UNIVERSITÄT HANNOVER
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne

Hannover, 16.10.2002

1. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 23.10.2002 in der Vorlesung

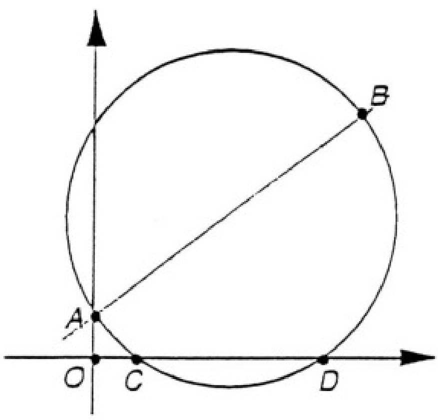
Aufgabe 1: Gegeben sei eine Teilmenge $M \subset \mathbf{C}$ mit $0, 1 \in M$. Beweisen Sie, dass dann für $z_1, z_2 \in M, z_2 \neq 0$ gilt: $\frac{z_1}{z_2} \in \hat{M}$.

Aufgabe 2: Beweisen Sie, dass zu einem festen $d \in \mathbf{Z}$ die Menge $K := \{r + s\sqrt{d} | r, s \in \mathbf{Q}\}$ einen Unterkörper von $\mathbf{C}$ bildet.

Aufgabe 3: Finden Sie eine Konstruktionsvorschrift für $\sqrt[4]{2}$.

Aufgabe 4: Betrachten Sie die folgende Konstruktion zur graphischen Lösung von allgemeinen quadratischen Gleichungen (vgl. Zeichnung):

> Gegeben seien die beiden Punkte $A = (0, 1)$ und $B = (a, b)$ in der Ebene. Zeichnen Sie den Kreis, der A und B als diametral gegenüberliegende Punkte enthält. Mit C und D seien die Schnittpunkte des Kreises mit der x-Achse bezeichnet (sofern sie existieren).



(a) Zeigen Sie, dass diese Konstruktion als eine Konstruktion mit Zirkel und Lineal im Sinne der Vorlesung durchführbar ist.

(b) Beweisen Sie, dass im Falle $a^2 > 4b$ der Kreis die x-Achse in genau zwei Punkten schneidet, wobei die Längen der Strecken OC und OD die quadratische Gleichung $x^2 - ax + b = 0$ lösen. Was passiert im Falle $a^2 \leq 4b$?

(c) Wenden Sie dieses Verfahren zur Konstruktion der reellen positiven Lösung der Gleichung $x^2 + x - 1 = 0$ an.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 23.10.2002

2. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 30.10.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Berechnen Sie die folgenden Grade von Körpererweiterungen:

(a) $[\mathbf{Q}(\sqrt{2}, i) : \mathbf{Q}]$

(b) $[\mathbf{Q}(\sqrt{3}, \sqrt{3} + \sqrt[3]{3}) : \mathbf{Q}]$

Aufgabe 2: Jede Körpererweiterung von Primzahlgrad ist einfach. (Sie besitzt keinen Zwischenkörper.)

Aufgabe 3: Die algebraische Gleichung $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$ mit rationalen Koeffizienten $a, b, c \in \mathbf{Q}$ besitze $2 + \sqrt{3}$ als Lösung. Zeigen Sie, dass es dann auch eine rationale Lösung der Gleichung geben muss.($\sqrt{3}$ ist irrational!)

Aufgabe 4: Es sei L ein Körper und L_1, L_2 seien Unterkörper von L. Zeigen Sie:

(a) Es gibt einen Unterkörper L' von L mit $L_1, L_2 \subset L'$, der in jedem Unterkörper von L enthalten ist, der L_1, L_2 enthält. Man schreibt $L' = L_1 \cdot L_2$.

(b) Es gilt $L_1 \cdot L_2 = L_1(L_2)$, d.h. $L_1 \cdot L_2$ entsteht aus L_1 durch Adjunktion der Elemente von L_2.

(c) Ist K ein gemeinsamer Unterkörper von L_1 und L_2 und sind L_1 und L_2 algebraisch über K, so ist auch $L_1 \cdot L_2$ algebraisch über K und es gilt $[L_1 \cdot L_2 : K] \leq [L_1 : K][L_2 : K]$.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 30.10.2002

3. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 6.11.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Stellen Sie eine Multiplikationstabelle für die Gruppe der Einheiten in $\mathbf{Z}_8$ auf.

Aufgabe 2: Bestimmen Sie alle irreduziblen Polynome vom Grad höchstens 2 über $\mathbf{Z}_3$. Wieviele irreduzible Polynome vom Grad 3 gibt es?

Aufgabe 3: Es sei $f(X)$ ein normiertes Polynom in $\mathbf{Z}[X]$. Zeigen Sie:

(a) Ist $x \in \mathbf{Q}$ eine Nullstelle von $f(X)$, so gilt sogar $x \in \mathbf{Z}$.

(b) Ist $f(0)$ eine Primzahl, so besitzt $f(X)$ höchstens drei verschiedene rationale Nullstellen.

Aufgabe 4: Sei L eine algebraische Kˆrpererweiterung von K, und es gelte $K \subset R \subset L$ mit einem Unterring R von L. Zeigen Sie, dass dann R ein Unterkˆrper von L und eine algebraische Kˆrpererweiterung von K ist.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 6.11.2002

4. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 13.11.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Berechnen Sie mit Hilfe des euklidischen Algorithmus einen g.g.T. und schreiben Sie ihn als Linearkombination der Ausgangspolynome.

(a) $X^4 - 3X^2 + X - 1$ und $X^2 + X - 1$,

(b) $X^5 - X^4 + X^3 + X^2 + 2$ und $X^6 + X^3 + X + 1$,

(c) $X^5 + X^4 - 12X^3 + 2X^2 + 2X - 24$ und $X^6 + X^5 + X^4 + 3X^3 + 2X^2 + 2X + 2$.

Aufgabe 2: Die Eigenschaften eines Polynomringes $R[X]$ hängen stark von den Eigenschaften des Koeffizientenringes R ab:

(a) Zeigen Sie, dass in $\mathbf{Z}_{10}[X]$ die Gradformel $\deg(fg) = \deg f + \deg g$ nicht gilt.

(b) Geben Sie ein nicht-konstantes Polynom in $\mathbf{Z}_9[X]$ an, welches Einheit ist.

Aufgabe 3: Untersuchen Sie, ob die folgenden Ringe faktoriell sind, und beweisen Sie die zugehörige Behauptung:

(a) $R_n := \{a + b\sqrt{n} | a, b \in \mathbf{Z}\}$ mit geradem $n \leq -4$,

(b) $R_{10} := \{a + b\sqrt{10} | a, b \in \mathbf{Z}\}$.

Hinweise: $R_n = \{a + b\sqrt{n} | a, b \in \mathbf{Z}\}$ ist Unterring von $\mathbf{C}$. Man benutze, dass für die Abbildung $N : R_n \to \mathbf{Z}, a + b\sqrt{n} \mapsto a^2 - nb^2$ gilt:

(a) $N(x \cdot y) = N(x) \cdot N(y)$ für alle x, y aus R_n,

(b) x ist Einheit in R_n genau dann, wenn $N(x)$ Einheit in $\mathbf{Z}$ ist.

Aufgabe 4: Betrachten Sie den Unterring $\mathbf{Z}_{(5)}$ von $\mathbf{Q}$, der aus den gekürzten Brüchen besteht, deren Nenner nicht durch 5 teilbar ist:

$$\mathbf{Z}_{(5)} := \left\{ \frac{p}{q} \in \mathbf{Q} \,\middle|\, p, q \text{ teilerfremd}, q \not\equiv 0(5) \right\}.$$

Zeigen Sie, dass $\mathbf{Z}_{(5)}$ faktoriell ist.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 13.11.2002

5. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 20.11.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Beweisen Sie mit Hilfe des Eisensteinkriteriums die Irreduzibilität der folgenden Polynome:

(a) $X^4 - 4X^2 + 2X + 3 \in \mathbf{Z}[X]$,

(b) $aX^m + Y^n - 1 \in \mathbf{C}[X,Y]$ mit $a \in \mathbf{C}, a \neq 0$.

Aufgabe 2: Man beweise die folgende Variante des Eisenstein-Kriteriums:
Sei R ein Integritätsring, $f = a_0 + a_1X + a_2X^2 + \cdots a_nX^n \in R[X]$ ein Polynom vom Grad n. Ist dann jeder gemeinsame Teiler der Koeffizienten eine Einheit in R und gibt es ein Primelement $p \in R$, welches $a_1, ..., a_n$ teilt, dessen Quadrat p^2 aber a_n nicht teilt, so ist f irreduzibel in $R[X]$.

Aufgabe 3: Der Ring $\mathbf{Q}[X]$ ist ein Hauptidealring. Für gegebene Polynome $f_1, \ldots, f_r \in \mathbf{Q}[X]$ ist $\{a_1f_1 + \cdots + a_rf_r | \, a_1, ..., a_r \in \mathbf{Q}[X]\}$ ein Ideal von $\mathbf{Q}[X]$.

(a) Wie bestimmt man einen Erzeuger für dieses Ideal?

(b) Wie bestimmt man einen Erzeuger für das größte Ideal, das in sämtlichen Hauptidealen (f_k), $k = 1, ..., r$ enthalten ist?

(c) Zeigen Sie, daß zwei Elemente genau dann assoziiert sind, wenn sie dasselbe Ideal erzeugen.

Aufgabe 4: Aus der Vorlesung wissen Sie: Sind R, S Integritätsringe, $\phi : R \to S$ ein Ringhomomorphismus und ist für jedes $r \in R - E(R)$ das Bild $\phi(r) \notin E(S)$, dann ist ein Element in R irreduzibel, wenn sein Bild irreduzibel in S ist.

(a) Zeigen Sie die Irreduzibilität von $X_1^{n_1} \cdots X_k^{n_k} - 2 \in \mathbf{Q}[X_1, \ldots, X_k]$ mit Hilfe eines geeigneten Ringhomomorphismus, falls $n_1 + \cdots + n_k > 0$.

(b) Finde Sie Ringe R, S, einen Ringhomomorphismus $\phi : R \to S$ wie oben und ein irreduzibles $r \in R$ mit $\phi(r)$ nicht irreduzibel.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 20.11.2002

6. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 27.11.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Zeigen Sie, dass folgende Polynome irreduzibel in $\mathbf{Z}[X]$ sind, durch Betrachtung jeweils eines geeigneten Restklassenringes:

(a) $X^3 + 2X^2 - 3X + 3$,

(b) $X^4 + 3X^3 + X^2 - 2X + 1$.

Aufgabe 2: Untersuchen Sie die Reduktionen von $f = X^4 - X^3 + 5X - 4 \in \mathbf{Z}[X]$ modulo 2 und modulo 3.

(a) Zeigen Sie, dass das Bild von f in den Restklassenringen $\mathbf{Z}_2[X], \mathbf{Z}_3[X]$ nicht irreduzibel ist.

(b) Zeigen Sie nur mit Hilfe der gegebenen Reduktionen, dass f in $\mathbf{Z}[X]$ irreduzibel ist.

Aufgabe 3: Gegeben sei der Ring $R = \mathbf{Q}[X, Y]$. Zeigen Sie:

(a) Der Ring R ist kein Hauptidealring (Das maximale Ideal $m = (X, Y)$ ist kein Hauptideal).

(b) Für das Hauptideal $I = (X^2 - XY^2)$ ist der Restklassenring R/I kein Integritätsring.

Aufgabe 4: Gegeben seien zwei Ideal I, J in einem Ring R. Zeigen Sie, dass die folgenden Teilmengen von R Ideale in R sind:

(a) $I \cdot J := \left\{ \sum_{i=1}^{m} a_i b_i \,|\, a_i \in I,\ b_i \in J,\ m \in \mathbf{N} \right\}$,

(b) $rad(I) := \{ r \in R \,|\, \text{es gibt ein } n \in \mathbf{N} \text{ mit } r^n \in I \}$, das <u>Radikal</u> von I.

UNIVERSITÄT HANNOVER
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 27.11.2002

7. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 4.12.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Konstruieren Sie für jedes der folgenden Polynome in $\mathbf{Q}[X]$ den Zerfällungskörper K über $\mathbf{Q}$. Geben Sie auch jeweils $[K : \mathbf{Q}]$ und eine Basis von K über $\mathbf{Q}$ an.

(a) $X^2 - 4p$, p eine Primzahl,

(b) $X^4 - 3$.

Aufgabe 2: Sei L der Zerfällungskörper von $X^3 - 1 \in K[X]$ über K. Bestimmen Sie $[L : K]$ für $K = \mathbf{Z}_p$, $p = 2, 3, 5, 7$.

Aufgabe 3: Wählen Sie einen Körper K und geben Sie zwei nicht zueinander assoziierte Polynome $f, g \in K[X]$ an, so dass gilt:

$$K[X]/\langle f \rangle \cong K[X]/\langle g \rangle.$$

Aufgabe 4: Die Menge $L := \bar{\mathbf{Q}}$ der algebraischen Zahlen in $\mathbf{C}$ ist ein algebraischer Abschluss von $\mathbf{Q}$. Sei $a \in L$, zeigen Sie, dass dann auch die folgenden Aussagen gelten:

(a) $\bar{a}$, die zu a komplex konjugierte Zahl, ist in L enthalten.

(b) Real- und Imaginärteil, $Re(a), Im(a)$, sind in L enthalten.

(c) Der Betrag, $|a|$, ist in L enthalten.

Hinweis: Zum Beweis von (b),(c) verwende man (a).

BITTE DENKEN SIE DARAN, 50 CENT ZUR ÜBUNG AM MONTAG MITZUBRINGEN!

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 4.12.2002

8. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 11.12.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Sei α eine reelle Zahl mit $\alpha^4 = 3$. Zeigen Sie:

(a) $i\alpha^2$ ist Nullstelle von $X^2 + 3 \in \mathbf{Q}[X]$,
$\alpha + i\alpha$ ist Nullstelle von $X^4 + 12 \in \mathbf{Q}[X]$ und $X^2 - 2i\alpha^2 \in \mathbf{Q}(i\alpha^2)[X]$,

(b) $\mathbf{Q}(i\alpha^2)$ ist normal über $\mathbf{Q}$,

(c) $\mathbf{Q}(\alpha + i\alpha)$ ist normal über $\mathbf{Q}(i\alpha^2)$,

(d) $\mathbf{Q}(\alpha + i\alpha)$ ist nicht normal über $\mathbf{Q}$.

Aufgabe 2: Bestimmen Sie alle $\mathbf{Q}$-Homomorphismen $L \to \bar{\mathbf{Q}}$ für $L = \mathbf{Q}(\sqrt[3]{2})$, und zeigen Sie damit, dass $L/\mathbf{Q}$ separabel ist.

Aufgabe 3: L sei Erweiterungskörper von K mit $char(L) = char(K) = 2$ und $[L : K] = 2$. Zeigen Sie:

(a) Es gibt $\alpha \in L$ mit $\alpha \notin K$,

(b) Gibt es $\alpha \in L$ mit $\alpha \notin K, \alpha^2 \in K$, so ist L über K nicht separabel,

(c) Gibt es $\alpha \in L$ mit $\alpha \notin K, \alpha^2 + \alpha \in K$, so ist L über K separabel.

Aufgabe 4: Zeigen Sie, dass jedes Polynom in $\mathbf{Z}_p[X]$ separabel ist. Man kann dazu wie folgt vorgehen:

(a) Zeigen Sie zunächst, dass für $\mathbf{Z}_p$ der Frobenius-Homomorphismus injektiv und surjektiv ist,

(b) führen Sie dann die Annahme, dass es ein irreduzibles inseparables Polynom in $\mathbf{Z}_p[X]$ gibt, zum Widerspruch,

(c) und zeigen Sie schließlich, dass es kein inseparables Polynom geben kann.

UNIVERSITÄT HANNOVER
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 11.12.2002

9. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 18.12.2002 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Es seien $\alpha := i \cdot \sqrt[3]{2} \cdot \sqrt[2]{3} \in \mathbf{C}$ und $L := \mathbf{Q}(\alpha)$.

(a) Zeigen Sie, dass $\sqrt[3]{2} \in L$ und $e^{2\pi i/3} \in L$.

(b) Berechnen Sie das Minimalpolynom von α über $\mathbf{Q}$.

Aufgabe 2: Zeigen Sie, dass der Zerfällungskörper von $X^3 - 2$ über $\mathbf{Q}$ isomorph zu $\mathbf{Q}[X]/(X^6 + 108)$ ist. **Hinweis:** Benutzen Sie Aufgabe 1!

Aufgabe 3: Zeigen Sie:

(a) $\mathbf{Q}(i, \sqrt[4]{3})$ ist galoisch über $\mathbf{Q}$,

(b) $\mathbf{Q}(\sqrt{2}, \sqrt{p})$, p Primzahl, ist galoisch über $\mathbf{Q}$,

(c) $\mathbf{Q}(\sqrt[3]{p})$, p Primzahl, ist nicht galoisch über $\mathbf{Q}$.

Aufgabe 4: Sei L eine endliche Körpererweiterung von K und $G := G(L/K)$ die Automorphismengruppe von L über K. L_G bezeichne den Fixkörper von G. Man zeige:

(a) L ist Galoiserweiterung von L_G mit $G(L/L_G) = G$.

(b) L ist Galoiserweiterung von K genau dann, wenn $K = L_G$.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 18.12.2002

10. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 8.1.2003 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Berechnen Sie die Galoisgruppen der folgenden Polynome über $\mathbf{Q}$:

(a) $X^3 + 14X + 1$,

(b) $X^3 + 8X^2 + 13X - 6$.

Aufgabe 2: Es seien $\Sigma \subset \mathbf{C}$ der Zerfällungskörper von $X^4 - X^2 + 1$ und $G := G(\Sigma/\mathbf{Q})$. Berechnen Sie alle Untergruppen von G und deren Fixkörper.

Aufgabe 3: Es sei D_4 die Gruppe

$$D_4 := \left\{ \left(\begin{array}{cc} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{array} \right), \left(\begin{array}{cc} 0 & e_3 \\ e_4 & 0 \end{array} \right) \middle| \, e_1, e_2, e_3, e_4 = \pm 1 \right\}$$

mit der Matrizenmultiplikation als Gruppenoperation.
Auf der Menge $\mathcal{D}$ der Diagonalen des Quadrats

$$Q := \{(x, y) \in \mathbf{R}^2 | \, 1 \le x \le 1, -1 \le y \le 1\}.$$

operiert D_4 durch Drehungen und Spiegelungen. Schließlich bezeichne $d_0 \in \mathcal{D}$ die Diagonale von Q, die den Punkt $(1, 1)$ enthält.

(a) Bestimmen Sie die Bahn $\mathcal{B}$ von d_0,

(b) Bestimmen Sie die Fixgruppe $H \subset D_4$ von d_0.

(c) Überprüfen Sie die Relation $|D_4| = |H| \cdot |\mathcal{B}|$.

Aufgabe 4: Betrachten Sie die Gruppe D_4 aus Aufgabe 3 und ihre Untergruppen

$$V_4 := \left\{ \left(\begin{array}{cc} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{array} \right) \middle| \, e_1, e_2 = \pm 1 \right\}, \quad H_2 := \left\{ \left(\begin{array}{cc} e_1 & 0 \\ 0 & 1 \end{array} \right) \middle| \, e_1 = \pm 1 \right\}.$$

Zeigen Sie:

(a) In D_4 ist V_4 Normalteiler.

(b) In V_4 ist H_2 Normalteiler.

(c) In D_4 ist H_2 kein Normalteiler.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 8.1.2003

11. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 15.1.2003 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Klassifizieren Sie (bis auf Gruppenisomorphie) die abelschen Gruppen der Ordnung $8 \leq |G| \leq 12$. Wieviele Isomorphieklassen gibt es?

Aufgabe 2: Sei n eine positive natürliche Zahl. Zeigen Sie:

(a) Genau dann ist 6 Teiler von n, wenn $\mathbf{Z}_6$ Untergruppe jeder abelschen Gruppe G der Ordnung $|G| = n$ ist.

(b) Ist 4 Teiler von n, so gibt es eine abelsche Gruppe G der Ordnung n, die $\mathbf{Z}_4$ nicht als Untergruppe enthält.

Aufgabe 3: Sei $f = X^4 + aX^2 + b \in \mathbf{Q}[X]$ irreduzibel, dann ist die Galoisgruppe von f über $\mathbf{Q}$ isomorph zu $D_4, \mathbf{Z}_4$ oder $V_4 \cong \mathbf{Z}_2 \times \mathbf{Z}_2$.

Aufgabe 4: Wieviele Untergruppen von S_5 sind 5-Gruppen?

Die Klausur zur Algebra I findet statt am 3.2.2003 in Raum F102, Beginn 12 c.t., Dauer 3h.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne

Hannover, 15.1.2003

12. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 22.1.2003 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Zeigen Sie, dass die Gruppe S_4 auflösbar ist.

Aufgabe 2: Zeigen Sie, dass eine Gruppe G dann auflösbar ist, wenn es einen Normalteiler N von G gibt, so dass N und G/N auflösbare Gruppen sind.

Aufgabe 3: Geben Sie alle natürlichen positiven Zahlen n an, für die Folgendes gilt:

> Es gibt ein irreduzibles Polynom $f \in \mathbf{Q}[X]$ von Grad n, dessen Galoisgruppe G isomorph zu S_3 ist.

Aufgabe 4: Es sei ζ eine primitive n-te Einheitswurzel in $\mathbf{C}$, wobei $n > 2$ gelte. Zeigen Sie, dass $[\mathbf{Q}(\zeta + \bar{\zeta}) : \mathbf{Q}] = \frac{1}{2}\phi(n)$ gilt.

Die Klausur zur Algebra I findet statt am 3.2.2003 in Raum F102, Beginn 12 c.t., Dauer 3h.

Universität Hannover
Institut für Mathematik
Prof. Dr. K. Hulek, Dr. M. Lönne Hannover, 22.1.2003

13. Übungsblatt zur Algebra I

Abgabe: Mi 29.1.2003 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Bestimmen Sie die Kreisteilungspolynome Φ_n für $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10$.

Aufgabe 2: Zeigen Sie, dass der Körper $E_8(\mathbf{Q})$ der achten Einheitswurzeln eine quadratische Erweiterung von $\mathbf{Q}(i)$ ist.

Aufgabe 3: L/K sei galoisch mit Galoisgruppe G. Z sei Zwischenkörper. Zeigen Sie:

$$Z/K \text{ galoisch } \iff |G(Z/K)| = |G : G_Z|.$$

Aufgabe 4: Es sei G die Galoisgruppe von $f(X) := X^{10} + X^5 + 1$ über $\mathbf{Q}$.

(a) Berechnen Sie die komplexen Nullstellen von f.

(b) Ist G auflösbar?

(c) Bestimmen Sie die Ordnung von G. (Achtung: f ist reduzibel!)

Die Klausur zur Algebra I findet statt am 3.2.2003 in Raum F102, Beginn 12 c.t., Dauer 3h.