

STUFENLOSE REGELUNG VON PUMPSPEICHER-WASSERKRAFTWERKEN

DI Stefan Höller
Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen, TU Graz

07.03.14

Francis Pump turbine

- 1-stufig
- 2-stufig
- Variable oder fixe Drehzahl

Ternärer Maschinensatz

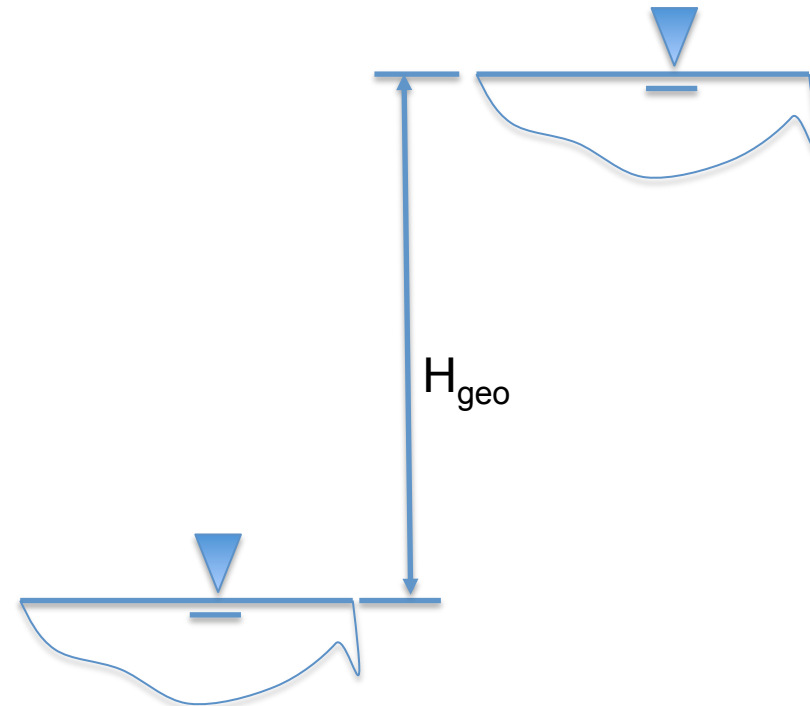
Ein oder mehrstufige Speicherpumpe

- Francisturbine
- Peltonturbine

Hydraulischer Kurzschluss ist möglich

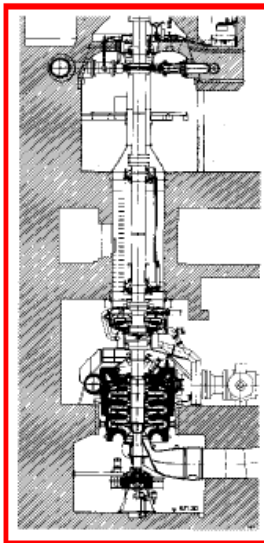
Deriaz-Pumpturbine

Pumpe als Turbine (ev. variable Drehzahl)
Drehzahl geregelte Standardpumpen

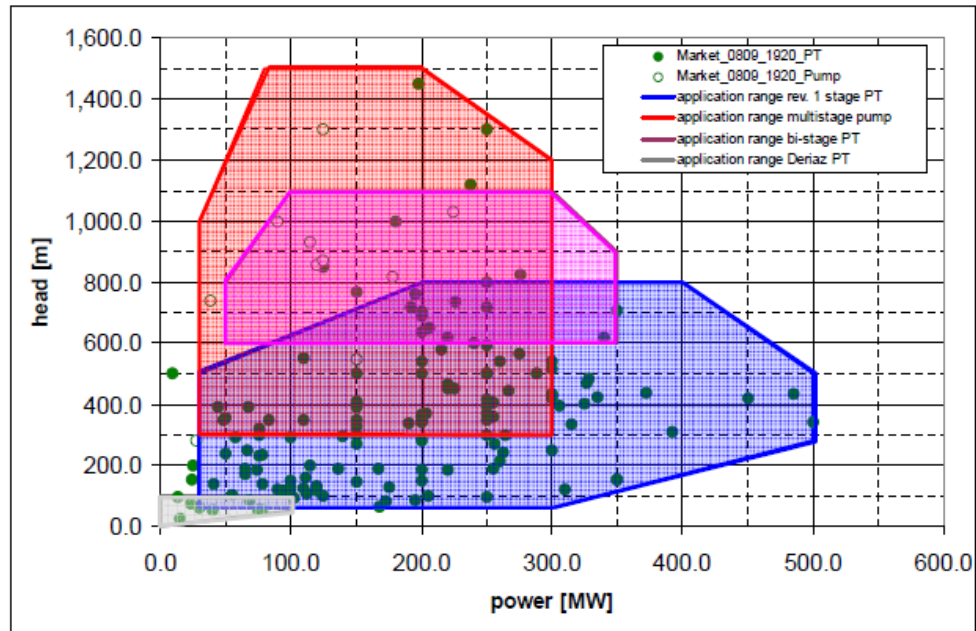
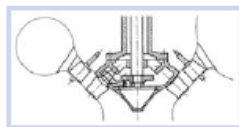


Jede Type kann auch parallel installiert werden! (Kaskadenschaltung)

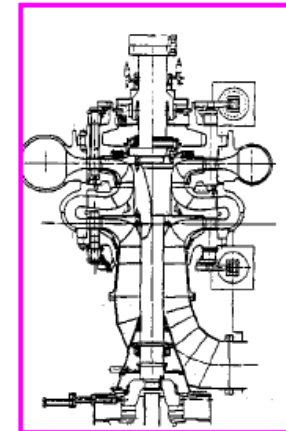
Ternär



Deriaz

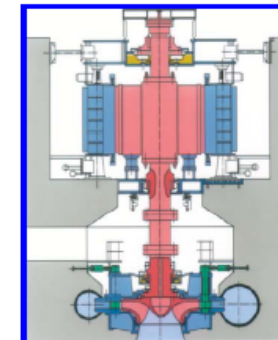


Quelle: Voith Hydro



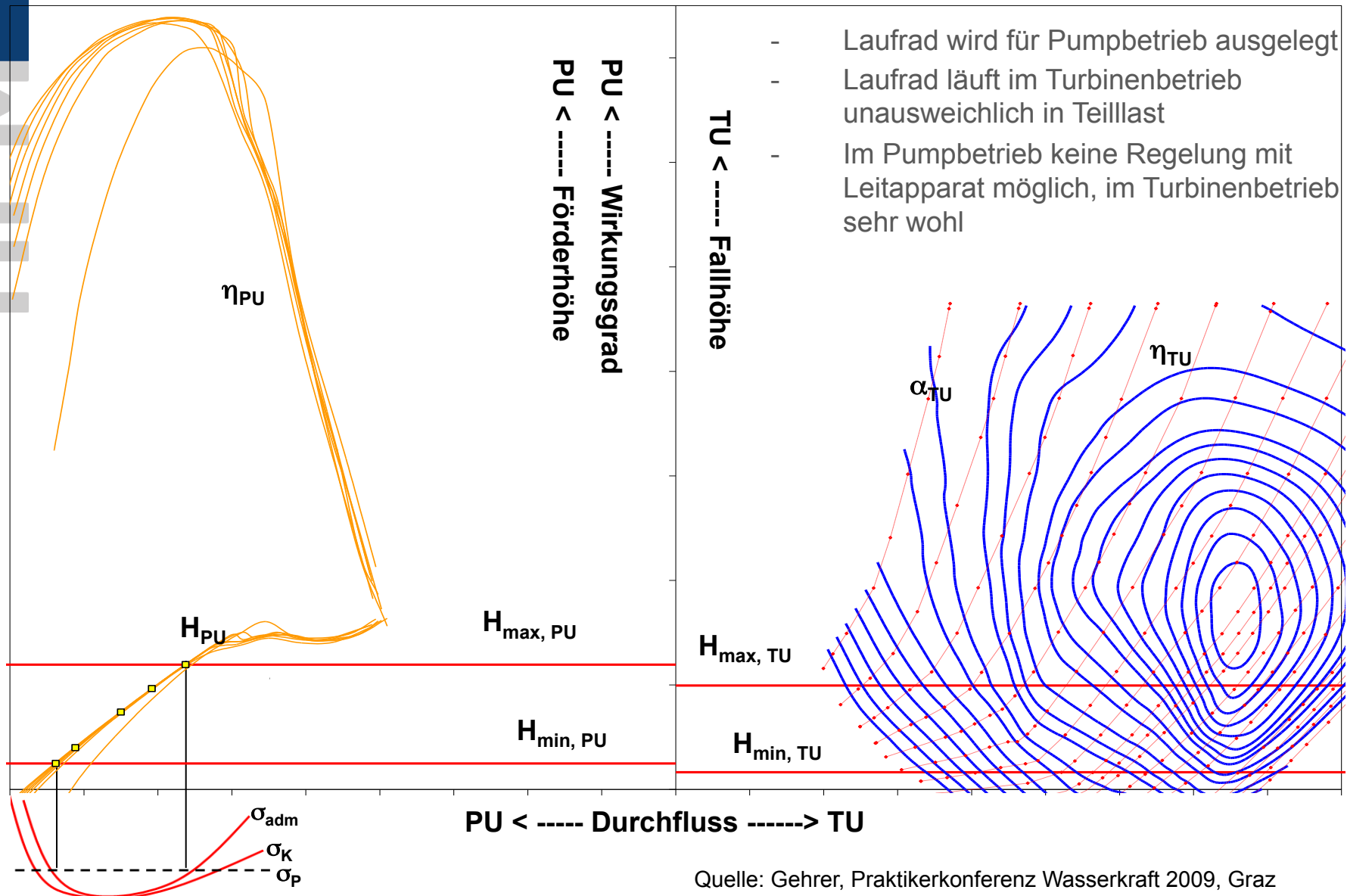
2 -
stufig

Francis
-
PuTu



1 -
stufig

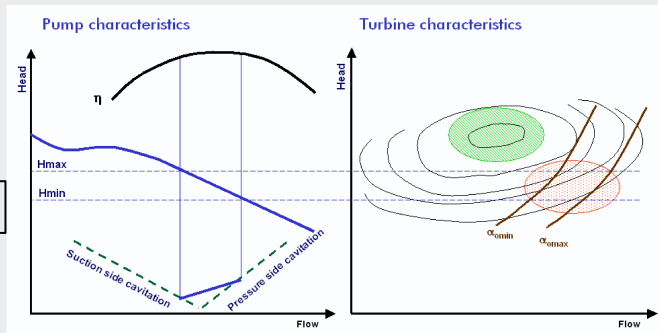
PuTu ... Pumpturbine



Quelle: Gehrer, Praktikerkonferenz Wasserkraft 2009, Graz

fixe Drehzahl

Advantages of Variable Speed



variable Drehzahl:
Betriebsbereich
anstatt
Betriebspunkt
im Pumpbetrieb

variable Drehzahl:
Betriebsbereich
anstatt
Betriebspunkt
im Pumpbetrieb

variable Drehzahl:
Verbesserter
Wirkungsgad im
Turbinenbetrieb

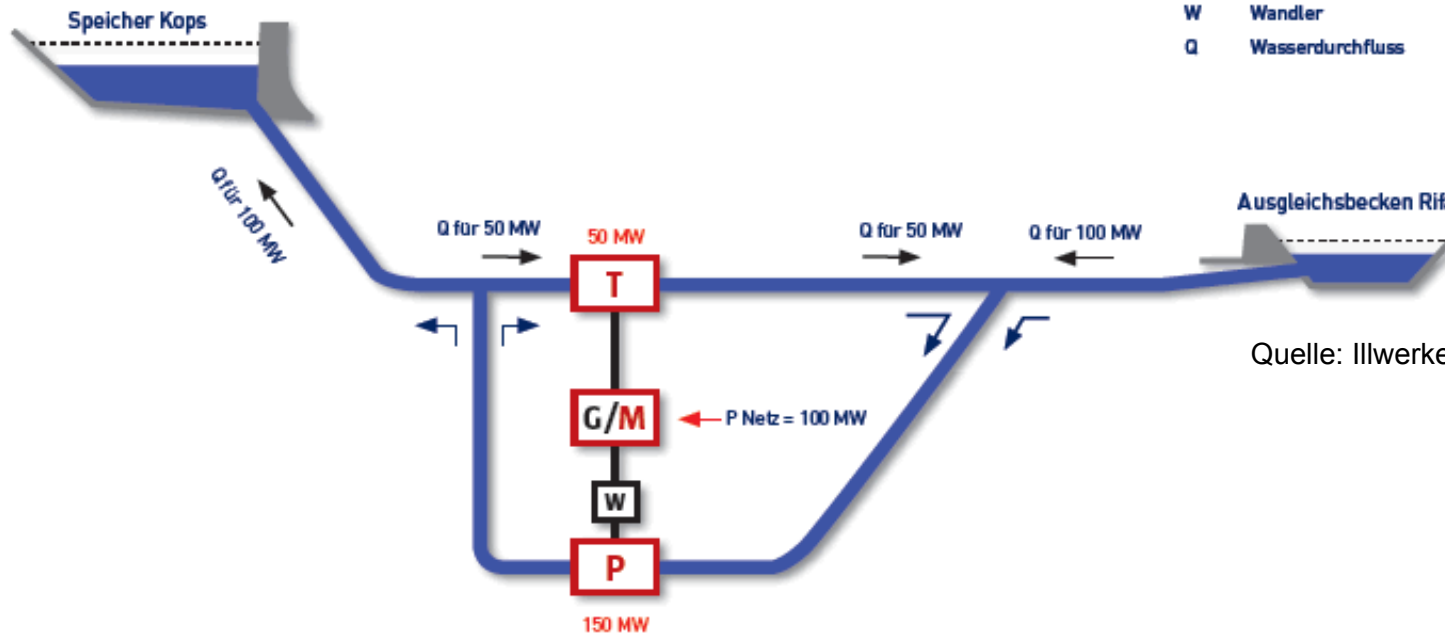
Quelle: Alstom

Hydraulischer Kurzschluss

Hydraulischer Kurzschluss

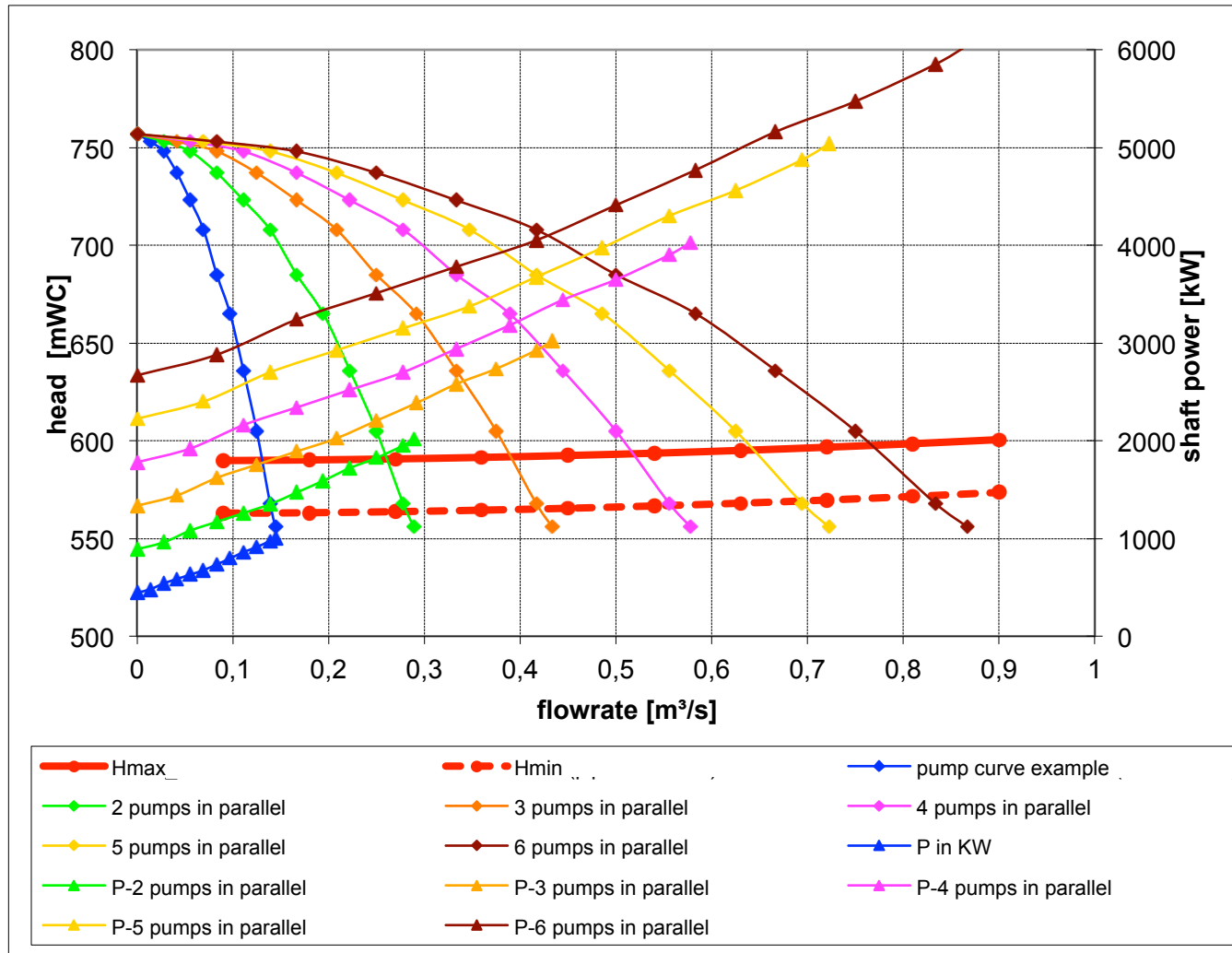
Beispiel: Pumpleistung 150 MW, Leistung aus dem Netz 100 MW.

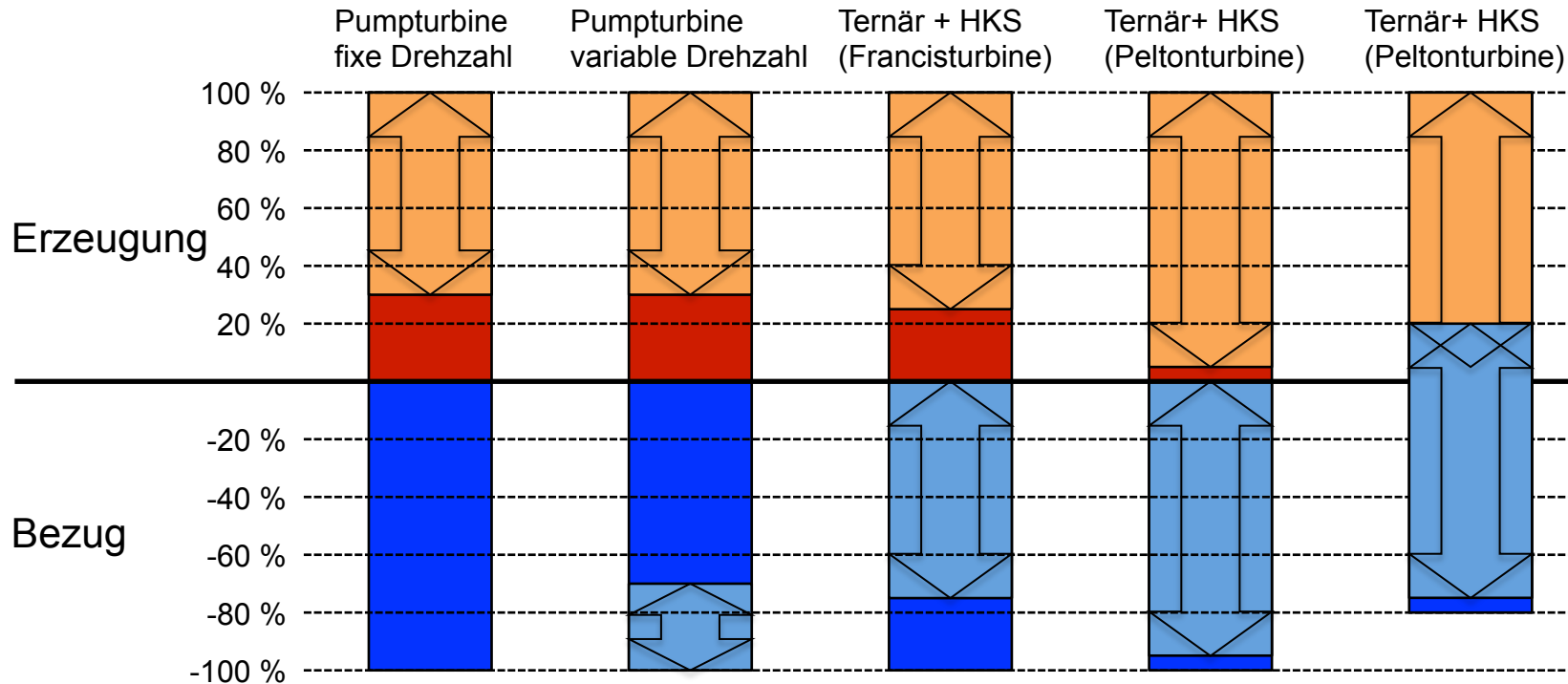
- G/M Generator/Motor läuft mit 100 MW
- T Turbine bringt zusätzlich 50 MW
- P Pumpe "bekommt" 150 MW
- W Wandler
- Q Wasserdurchfluss



- 100 MW Bezugsleistung werden aus dem Netz bezogen
- Pumpe läuft unter Vollast (nicht regelbar) und fördert dazugehörige Wassermenge Q_{PU}
- Turbine liefert Differenzleistung zwischen Pumpleistung und Motorleistung und braucht Wassermenge Q_{TU}
- Differenzmenge $Q = Q_{PU} - Q_{TU}$ wird in den Oberwasserspeicher befördert

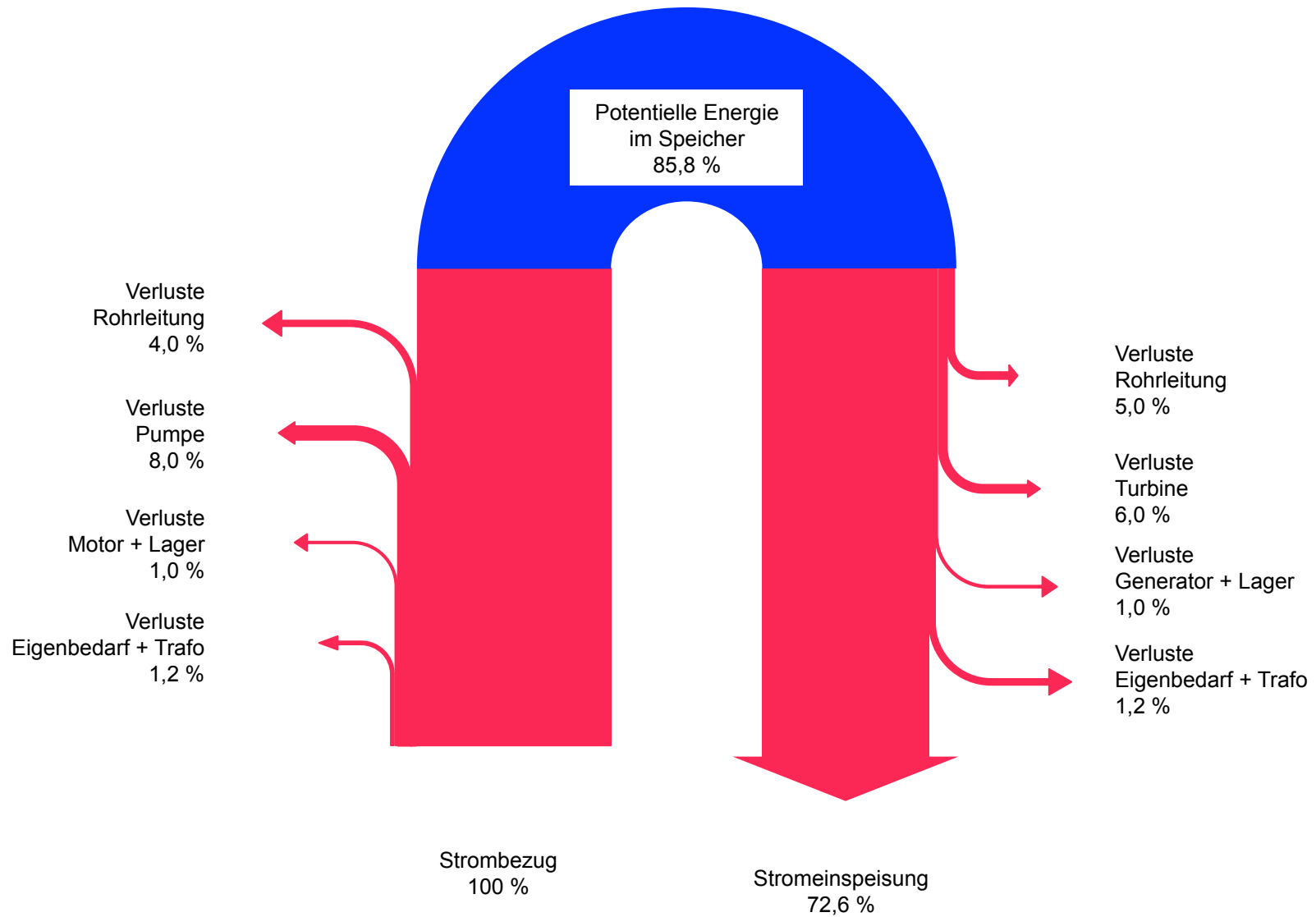
Beispiel: Parallelschaltung von Pumpen (vereinfachte Darstellung)

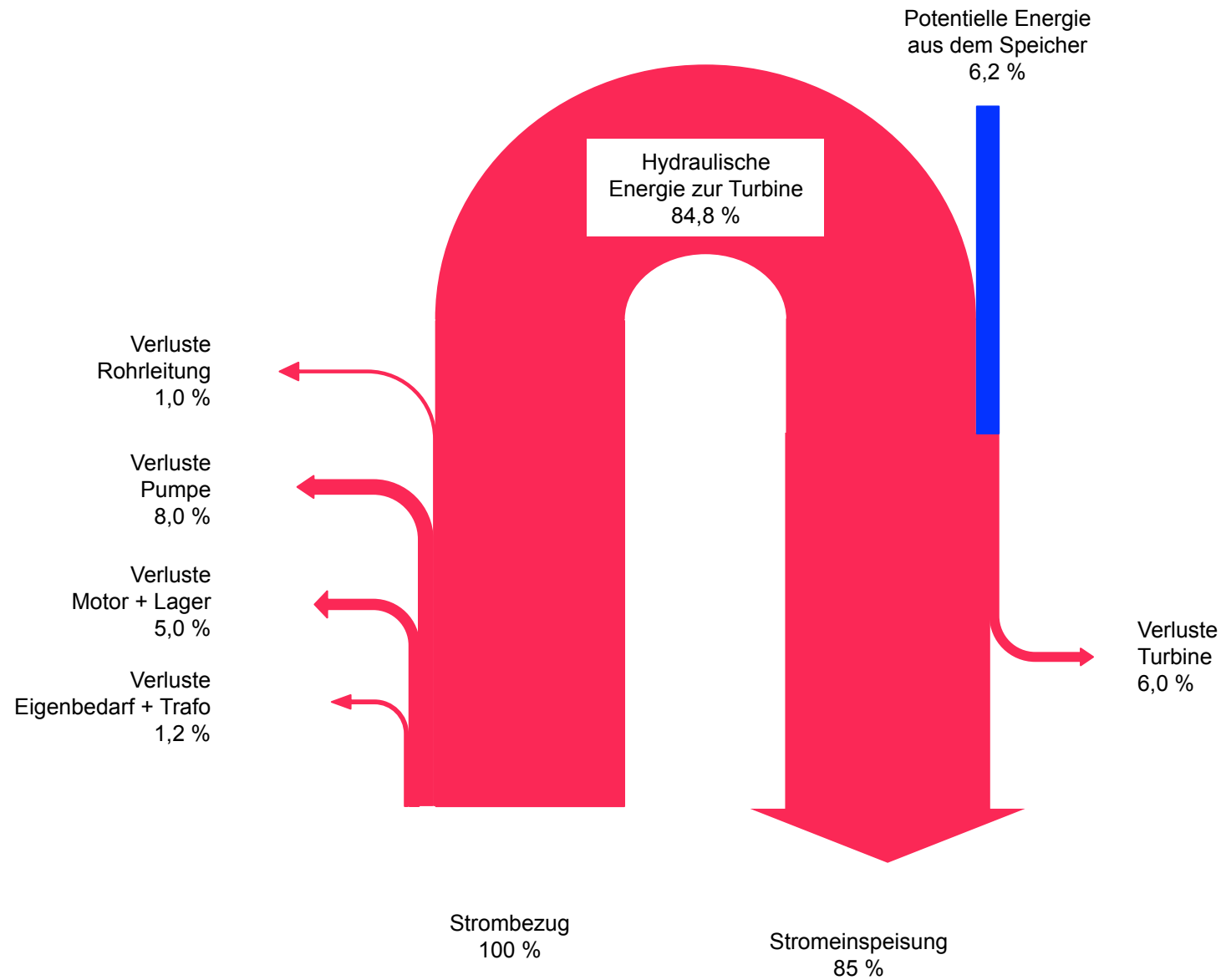




HKS ... Hydraulischer Kurzschluss

Installierte Pumpenleistung
80% der installierten Turbinenleistung





Es braucht flexible Pumpspeicherlösungen

Mehrere Alternativen verfügbar

Pumpturbine im Vergleich zur ternärem Maschinensatz günstiger in der Investition jedoch schlechter regelbar

Pumpturbine mit variabler Drehzahl:

- ⇒ bessere Regelbarkeit im Pumpbetrieb
- ⇒ höhere Effizienz im Turbinenbetrieb
- ⇒ höhere Gestehungskosten
- ⇒ zusätzliche Verluste durch den Umrichter

Hydraulischer Kurzschluss bietet Möglichkeit zur stufenlosen Regelung im gesamten Leistungsspektrum eines Maschinensatzes / Kraftwerks