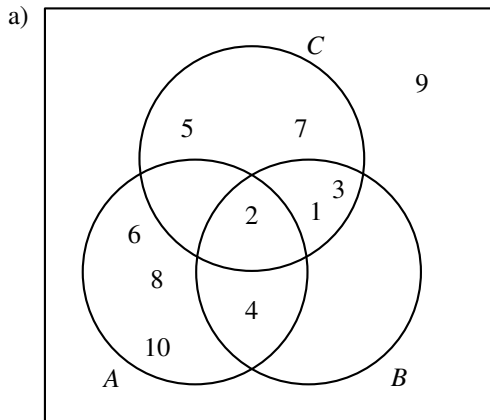
0 ist **keine Menge**, sondern eine Zahl.

**Lösung zu Aufgabe A2.3**

- |           |           |           |         |
|-----------|-----------|-----------|---------|
| a) falsch | b) falsch | c) falsch | d) wahr |
| e) wahr   | f) falsch | g) wahr   | h) wahr |
| i) wahr   | j) falsch | k) wahr   |         |

**Lösung zu Aufgabe A2.4**

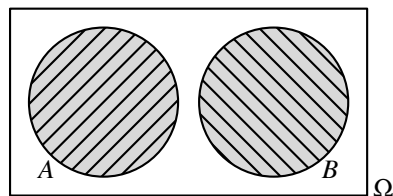
$$\mathfrak{P}(A) = \{\emptyset, \{\alpha\}, \{\beta\}, \{\gamma\}, \{\alpha, \beta\}, \{\alpha, \gamma\}, \{\beta, \gamma\}, A\}$$

**Lösung zu Aufgabe A2.5**

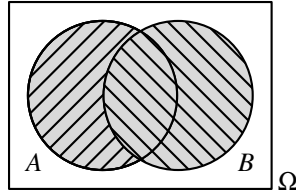
- b)
- $A \cap B \cap C = \{2\}$
  - $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 6, 8, 10\}$
  - $(A \cap B) \Delta (A \cap C) = A \cap (B \Delta C) = \{4\}$
  - $C \cap (A \setminus B) = \emptyset$
  - $A \setminus (B \cup C) = \{6, 8, 10\}$

**Lösung zu Aufgabe A2.6**

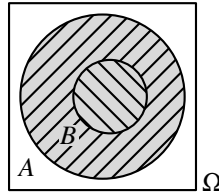
$$\begin{aligned} \text{a) } A \cap B = \emptyset &\Rightarrow A \setminus B = A \\ &\Rightarrow (A \setminus B) \cup B = A \cup B \end{aligned}$$



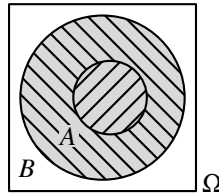
- b)  $(A \setminus B) \cup B = A \cup B$ ,  
gilt übrigens **stets!**



- c)  $A \cap B = B$   
 $\Rightarrow (A \setminus B) \cup B = A$



- d)  $A \cap B = A$   
 $\Rightarrow (A \setminus B) \cup B = B$



## A3. Grundlagen der Arithmetik und Algebra

### Aufgabe A3.1

Transformieren Sie die folgenden Zahlen in die jeweils angegebenen Zahlensysteme:

- $11,6875_{10}$  in das Dualsystem,
- $3451_{10}$  in das Hexadezimalsystem,
- $101011100010_2$  in das Hexadezimalsystem,
- $110110011,0101_2$  in das Dezimalsystem.

### Aufgabe A3.2

Geben Sie zu den folgenden Zahlen an, zu welcher der Zahlenmengen  $\mathbb{N}$ ,  $\mathbb{Z}$ ,  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{C}$  sie gehören:  $-2$ ;  $5$ ;  $2,7$ ;  $3/8$ ;  $\pi$ ;  $e$ ;  $7i$ ;  $\sqrt{3}$ ;  $5+i$ .

**Aufgabe A3.3**

Berechnen Sie folgende Summen:

$$\begin{aligned} \text{a) } & \sum_{i=1}^{10} i, & \text{b) } & \sum_{i=1}^n (2i + 10), & \text{c) } & \sum_{j=1}^5 \frac{3j(-1)^j - 1}{3j}, \\ \text{d) } & \sum_{i=4}^8 \frac{2i + 3(-1)^i}{i^2}, & \text{e) } & \sum_{i=-2}^4 \frac{(-i)^3}{2^i}, & \text{f) } & \sum_{i=1}^4 \frac{i^2}{i+1} + \sum_{i=1}^2 \frac{i(i-1)}{i^2}, \\ \text{g) } & \sum_{j=-2}^3 (-3)^j 2^{10-j}, \end{aligned}$$

**Aufgabe A3.4**

Schreiben Sie die folgenden Summen unter Verwendung des Summenzeichens:

$$\text{a) } 7 + 12 + 17 + 22 + 27, \quad \text{b) } -3 + 4/2 - 5/3 + 6/4 - \dots$$

**Aufgabe A3.5**

Für welchen Wert  $j$  ergibt nachfolgender Ausdruck stets null?

$$\sum_{i=1}^n 2ij - 4 \left( \sum_{i=2}^{n+1} 4i - 4n \right)$$

**Aufgabe A3.6**

Gegeben sei die folgende Tabelle von  $n^2$  Zahlen:

$$\begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{array}$$

Geben Sie unter Verwendung des Summenzeichens die Summe aller Elemente an, die

- in der 2-ten bis  $(n-k)$ -ten Spalte stehen,
- in der  $\ell$ -ten bis  $n$ -ten Zeile stehen,
- auf der Hauptdiagonalen stehen,
- auf der Nebendiagonalen stehen,
- im oberen Dreieck (einschließlich der Hauptdiagonalen) stehen,
- außerhalb der Hauptdiagonalen stehen!

**Aufgabe A3.7**

Wie groß ist die Summe

a) der geraden b) der ungeraden

Zahlen  $k \in \mathbb{N}$  mit  $|101 - k| < 26$ ?

**Aufgabe A3.8**

Berechnen Sie folgende Produkte:

$$\text{a) } \prod_{i=1}^5 2, \quad \text{b) } \prod_{i=0}^3 4, \quad \text{c) } \prod_{i=2}^5 2i, \quad \text{d) } \prod_{i=5}^{10} (2i - 3),$$

$$\text{e) } \prod_{i=-3}^3 (15 + 3i), \quad \text{f) } \prod_{j=-2}^3 \frac{2 \cdot 3^j}{3 + j}, \quad \text{g) } \prod_{i=1}^n \frac{2i + 2}{6i}, \quad \text{h) } \prod_{i=-2}^0 \frac{i^2 - 1}{i + 3}.$$

**Aufgabe A3.9**

Berechnen Sie folgende Ausdrücke:

$$\text{a) } \sum_{i=0}^2 \sum_{j=1}^3 i(j + 2), \quad \text{b) } \sum_{i=3}^5 \sum_{j=-1}^1 ij^{+1}, \quad \text{c) } \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 \frac{i + jn}{6}, \quad \text{d) } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{i + j - 1}{m \cdot n},$$

$$\text{e) } \prod_{i=0}^2 \prod_{j=1}^3 j^i, \quad \text{f) } \sum_{i=-1}^1 \prod_{j=1}^3 (i + 2j), \quad \text{g) } \prod_{i=1}^3 \sum_{j=1}^i i^{3-j}.$$

**Aufgabe A3.10**

Geben Sie die Ergebnisse der folgenden Operationen an:

$$\text{a) } 1 + 2 \cdot 3^4, \quad \text{b) } 4^{(3^2)}, \quad \text{c) } (4^3)^2.$$

**Aufgabe A3.11**

Fassen Sie, sofern möglich, vereinfachend zusammen (Produkte statt Summen bzw. Ausklammern):

$$\text{a) } 10^2 + 4 \cdot 15^3, \quad \text{b) } 7^4 + 11^4 + 13^4, \quad \text{c) } ax^2 + ay^2 + 2axy,$$

$$\text{d) } c^2 + c^x, \quad \text{e) } a^x + 2a^{x+y} - na^{x-3}.$$

**Aufgabe A3.12**

Berechnen Sie durch Umformen und ohne Taschenrechner:

- a)  $3^4 \cdot 27^2 \cdot 9^{-5}$ ,      b)  $\left(\frac{a^2 b^4}{c}\right)^3 : \left(\frac{b^5 c^{-2}}{a}\right)^2$ ,      c)  $\sqrt{a^4 b c^{-2}} + \frac{3a^2 \sqrt{b}}{c}$ ,  
 d)  $\frac{10^2}{5^2 \cdot \sqrt{2^3}}$ ,      e)  $\lg 16 - \lg 64 + \lg 8$ ,      f)  $\frac{x^3 + 5x^2 - 11x + 21}{x + 7}$ ,  
 g)  $125^{-1/2} \cdot \sqrt{5} \cdot 25^2$ ,      h)  $(16^3)^2 \cdot (18^4)^{-2} \cdot 12^{(-2^3)} \cdot 3^{(3^3)}$ .

**Aufgabe A3.13**

Wie lautet die Lösung der folgenden Gleichung?  $\frac{\sqrt{x} + 8}{\sqrt{x} + 3} = 2$

**Aufgabe A3.14**

Üben Sie das Arbeiten auf Ihrem Taschenrechner:

- a)  $\lg 123 =$       f)  $\ln 123 =$   
 b)  $\lg 1,23 =$       g)  $\ln 1,23 =$   
 c)  $\lg e =$       h)  $\ln e =$   
 d)  $\lg 1000 =$       i)  $\ln 1000 =$   
 e)  $\lg(3e) =$       j)  $\ln(3e) =$

**Aufgabe A3.15**

- a) Welche numerische Beziehung besteht zwischen  $\lg x$  und  $\ln x$ ?  
 b) Bestimmen Sie den Logarithmus der Zahl 46 zur Basis 5,3!  
 c) Ist  $x = \log_{50} 100$  größer oder kleiner als 1?

**Aufgabe A3.16**

Bestimmen Sie die Logarithmen der folgenden Ausdrücke:

- a)  $x \cdot y$ ,      b)  $\frac{x}{y}$ ,      c)  $\frac{x^2}{y^3}$ ,      d)  $x^{(5^3)} \cdot y^6 \cdot z^3$ ,      e)  $x^2 \cdot y + x \cdot y^2$ ,  
 f)  $x^2 \cdot \sqrt[5]{y^3}$ ,      g)  $\sqrt[3]{x} \cdot y^{-1/3}$ ,      h)  $a \cdot \sqrt{x^{-6}}$ ,      i)  $a^{\log_a(b)}$ .

**Aufgabe A3.17**

Wie lauten die dualen Logarithmen der folgenden Zahlen:

25; 10; 4; 2; 1; 0,125?

**Aufgabe A3.18**

Fassen Sie zu einem Logarithmus zusammen:

a)  $\lg(a) + \lg(b) - \lg(c)$ ,    b)  $-\lg(x) - \lg(y)$ ,    c)  $\lg(2) + 2 \cdot \lg(x) - 2 \cdot \lg(a)$ ,

d)  $3 \cdot (\lg(3) - 2 \cdot \lg(x) - 0,5 \cdot \lg(y))$ ,    e)  $\frac{1}{2} \cdot \lg(a) - \frac{1}{2} \cdot \lg(a^2 - x)$ ,

f)  $\lg \sqrt{3} - 3 \cdot \lg 9 - 12 \cdot \lg \frac{1}{\sqrt[3]{3}}$ .

**Aufgabe A3.19**

Lösen Sie die folgenden Gleichungen nach  $x$  auf:

a)  $\lg x = 1,2345$ ;    b)  $\ln x - 4 = 1$ ;    c)  $\ln x^2 = 20$ ;

d)  $\lg(3x - 5) = 2$ ;    e)  $\lg(\sqrt{x+1}) = 1$ ;    f)  $\lg(x) + \lg(x-3) = 1$ ;

g)  $\lg(\lg x) = 0$ ;    h)  $\lg(\ln x) = 1$ ;    i)  $\ln(\lg x) = 1$ ;

j)  $\text{ld } x = 4$ ;    k)  $x - 2 \text{ ld } 4 = \text{ld } 8$ ;    l)  $3^x - 5 = 8$ .

**Aufgabe A3.20**

Bestimmen Sie Lösungen folgender Gleichungen und die Definitionsbereiche der enthaltenen Ausdrücke:

a)  $\frac{5}{x} + \frac{2}{2-x} = \frac{3}{x+2}$ ;    b)  $\frac{x^2 - 231}{x+9} - 9x = 4x$ ;

c)  $7 - x = \sqrt{x-1}$ ;    d)  $x^4 + 2x^2 - 15 = 0$ .

**Aufgabe A3.21**

Bestimmen Sie alle Nullstellen des Polynoms  $x^4 - 10x^3 + 35x^2 - 50x + 24$  auf analytischem Wege!

**Aufgabe A3.22**

Bestimmen Sie die Nullstelle  $x_0$  des Polynoms

$$f(x) = x^4 + 27x^3 + 221x^2 + 683x - 2646$$

im Intervall  $[x_u, x_o] = [0, 4]$

- a) mit der Methode der Intervallhalbierung,
- b) mit der Regula-falsi-Iteration,

so dass  $|f(x_0)| < 0,05!$  (Rechnen Sie in den Zwischenschritten mit vier Nachkommastellen!)

**Aufgabe A3.23**

Bestimmen Sie die Lösungsmengen folgender Ungleichungen:

- a)  $|x| < 4, x \in \mathbb{Z};$
- b)  $x < 4, x \in \mathbb{R};$
- c)  $x + y \leq 3, x \in \mathbb{N}, y \in \mathbb{N};$
- d)  $x < 0, x \in \mathbb{N};$
- e)  $\sqrt{4x} > -2, x \in \mathbb{R}_0^+;$
- f)  $3x - 5 < -4x + 9, x \in \mathbb{R};$
- g)  $5 + \frac{3-2x}{2} < 3x - \frac{2x+1}{4}, x \in \mathbb{Q};$
- h)  $\frac{8}{x} < \frac{2}{3}, x \in \mathbb{R} \setminus \{0\};$
- i)  $2x^2 - 14x + 20 < 0, x \in \mathbb{R};$
- j)  $2x^2 - 14x + 20 > 0, x \in \mathbb{R};$
- k)  $x^2 + 6x + 15 > 0, x \in \mathbb{R};$
- l)  $x^2 \geq 16, x \in \mathbb{R};$
- m)  $|2-x| < 5, x \in \mathbb{Z};$
- n)  $\frac{1}{|x-2|-3} > 0, x \in \mathbb{R} \setminus \{-1, 5\};$
- o)  $|x-2| \geq 5;$
- p)  $3 \cdot 0,1^{x-7} \leq 30.$

**Aufgabe A3.24**

Stellen Sie die Wertepaare  $(x, y)$  graphisch dar, die die folgenden vier Ungleichungen erfüllen:  $y + x/2 \leq 4;$   $y + 3x \leq 9;$   $x \geq 0;$   $y \geq 2.$

**Aufgabe A3.25**

In einer Möbelfabrik werden in einem gegebenen Zeitraum Tische und Stühle in den Mengen  $x_1$  und  $x_2$  hergestellt. Beide Produkte werden auf einer Sägemaschine, einer Hobelmaschine und in der Lackiererei bearbeitet. Die verfügbaren Kapazitäten sowie



die Bearbeitungszeiten je Stuhl bzw. Tisch bei den drei Anlagen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

	Bearbeitungszeit für		verfügbare Kapazität
	1 Stuhl	1 Tisch	
Sägemaschine	2 [h]	5 [h]	1.000 [h]
Hobelmaschine	5 [h]	4 [h]	1.000 [h]
Lackiererei	2 [h]	1 [h]	320 [h]

- Beschreiben Sie die Produktionsmöglichkeiten durch ein System von Ungleichungen, das Sie anschließend graphisch darstellen!
- Gibt es Mengenkombinationen, bei denen alle Kapazitäten voll ausgelastet sind?
- Wie kann man für den Fall, dass es nicht möglich ist, alle Kapazitäten voll auszulasten, eine Vollausslastung aller Kapazitäten herbeiführen?

### Aufgabe A3.26

Es ist  $i^2 := -1$ . Wie lauten  $i^3$ ,  $i^4$ ,  $i^5$  und  $i^6$ ?

### Aufgabe A3.27

Seien  $a = 5 - 3i$  und  $b = -2 + i$ . Berechnen Sie  $a + b$ ,  $a \cdot b$ ,  $a/b$ ,  $a^2$  und  $a \cdot \bar{a}$ !

### Aufgabe A3.28

Berechnen Sie jeweils den Betrag und das Argument (Hauptwert in Radiant) der folgenden komplexen Zahlen:

- $z = 2 - i \cdot \sqrt{2}$
- $z = -1 + i \cdot 3$
- $z = -2 - i$

### Aufgabe A3.29

Stellen Sie die komplexen Zahlen aus der vorigen Aufgabe in der GAUSSschen Zahlenebene dar!

### Aufgabe A3.30

Stellen Sie folgende komplexe Zahlen in Polarkoordinaten dar!

$$a = 3 + 4i, \quad b = 6 - 6i, \quad c = -5i, \quad d = -1 + i$$

**Aufgabe A3.31**

Transformieren Sie folgende komplexe Zahlen von der Darstellung in Polarkoordinaten in die allgemeine Form!

$$a = (2; \pi/2), \quad b = (5; 0), \quad c = (0,8; -2\pi/3), \quad d = (5\sqrt{2}; -\pi/4)$$

**Aufgabe A3.32**

a) Bestimmen Sie den Real- und Imaginärteil von

$$y = 2 \cdot e^{i \cdot \pi/2} \quad \text{und} \quad z = 3 \cdot \sqrt{2} \cdot (\cos(\pi/4) + i \cdot \sin(\pi/4))!$$

b) Bestimmen Sie  $y - z$ ,  $y \cdot z$ ,  $z/y$  und  $z^{-1}$  in algebraischer Form!

**Aufgabe A3.33**

Bestimmen Sie folgende Werte ohne Taschenrechner!

$$\sin \frac{\pi}{3}, \quad \cos \left( -\frac{\pi}{6} \right), \quad \tan \left( -\frac{3}{4} \pi \right), \quad \cot \left( \frac{2}{3} \pi \right)$$

**Aufgabe A3.34**

Sie beobachten einen Turm aus einer (ebenerdigen) Entfernung von 100 Metern und messen einen Winkel von  $30^\circ$  vom Boden bis zur Spitze.

- Wie lautet der Winkel im Bogenmaß?
- Wie hoch ist der Turm?

**Aufgabe A3.35**

Gegeben sei ein rechtwinkliges Dreieck ( $a, b$  – Katheten,  $c$  – Hypotenuse) mit  $a = 6\text{cm}$  und  $c = 12\text{cm}$ .

- Wie groß ist der Winkel  $\alpha$  in Altgrad? (Hinweis:  $\alpha$  liegt gegenüber von  $a$ .)
- Wie groß ist der Winkel  $\beta$  in Altgrad? (Hinweis:  $\beta$  liegt gegenüber von  $b$ .)
- Wie lang ist  $b$ ?

**Aufgabe A3.36**

Beweisen und verallgemeinern Sie die folgenden Aussagen! Für ein Dreieck mit  $c = 8$ ,

- $b = 9$  und  $\beta = 76^\circ$  gibt es genau eine Lösung,
- $b = 7$  und  $\beta = 37^\circ$  gibt es genau zwei Lösungen,
- $b = 5$  und  $\beta = 57^\circ$  gibt es keine Lösung.

## Lösungen zum Abschnitt A3

### Lösung zu Aufgabe A3.1

$$\text{a) } 11 : 2 = 5 \text{ Rest } 1$$

$$5 : 2 = 2 \text{ Rest } 1$$

$$2 : 2 = 1 \text{ Rest } 0$$

$$1 : 2 = 0 \text{ Rest } 1$$

$$\Rightarrow 11_{10} = 1011_2$$

$$0,6875 = a_1 \cdot 2^{-1} + a_2 \cdot 2^{-2} + a_3 \cdot 2^{-3} + \dots$$

$$= a_1 \cdot 0,5 + a_2 \cdot 0,25 + a_3 \cdot 0,125 + \dots$$

$$= 1 \cdot 0,5 + 0 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,125 + 1 \cdot 0,0625 + 0$$

$$\Rightarrow 0,6875_{10} = 0,1011_2$$

$$\Rightarrow 11,6875_{10} = 1011,1011_2$$

$$\text{b) } 3451 : 16 = 215 \text{ Rest } 11$$

$$215 : 16 = 13 \text{ Rest } 7$$

$$13 : 16 = 0 \text{ Rest } 13$$

$$\Rightarrow 3451_{10} = D7B$$

$$\text{c) } 101011100010_2 = 2_{10} + 32_{10} + 64_{10} + 128_{10} + 512_{10} + 2048_{10} = 2786_{10}$$

$$2786 : 16 = 174 \text{ Rest } 2$$

$$174 : 16 = 10 \text{ Rest } 14$$

$$10 : 16 = 0 \text{ Rest } 10$$

$$\Rightarrow 101011100010_2 = 2786_{10} = AE2_{16}$$

$$\text{oder: } \underbrace{1010}_A \mid \underbrace{1110}_E \mid \underbrace{0010}_2$$

$$\text{d) } 110110011,0101_2 = 2^{-4} + 2^{-2} + 2^0 + 2 + 2^4 + 2^5 + 2^7 + 2^8 = 435,3125_{10}$$

### Lösung zu Aufgabe A3.2

$$-2 \in \mathbb{Z}; \quad 5 \in \mathbb{N}; \quad 2,7 \in \mathbb{Q}; \quad 3/8 \in \mathbb{Q}; \quad \pi \in \mathbb{R}; \quad e \in \mathbb{R}; \quad 7i \in i\mathbb{R} \subset \mathbb{C};$$

$$\sqrt{3} \in \mathbb{R}; \quad 5+i \in \mathbb{C}.$$

### Lösung zu Aufgabe A3.3

- a)  $\sum_{i=1}^{10} i = 1 + 2 + \dots + 10 = \frac{10 \cdot 11}{2} = 55$
- b)  $\sum_{i=1}^n (2i + 10) = 2 \sum_{i=1}^n i + 10n = 2 \frac{n(n+1)}{2} + 10n = n^2 + 11n$
- c)  $\sum_{j=1}^5 \frac{3j(-1)^j - 1}{3j} = \frac{-3-1}{3} + \frac{6-1}{6} + \frac{-9-1}{9} + \frac{12-1}{12} + \frac{-15-1}{15} =$   
 $\frac{-4}{3} + \frac{5}{6} + \frac{-10}{9} + \frac{11}{12} + \frac{-16}{15} = \frac{-240 + 150 - 200 + 165 - 192}{180} = -\frac{317}{180}$   
 $= -1,76\overline{11}$
- d)  $\sum_{i=4}^8 \frac{2i + 3(-1)^i}{i^2} = \frac{8+3}{16} + \frac{10-3}{25} + \frac{12+3}{36} + \frac{14-3}{49} + \frac{16+3}{64} = 1,90553$
- e)  $\sum_{i=-2}^4 \frac{(-i)^3}{2^i} = \frac{8}{1/4} + \frac{1}{1/2} + \frac{0}{1} - \frac{1}{2} - \frac{8}{4} - \frac{27}{8} - \frac{64}{16} = 32 + 2 - \frac{1}{2} - 2 - \frac{27}{8} - 4$   
 $= 24,125$
- f)  $\sum_{i=1}^4 \frac{i^2}{i+1} + \sum_{i=1}^2 \frac{i(i-1)}{i^2} = \frac{1}{2} + \frac{4}{3} + \frac{9}{4} + \frac{16}{5} + \frac{0}{1} + \frac{2}{4} =$   
 $\frac{30+80+135+192+30}{60} = \frac{467}{60} = 7,78\overline{33}$
- g)  $\sum_{j=-2}^3 (-3)^j 2^{10-j} = \frac{1}{9} \cdot 2^{12} - \frac{1}{3} \cdot 2^{11} + 2^{10} - 3 \cdot 2^9 + 9 \cdot 2^8 - 27 \cdot 2^7 = -1891,5\overline{5}$

### Lösung zu Aufgabe A3.4

- a)  $7 + 12 + 17 + 22 + 27 = \sum_{i=1}^5 (5i + 2)$
- b)  $-3 + 4/2 - 5/3 + 6/4 - \dots = \sum_{i=3}^{\infty} (-1)^i \frac{i}{i-2} = \sum_{i=1}^{\infty} (-1)^i \frac{i+2}{i}$