Lehrstuhl für INFORMATIONSTECHNISCHE REGELUNG Prof. Dr.-Ing. Sandra Hirche **Lehrstuhl für STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK** Prof. Dr.-Ing./Univ. Tokio Martin Buss Technische Universität München	**DYNAMISCHE SYSTEME** Kurzlösung zur 5. Übung

1. Aufgabe:

1.1 Das System ist passiv, da

$$\dot{V}(x) = \underbrace{\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_0^x h(\xi)\mathrm{d}\xi}_{\geq 0\ \forall x} = h(x)\dot{x} = uy - \underbrace{\lambda(t)h(x)x}_{\geq 0 \forall x} \leq uy$$

1.2 Für $\lambda(t) \neq 0$ ist das System strikt passiv.

2. Aufgabe:

2.1 $$\int_0^t \underline{u}^T y\,\mathrm{d}\tau = \int_0^t (u_1 y_1 + u_2 y_2)\,\mathrm{d}\tau = \int_0^t e_1 y_1\,\mathrm{d}\tau + \int_0^t e_2 y_2\,\mathrm{d}\tau$$

$H_1(\underline{x}_1)$ und $H_2(\underline{x}_2)$ passiv

$$\Longrightarrow \int_0^t e_1 y_1\,\mathrm{d}\tau + \int_0^t e_2 y_2\,\mathrm{d}\tau + V_1(\underline{x}_1(0)) + V_2(\underline{x}_2(0)) \geq V_1(\underline{x}_1(t)) + V_2(\underline{x}_2(t))$$

$\Longrightarrow$ Feedback-Systeme sind passiv, wenn die einzelnen Teilsysteme passiv sind.

2.2 a) passiv
b) nicht passiv

3. Aufgabe:

3.1 $U(\underline{z}, \underline{x}) = W(\underline{z}) + V(\underline{x})$

$$\dot{U} = \underbrace{\frac{\partial W}{\partial \underline{z}}\underline{f}_a(\underline{z})}_{\leq 0} + \frac{\partial W}{\partial \underline{z}}\underline{F}(\underline{z}, \underline{y})\underline{y} + \underbrace{\frac{\partial V}{\partial \underline{x}}\underline{f}(\underline{x}) + \frac{\partial V}{\partial \underline{x}}\underline{G}(\underline{x})\underline{u}}_{\leq \underline{y}^T\underline{u}}$$

$$\dot{U} \leq \frac{\partial W}{\partial \underline{z}}\underline{F}(\underline{z}, \underline{y})\underline{y} + \underline{y}^T\underline{u} = \underline{y}^T\left[\underline{u} + \left(\frac{\partial W}{\partial \underline{z}}\underline{F}(\underline{z}, \underline{y})\right)^T\right]$$

Mit $\underline{u} = -\left(\frac{\partial W}{\partial \underline{z}}\underline{F}(\underline{z}, \underline{y})\right)^T + \underline{v}$

ergibt sich $\dot{U} \leq \underline{y}^T\underline{v}$

3.2 $\dot{V}(x) = x\dot{x} = yu \quad \Longrightarrow$ (T) ist passiv (verlustlos)

3.3 $\dot{z} = -z \; ; \quad W(z) = \frac{1}{2}z^2$

$\dot{W} = z\dot{z} = -z^2 \leq 0 \quad \forall z$

3.4 $U = W + V$

$\dot{U} = z(-z + z^2 x) + xu$

Wähle $u = -z^3 + v$

$\Longrightarrow \dot{U} = -z^2 + xv \leq yv$

3.5 (A)-(T) ist passiv mit radial unbeschränktem, positiv definitem $U(z, x)$.

Null-Zustandsbeobachtbarkeit:

$v = 0 : y(t) \equiv 0 \Longleftrightarrow x(t) \equiv 0$

$\dot{x} = -z^3 + v \stackrel{!}{=} 0 \Longrightarrow z \equiv 0$

3.6 $u = -z^3 - kx \; , \quad k > 0$