

# Klausur „Mathematik I für Informatik und Wirtschaftsinformatik“



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Fachbereich Mathematik  
Prof. Dr. Thomas Streicher

SoSe 2018  
06.09.2018

Name: ..... Matrikelnummer: .....  
Vorname: ..... Studiengang: .....

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$	Note
mögliche Punkte	7	7	20	6	10	10	60	
erreichte Punkte								

## Hinweise

Bitte füllen Sie den Kopf dieses Aufgabenblatts **jetzt** und **leserlich in Druckschrift** aus. Versehen Sie **alle Blätter** mit **Ihrem Namen** und **Ihrer Matrikelnummer**.

Sie benötigen kein eigenes Papier. Sollte der Platz unter den Aufgaben Ihnen nicht genügen, können Sie die Seiten am Ende der Klausur verwenden. Kennzeichnen Sie deutlich, zu welcher Aufgabe Ihre Lösungen gehören.

Als Hilfsmittel ist lediglich **ein beidseitig handschriftlich beschriebenes DIN A4 Blatt** bzw. **zwei DIN A4 Seiten** zugelassen.

Geräte zur elektronischen Kommunikation dürfen weder benutzt noch griffbereit gehalten werden. Ein Verstoß hiergegen wird als Täuschungsversuch gewertet.

Die Bearbeitungszeit beträgt **90 Minuten**. Der Raum darf erst nach Klausurende verlassen werden.

**Bedenken Sie:** Wo nicht anders explizit angegeben, sind **alle Ergebnisse zu begründen**, etwa durch eine Rechnung. Insbesondere werden Lösungswege bewertet.

**Tip:** Verschaffen Sie sich einen Gesamtüberblick über die Aufgaben, bevor Sie beginnen. Die Punktebewertung einer Aufgabe sagt nichts über ihre Schwierigkeit aus.

Die Aufgaben beginnen auf der nächsten Seite.

**Viel Erfolg!**



---

## 1. Aufgabe (Teilbarkeit)

(7 Punkte)

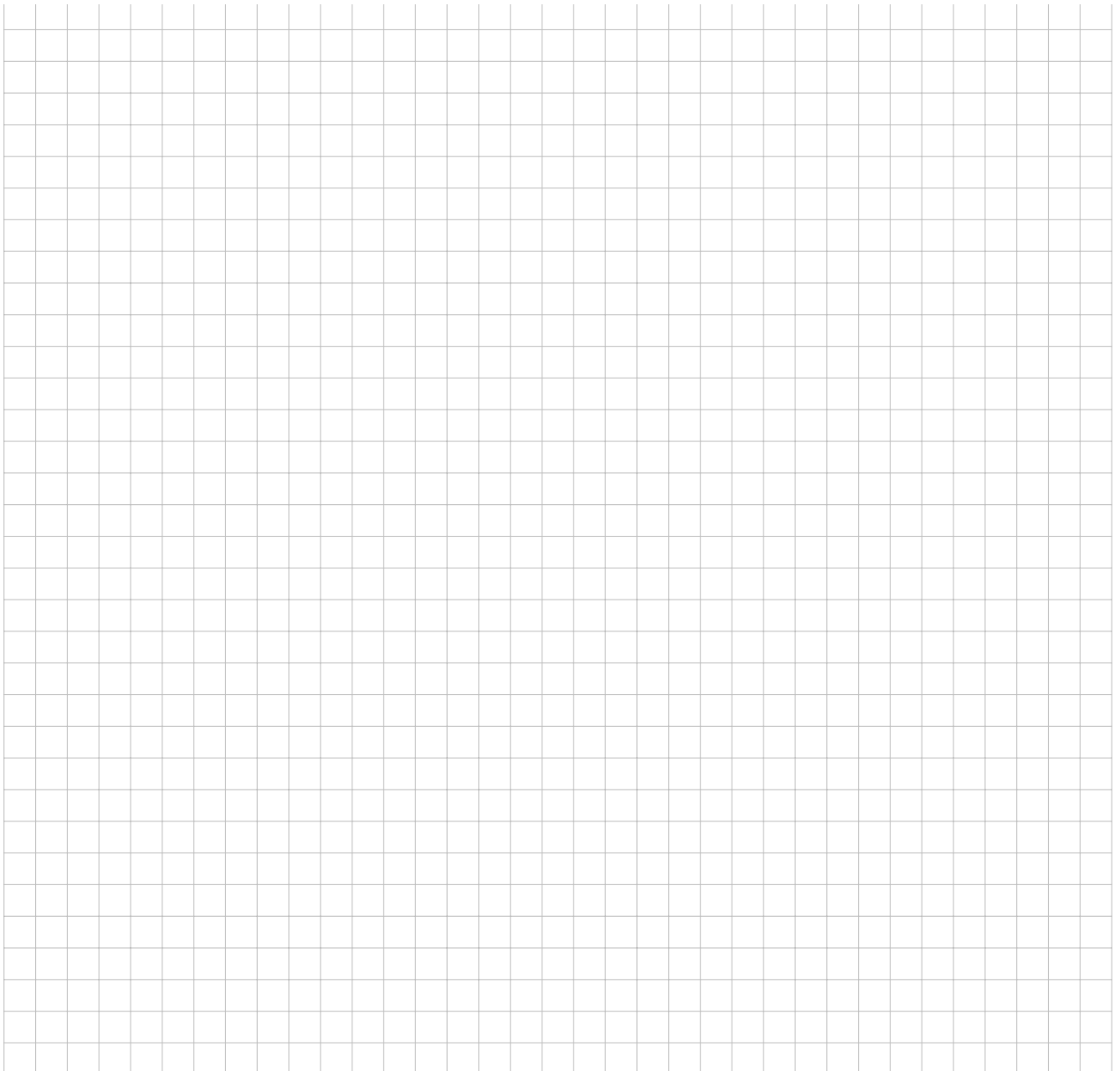
Sei  $n \in \mathbb{N}_0 := \{0, 1, 2, \dots\}$  mit der Darstellung

$$n = \sum_{i=0}^k a_i 10^i,$$

wobei  $k \in \mathbb{N}_0$  und  $a_i \in \{0, 1, \dots, 9\}$  für alle  $i \in \{0, \dots, k\}$ . Hierbei stellen die  $a_i$  die Ziffern der Zahl  $n$  dar. Zeigen Sie, dass

$$3|n \Leftrightarrow 3|\sum_{i=0}^k a_i$$

gilt, dass also die Zahl  $n$  ist genau dann durch 3 teilbar ist, wenn ihre Quersumme durch 3 teilbar ist.





---

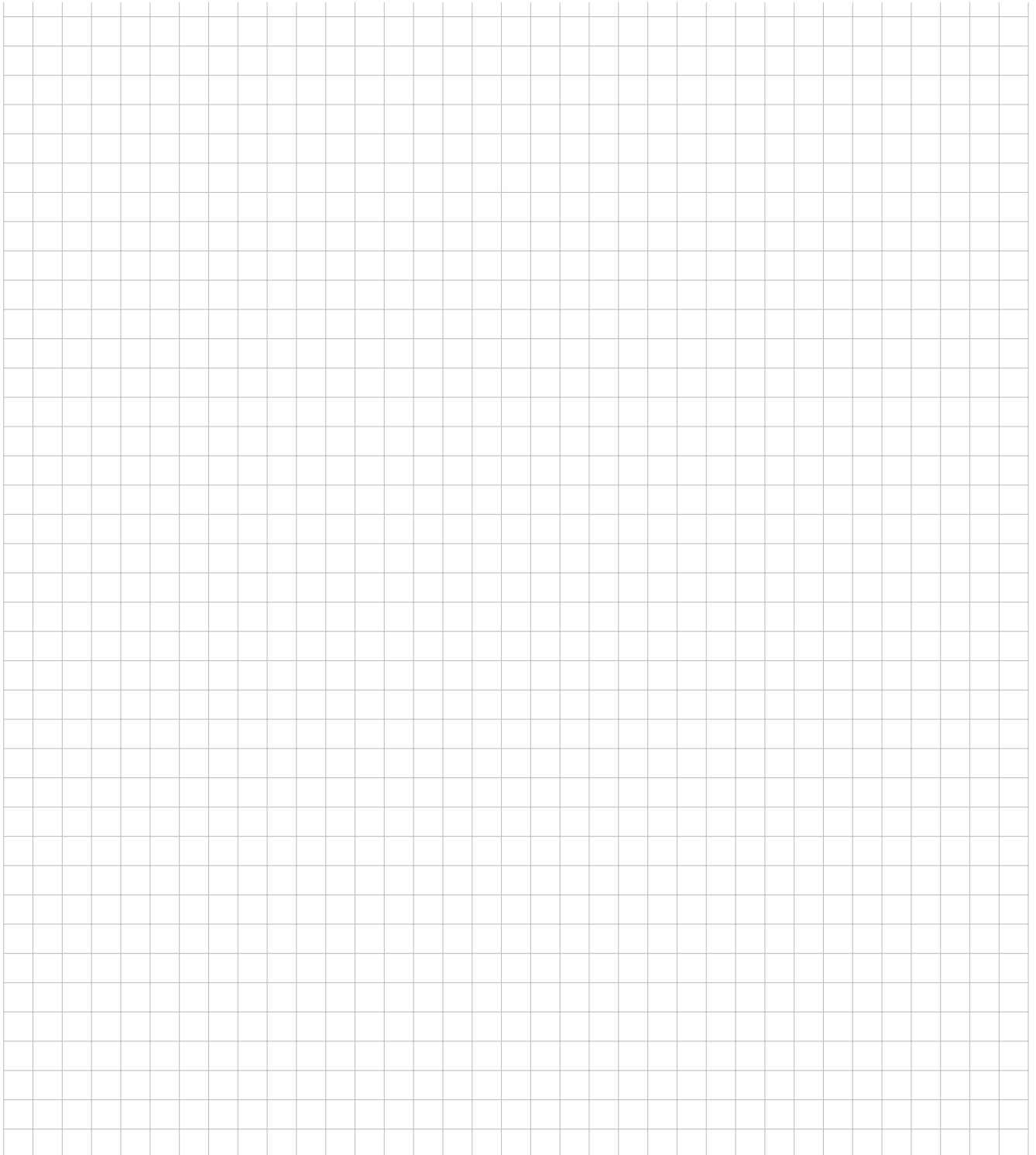
## 2. Aufgabe (Vollständige Induktion)

(7 Punkte)

Sei  $\mathbb{N}_0 := \{0, 1, 2, \dots\}$  und seien  $M, N \subset \mathbb{N}_0$  mit  $|N| = n \in \mathbb{N}_0$  und  $|M| = n + m + 1$  mit  $m \in \mathbb{N}_0$ . Zeigen Sie mittels vollständiger Induktion über  $n$ :

Für alle  $n, m \in \mathbb{N}_0$  gilt, dass jede Abbildung  $f : M \rightarrow N$  nicht injektiv ist.

*Hinweis:* Halten Sie unbedingt den Formalismus der vollständigen Induktion ein.





---

### 3. Aufgabe (Lineare Algebra)

(20 Punkte)

---

Gegeben sei die Matrix

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

- (a) Bestimmen Sie alle Eigenwerte und die zugehörigen Eigenräume der Matrix. (9,5 P.)
- (b) Geben Sie den Kern, das Bild und den Rang der Matrix an. (3 P.)
- (c) Ist die Matrix invertierbar? (1 P.)
- (d) Ist die Matrix diagonalisierbar? (3 P.)  
Wenn ja, geben Sie eine Matrix  $S$  und eine Diagonalmatrix  $D$  an, sodass  $D = S^{-1}AS$  gilt.  
*Hinweis:* Sie müssen die Matrix  $S^{-1}$  nicht berechnen. Eine Angabe der Matrizen  $D$  und  $S$  genügt.
- (e) Geben Sie die Eigenwerte von  $A^2$  an. (1 P.)
- (f) Bestimmen Sie die **Anzahl** der Lösungen des linearen Gleichungssystems (2,5 P.)

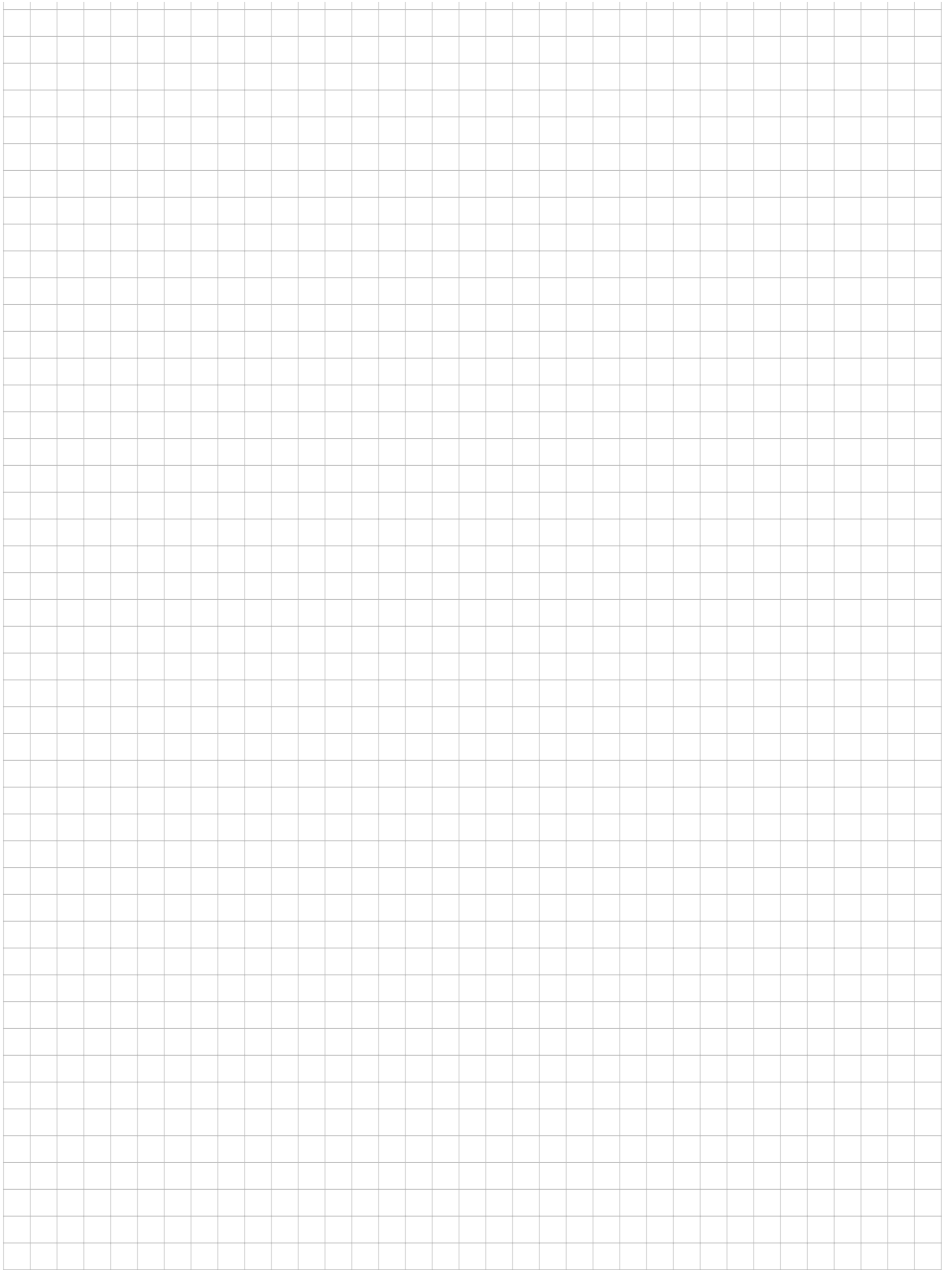
$$Ax = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ \alpha \end{pmatrix}$$

in Abhängigkeit von  $\alpha \in \mathbb{R}$ .

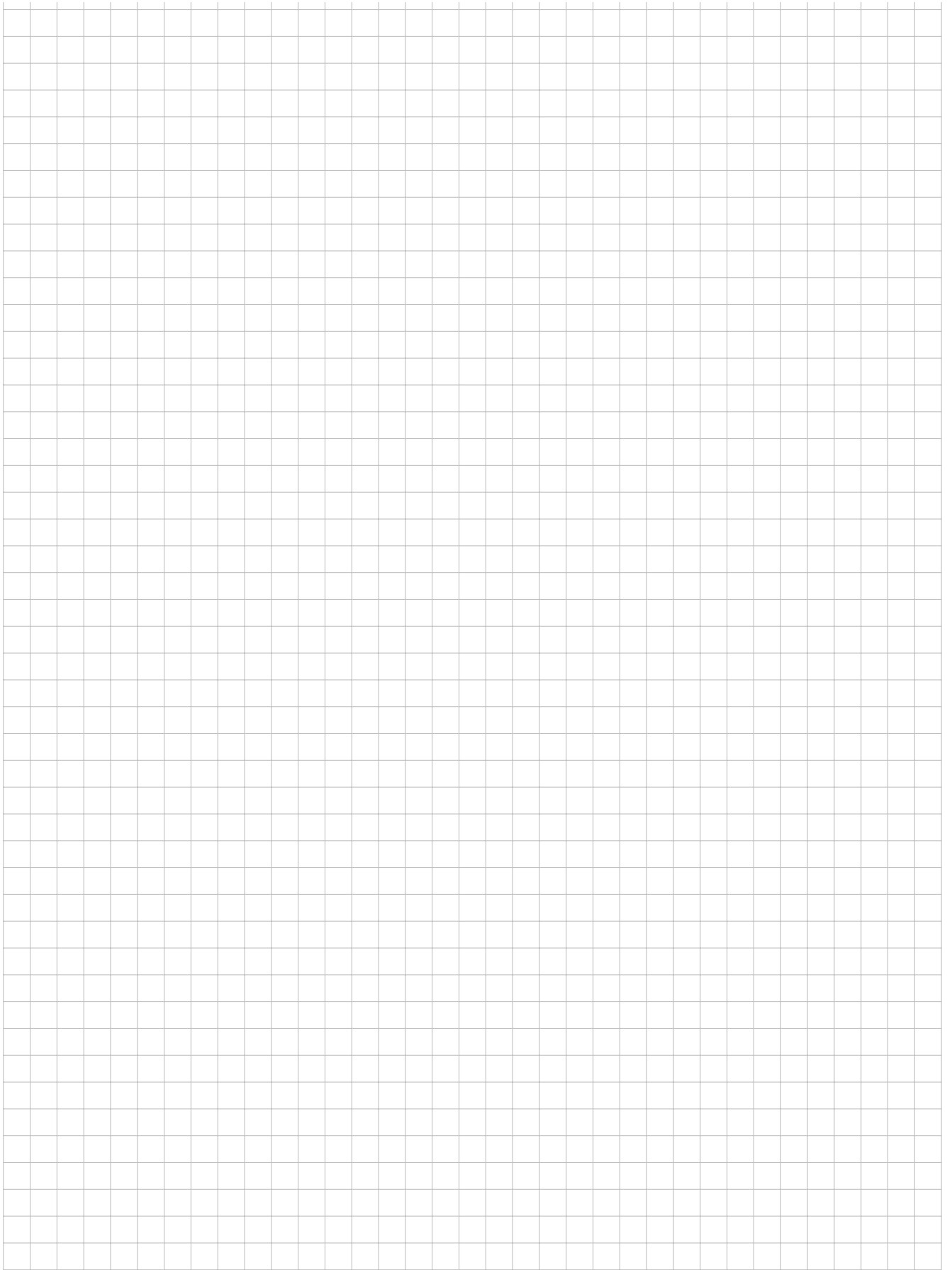














---

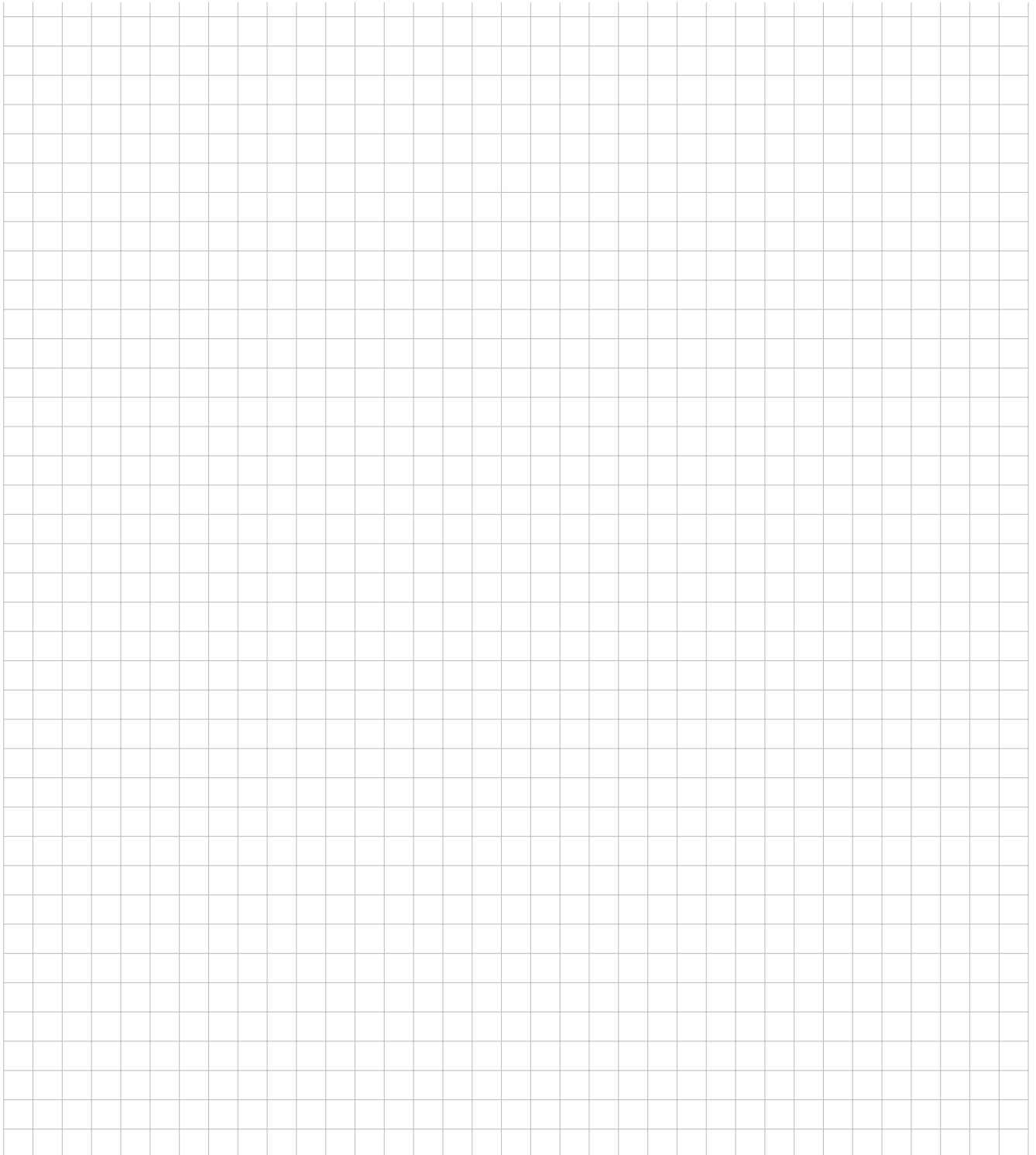
#### 4. Aufgabe ( $\Sigma$ -Algebren und Relationen)

(6 Punkte)

Sei  $\Sigma := (S, F, \text{ar})$  eine einsortige Signatur ( $S$  besteht aus genau einer Sorte),  $A$  und  $B$  einsortige  $\Sigma$ -Algebren zur Signatur  $\Sigma$  und  $h : A \rightarrow B$  ein  $\Sigma$ -Homomorphismus. Wir betrachten die Relation

$$x \ker(h) y \Leftrightarrow h(x) = h(y)$$

auf der  $\Sigma$ -Algebra  $A$ . Zeigen Sie, dass  $\ker(h)$  eine Kongruenz auf  $A$  ist.





---

## 5. Aufgabe (Beweisen und Widerlegen)

(10 Punkte)

Entscheiden Sie, welche der folgenden Aussagen wahr oder falsch sind. Geben Sie außerdem jeweils einen Beweis oder ein Gegenbeispiel an. Sollten Sie ein Gegenbeispiel angeben, müssen Sie zudem zeigen, dass dies ein Gegenbeispiel ist.

Sie erhalten für die richtige Antwort jeweils 0,5 und für die richtige Begründung jeweils 2 Punkte.

- (a) Sei  $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$  eine orthogonale  $(n \times n)$ -Matrix. Dann gilt  $\det(A) = 1$ .
- (b) Seien  $X, Y$  Ringe und  $\varphi : X \rightarrow Y$  ein Ringhomomorphismus. Dann ist  $\varphi$  injektiv.
- (c) Die Abbildung  $\|\cdot\| : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}, x := (x_1, x_2, \dots, x_n) \mapsto \|x\| := \max\{|x_i|, i \in \{1, \dots, n\}\}$  ist eine Norm.
- (d) Sei

$$F_+ := \{(c_n) \text{ Folge in } \mathbb{R} : c_n > 0 \quad \forall n \in \mathbb{N}\}.$$

Seien  $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}, (b_n)_{n \in \mathbb{N}} \in F_+$ . Ist  $a_n \in O(b_n)$ , dann gilt

$$\left(\frac{a_n}{b_n}\right)_{n \in \mathbb{N}} \text{ konvergiert.}$$







## 6. Aufgabe (Multiple Choice)

(10 Punkte)

Entscheiden Sie, welche der folgenden Aussagen wahr und welche falsch sind.

**Sie müssen Ihre Antworten nicht begründen.**

Für jede richtig ausgefüllte Zeile bekommen Sie 1 Punkt und eine fehlerhaft oder gar nicht ausgefüllte Zeile wird mit 0 Punkten bewertet.

Sollten Sie eine Antwort korrigieren, kennzeichnen Sie eindeutig, welche Antwort gewertet werden soll. Im Zweifel wird die Antwort mit 0 Punkten bewertet.

	wahr	falsch
(a) Die Aussagen $(A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B)$ und $(A \Leftrightarrow B)$ sind äquivalent.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(b) Seien $A$ und $B$ Mengen mit $A \cap B = \emptyset$ . Dann ist $A \neq B$ .	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(c) Seien $a, n \in \mathbb{N}^* := \{1, 2, 3, \dots\}$ . Dann gilt $a^n \equiv a \pmod{n}$ .	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(d) Seien $x, y \in \mathbb{Z}_{91}$ . Dann gilt: $x \cdot y = 0 \Rightarrow x = 0$ oder $y = 0$ .	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
(e) Sei $S \subset \mathbb{C}$ mit $S := \{s \in \mathbb{C} :  s  = 1\}$ und $\cdot_{\mathbb{C}}$ die Multiplikation zweier komplexer Zahlen. Dann ist $(S, \cdot_{\mathbb{C}})$ eine Gruppe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(f) Seien $v, w \in \mathbb{R}^3$ zwei linear unabhängige Vektoren mit $v, w \neq (0, 0, 0)$ . Dann ist $\{v, w, v \times w\}$ eine Basis des $\mathbb{R}^3$ .	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(g) Jede orthogonale symmetrische Matrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ ist selbstinvers.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(h) Die Matrix $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ ist positiv definit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(i) Sei $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ mit $\text{rang}(A) < n$ . Dann besitzt das Gleichungssystem $Ax = b$ für jedes $b \in \mathbb{R}^n$ mindestens eine Lösung.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(j) Sei $(\cdot \cdot)$ ein Skalarprodukt auf $\mathbb{R}^n$ , $\ \cdot\ $ die von $(\cdot \cdot)$ induzierte Norm auf $\mathbb{R}^n$ und seien $v, w \in \mathbb{R}^n$ linear abhängig. Dann gilt $ (v w)  = \ v\  \cdot \ w\ $ .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

