

Aufgabenstellung 1: (7 Punkte) Das in der VO erarbeitete GAMS-Modell für die kurzfristige Einsatzoptimierung (Einheit 5) soll um die Verluste bei der Energieumwandlung im Turbinenbetrieb durch die Reibung in einem Triebwasserweg, der durch beide Maschinensätze *gemeinsam* genutzt wird, ergänzt werden. Die Leistung, die den Verlusten durch Reibung im Triebwasserweg im Turbinenbetrieb entspricht, soll dabei mit

$$Pv_{TWW} = \frac{\rho g}{10^6} \alpha_{TWW} Q_{TB}^3$$

Pv_{TWW}	Verlust-Leistung durch Reibung im Triebwasserweg	MW
α_{TWW}	Durchflussbeiwert für die Reibung im Triebwasserweg	$\text{s} \cdot \text{m}^{-2}$
Q_{TB}	Summierter Turbinendurchfluss beider Maschinensätze = Durchfluss des Triebwasserwegs	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
ρ	Dichte des Wassers ($\rho \approx 10^3$)	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
g	Erdbeschleunigung ($g \approx 9.81$)	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

angenommen werden, mit Reibungskoeffizient $\alpha_{TWW} = 0,004804688$. Die nicht-lineare Beziehung zwischen Pv_{TWW} und Q_{TB} soll mittels SOS2-Variablen modelliert und im Programm-Code ergänzt werden:

- 1. Schritt. (1 Punkt) Ergänzen Sie im Programm-Code die notwendigen Stützstellen für den Triebwasserwegs-Durchfluss im Turbinenbetrieb Q_{TB} (21 Stützstellen, äquidistant in Q_{TB} zu wählen) sowie für die Verlust-Leistung Pv_{TWW} als Parameter.
- 2. Schritt. (4 Punkte) Führen Sie im Programm-Code für die Modellierung der Verlust-Leistung zusätzliche SOS2-Variablen ein. Ergänzen Sie zudem notwendige Gleichungen zur Beschreibung des Zusammenhangs zwischen den Verlustleistung und Durchfluss im Turbinenbetrieb.
- 3. Schritt. (1 Punkt) Reduzieren Sie die elektrische Leistung im Turbinenbetrieb um die Verlust-Leistung in der entsprechenden Gleichung.
- 4. Schritt. (1 Punkt) Betrachten Sie das Ergebnis. Warum wird nun in einzelnen (wenigen) Stunden teilweise genau eine statt beide oder keine Turbinen im Vergleich zur Version ohne Reibungsverluste eingesetzt?

Aufgabenstellung 2: (3 Punkte) Das GAMS-Modell soll zusätzlich um die Verluste bei der Energieumwandlung im Pumpbetrieb durch die Reibung in einem Triebwasserweg, der durch beide Maschinensätze *gemeinsam* genutzt wird, ergänzt werden. Die Leistung, die den Verlusten durch Reibung im Triebwasserweg im Pumpbetrieb entspricht, soll dabei - analog zum Turbinenbetrieb - mit

$$Pv_{TWW} = \frac{\rho g}{10^6} \alpha_{TWW} Q_{PB}^3$$

angenommen werden, wobei nunmehr Q_{PB} den summierten Förderstrom beider Maschinensätze im Pumpbetrieb bezeichnet.