

28. In einer gegebenen Wirtschaft wird Kapital K gemäß der Vorschrift

$$\dot{K}(t) = sF(K(t), L(t)) - \delta K(t)$$

akkumuliert, wobei s die Sparquote beschreibt ($0 < s < 1$), δ den Abschreibungssatz bezeichnet ($\delta > 0$), und F die Produktionsfunktion ist. Sei $w > 0$ der Lohnsatz in einem großen benachbarten Land, wobei w als exogen angenommen wird. Die Arbeitskräfte L dieser Wirtschaft wachsen bzw. nehmen ab entsprechend der Differenz zwischen dem Grenzprodukt der Arbeit und w :

$$\dot{L}(t) = L(t) [F_L(K(t), L(t)) - w].$$

Wir nehmen an, dass

$$F(K(t), L(t)) = 4[K(t)L(t)]^{\frac{1}{4}}.$$

- Bestimmen Sie die Isokline $\dot{K} = 0$ im (L, K) -Raum. Identifizieren Sie die Bereiche, wo $\dot{K} > 0$ bzw. $\dot{K} < 0$ gilt.
- Bestimmen Sie die Isokline $\dot{L} = 0$ und die Bereiche, wo $\dot{L} > 0$ bzw. $\dot{L} < 0$ gilt.
- Gibt es ein Gleichgewicht (L^*, K^*) mit $K^* > 0$ und $L^* > 0$? Ist es stabil?
- Nehmen Sie an, dass $w = 1$, $s = 0.1$, $\delta = 0.4$, und bestimmen Sie K^* und L^* . Bestimmen Sie die Eigenwerte der Jacobi-Matrix im Gleichgewicht, und beschreiben Sie das Systemverhalten in der Nähe des Gleichgewichtes.

29. Bezeichne $K(t)$ den Kapitalstock zum Zeitpunkt t und $P(t)$ den Umweltverschmutzungsgrad. Der Output ist durch

$$Y(t) = \frac{(K(t))^\alpha}{1 + P(t)}$$

gegeben, wobei $0 < \alpha < 1$. Das Sparkapital ist ein konstanter Anteil des Outputs, sodass die Änderungsrate des Kapitalstocks durch

$$\dot{K}(t) = sY(t) - \delta K(t)$$

bestimmt wird, wobei δ den Abschreibungssatz beschreibt und s die Sparquote darstellt ($0 < s < 1$). Zur Vereinfachung nehmen wir an, dass

$$s = 2\delta.$$

Der Grad der Umweltverschmutzung ändert sich gemäß der Gleichung

$$\dot{P}(t) = K(t) - P(t).$$

- Bestimmen Sie die Isoklinen $\dot{P} = 0$ und $\dot{K} = 0$, und identifizieren Sie im (P, K) -Raum jene Bereiche, wo \dot{P} und \dot{K} eindeutige Vorzeichen haben.
 - Zeigen Sie, dass ein Gleichgewicht (P^*, K^*) existiert. Bestimmen Sie diese Gleichgewichtswerte und zeigen Sie, dass $P^* > 0$ und $K^* > 0$ gilt.
 - Stellen Sie fest, ob für $\delta = 0.4$, $s = 0.8$ und $\alpha = 0.1$ die Eigenwerte der Jacobi-Matrix im Gleichgewicht reell oder komplex sind. Beschreiben Sie das lokale Systemverhalten dieses Gleichgewichtes.
30. Die Steigerungsrate des Preises von Äpfeln ist proportional zum Nachfrageüberschuss:

$$\dot{P}(t) = k(D(t) - S(t)).$$

Bestimmen Sie in den beiden folgenden Fällen den Gleichgewichtspreis. Was müssen Sie für das Vorzeichen von k annehmen, um zu garantieren, dass das Gleichgewicht stabil ist?

(a)

$$\begin{aligned} D(t) &= A - BP(t), & A > 0, & B > 0, \\ S(t) &= -M + NP(t), & M > 0, & N > 0. \end{aligned}$$

(b)

$$\begin{aligned} D(t) &= A - B[P(t) - 1], & A > 0, & B > 0, \\ S(t) &= A + [P(t) - 1]^3. \end{aligned}$$

(Hinweis: Substituieren Sie $Q(t) = P(t) - 1$.)

31. Betrachten Sie das folgende optimale Kontrollmodell, welches eine zeitkontinuierliche Variante des Beispiels "Konsumieren oder Investieren?" aus der Vorlesung darstellt:

$$\max_{\{c(t)\}} \int_0^{\infty} e^{-\delta t} \ln(c(t)) dt$$

unter

$$\dot{s}(t) = rs(t) - c(t),$$

wobei die Zustandsvariable $s(t)$ bzw. die Kontrollvariable $c(t)$ den Kapitalstock bzw. den Konsum jeweils zum Zeitpunkt t beschreibt. Nehmen Sie an, dass die Diskontierung die Verzinsung übersteigt, d.h.

$$\delta > r \geq 0.$$

- (a) Formulieren Sie die Hamilton-Funktion in Momentanwertschreibweise, wobei Sie die Kozustandsvariable mit λ bezeichnen.
- (b) Leiten Sie mit Hilfe der notwendigen Optimalitätsbedingungen des Pontryagin'schen Maximumprinzips das zweidimensionale kanonische System $(\dot{s}(t), \dot{c}(t))$ her.
- (c) Bestimmen Sie das langfristige Gleichgewicht (\hat{s}, \hat{c}) und dessen lokale Stabilitätseigenschaften über die Eigenwerte der Jacobi-Matrix im Gleichgewicht.
- (d) Beschreiben Sie qualitativ die optimale Lösung mit Hilfe einer Phasendiagrammanalyse im (s, c) -Raum. Zeichnen Sie zu diesem Zweck die Isoklinen $\dot{s} = 0$ und $\dot{c} = 0$ ein, und benutzen Sie die Tatsache, dass Trajektorien auf der Zustandsisokline senkrecht bzw. auf der Kontrollisokline waagrecht sind.