Universität Augsburg
Lehrstuhl für Algebra und Zahlentheorie
Schnee-im-April-Semester 2016

Prof. Dr. Marco Hien
Ingo Blechschmidt

Übungsblatt 5 zur Algebraischen Zahlentheorie

Aufgabe 1. *Dedekindringe mit nur endlich vielen Primidealen*

Sei A ein Dedekindring, der nur endlich viele Primideale $\mathfrak{p}_1, \ldots, \mathfrak{p}_n$ besitzt. Begründe kurz:

a) Es gibt ein Element $\pi \in \mathfrak{p}_1 \setminus \mathfrak{p}_1^2$.

b) Es gibt ein Element $x \in A$ mit $x \equiv \pi \mod \mathfrak{p}_1$ und $x \equiv 1 \mod \mathfrak{p}_k$ für $k \geq 2$.

c) Für dieses Element gilt $\mathfrak{p}_1 = (x)$.

d) Alle Ideale von A sind Hauptideale.

Aufgabe 2. *Ideale und Faktorringe von Dedekindringen*

Sei A ein Dedekindring.

a) Sei $\mathfrak{p} \in A$ ein Primideal. Sei $m \geq 0$. Zeige, dass $A/\mathfrak{p}^m$ ein Hauptidealring ist.

b) Sei $\mathfrak{a} \in A$ ein Ideal mit $\mathfrak{a} \neq (0)$. Zeige, dass $A/\mathfrak{a}$ ein Hauptidealring ist.

c) Sei $\mathfrak{a} \in A$ ein Ideal. Sei $x \in \mathfrak{a}$ mit $x \neq 0$. Zeige, dass $\mathfrak{a}$ von zwei Elementen erzeugt werden kann, von denen eines x ist.

Hinweis. In einem Faktorring $A/\mathfrak{b}$ gibt es genau so viele Primideale, wie es Primideale in A gibt, welche $\mathfrak{b}$ umfassen.

Aufgabe 3. *Beispiel für eine Volumenberechnung*

Sei $K := \mathbb{Q}[\sqrt{-5}]$. Sei $\mathfrak{p} := (3, 1 + 2\sqrt{-5}) \subseteq \mathcal{O}_K$. Bestimme das Volumen des vollständigen Gitters $j[\mathfrak{p}] \subseteq K_\mathbb{R}$, wobei $j : K \hookrightarrow K_\mathbb{R}$ die Einbettung in den Minkowskiraum ist.

Aufgabe 4. *Charakterisierung von Gittern*

Zeige, dass eine Untergruppe $\Gamma \subseteq \mathbb{R}^n$ genau dann ein Gitter ist, wenn sie diskret ist (wenn also zu jedem Punkt $\gamma \in \Gamma$ eine offene Umgebung $U \subseteq \mathbb{R}^n$ von γ mit $U \cap \Gamma = \{\gamma\}$ existiert).

Aufgabe 5. *Undiskretheit von Ganzheitsringen*

Sei K ein Zahlkörper vom Grad ≥ 3. Zeige, dass zu jedem $\varepsilon > 0$ ein Element $a \in \mathcal{O}_K \setminus \{0\}$ existiert, dessen komplexer Betrag kleiner als ε ist.

♡ **Aufgabe 6.** *Geradenbündel über dem Spektrum von Ganzheitsringen*

Sei A ein Dedekindring. Zeige: Die gebrochenen Ideale von K sind als A-Moduln projektiv.