

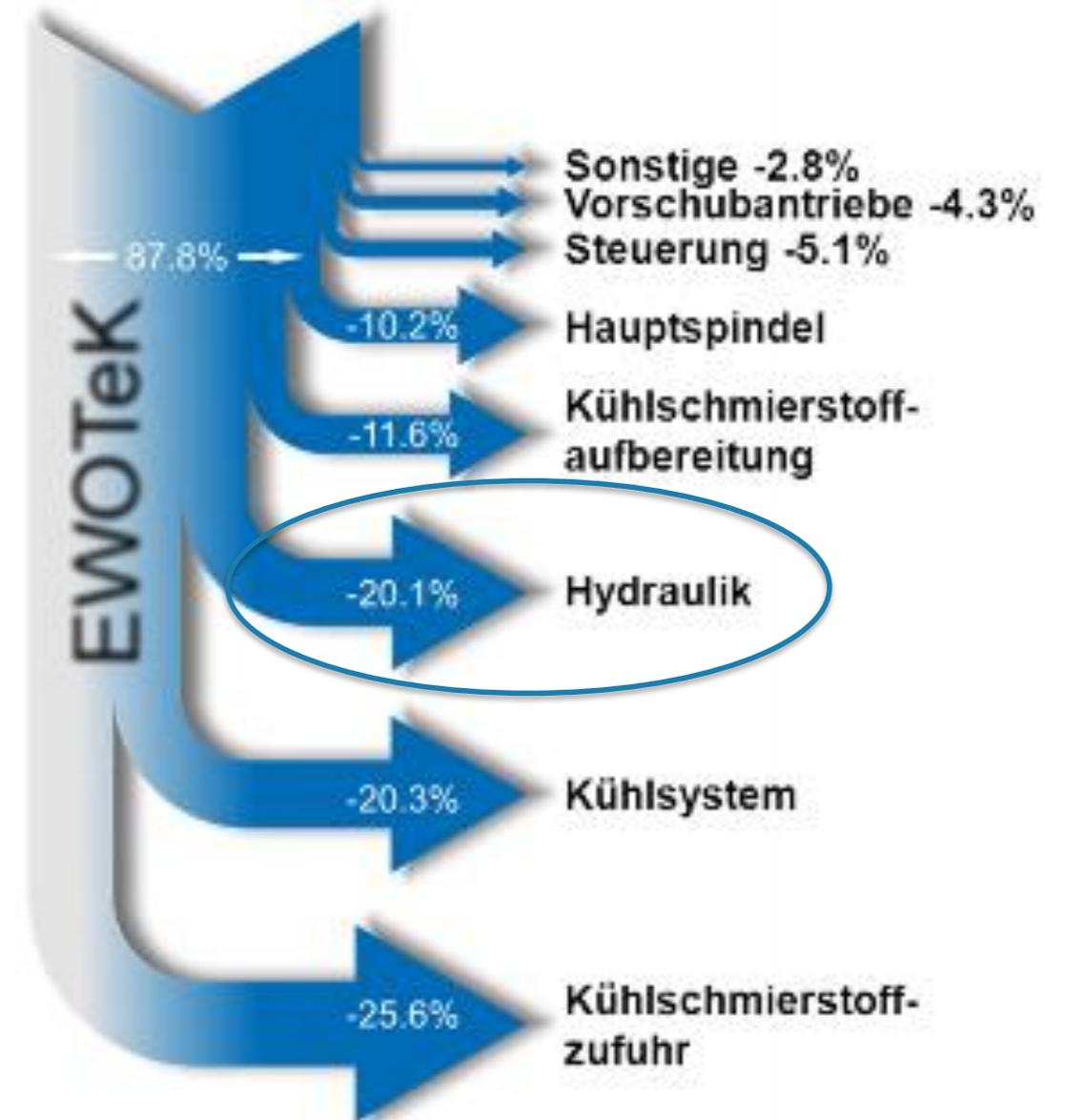
Effiziente und nachhaltige Auslegung von Hydraulikaggregaten

HAWE
HYDRAULIK

Dogan Basöz, Key Market Project Manager
HAWE Hydraulik SE

Energieverbrauch in spanenden Werkzeugmaschinen

- 75% der Energie werden für die Nebenantriebe in der Werkzeugmaschine verbraucht
- Hydraulik macht über 20% des Energieverbrauchs aus
- Hoher Energieverbrauch unabhängig von der tatsächlichen Bearbeitungsleistung



Quelle: Projekt EWOTek, WZL Aachen

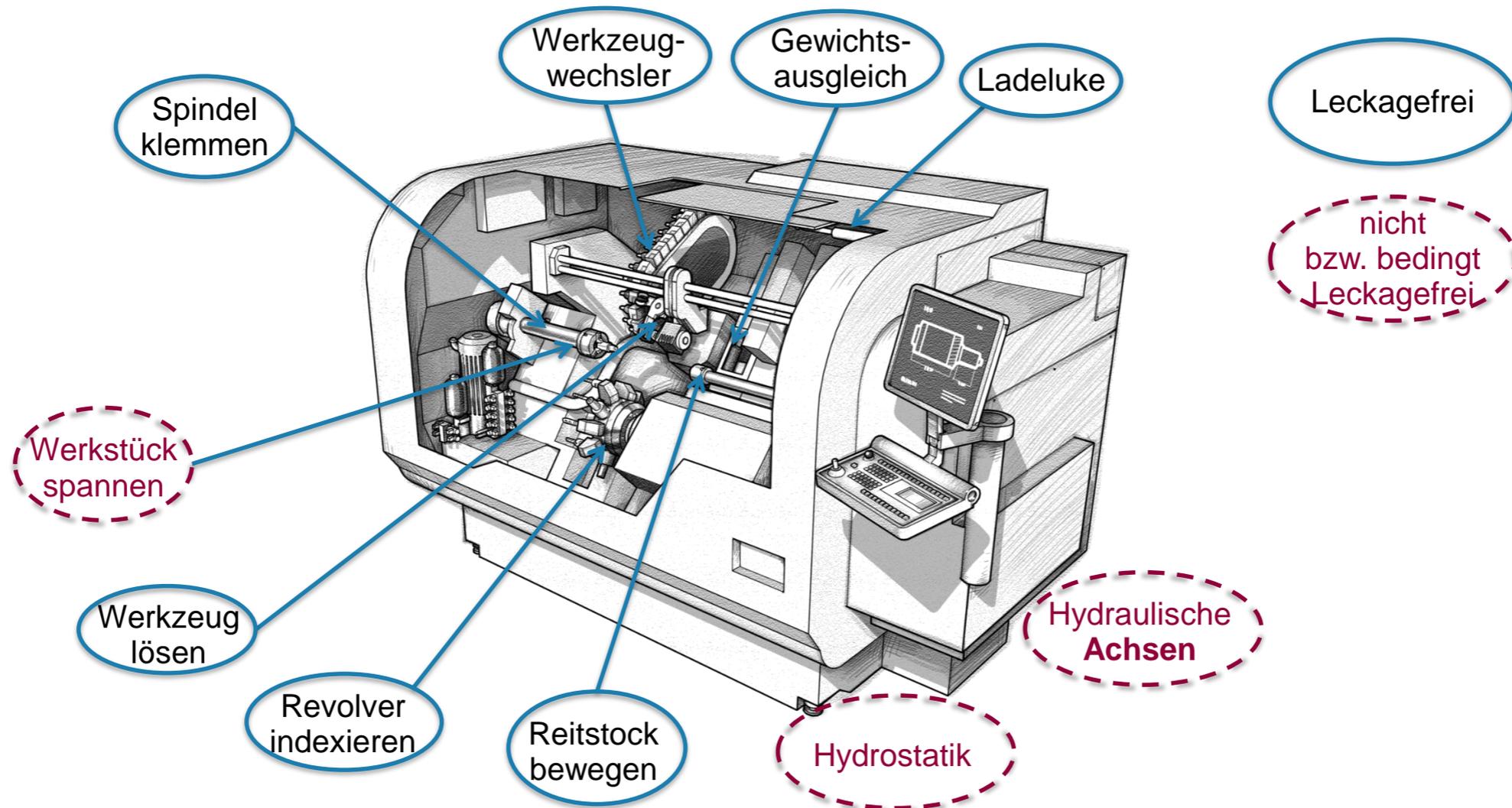
**Vergleich der
Aggregatskonzepte**

Vermeidung von Verlusten

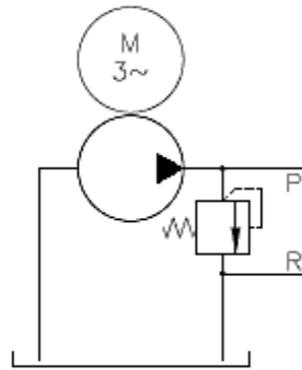
Amortisationsdauer

HAWE
HYDRAULIK

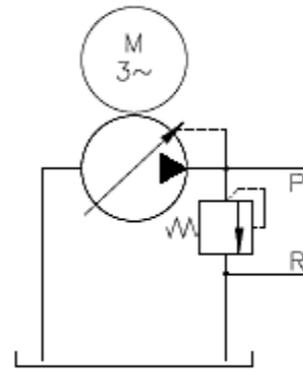
Hydraulikfunktionen in spanenden Werkzeugmaschinen



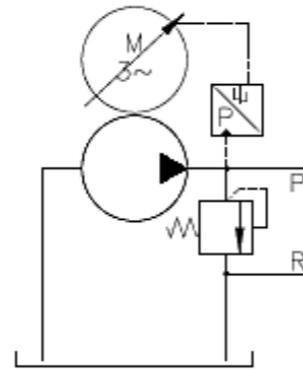
Aggregatkonzepte für Werkzeugmaschinen



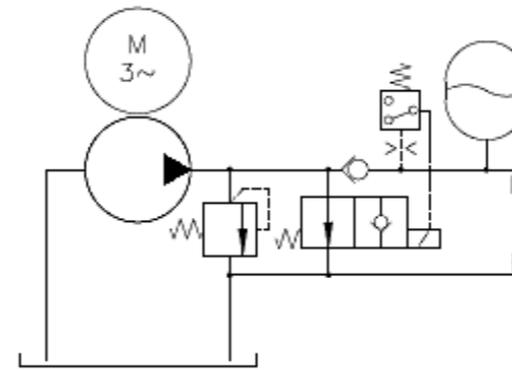
Aggregat mit konstanter Förderleistung



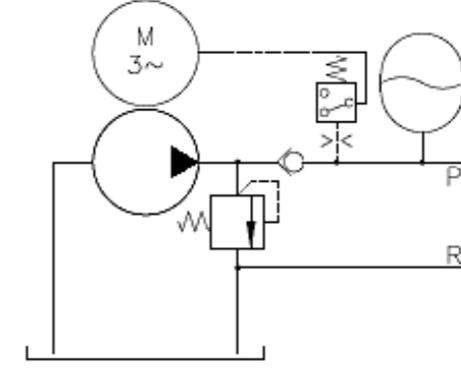
Aggregat mit Regelpumpe (z.B. Flügelzellenpumpe)



Aggregat mit drehzahl-geregeltem Motor

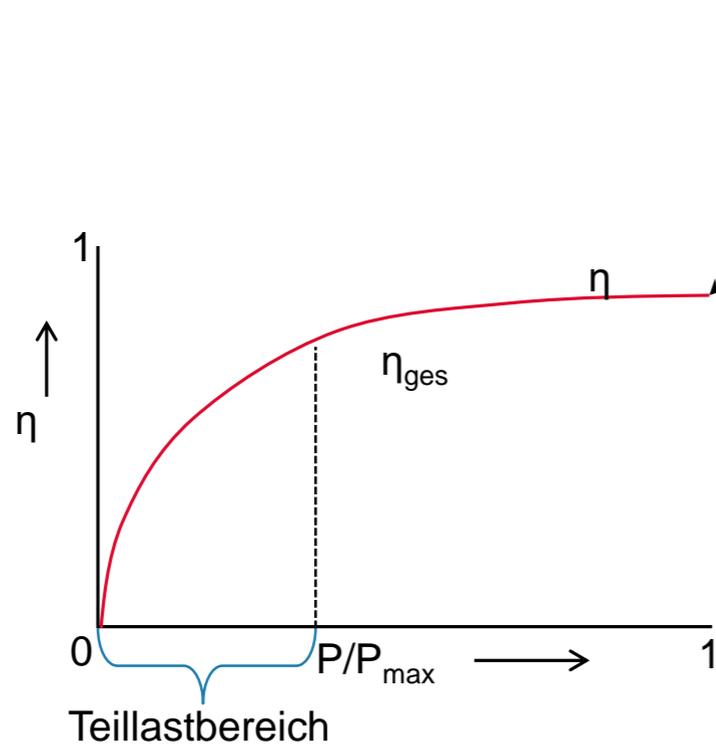


Aggregat mit Speicherladefunktion und drucklosem Umlauf

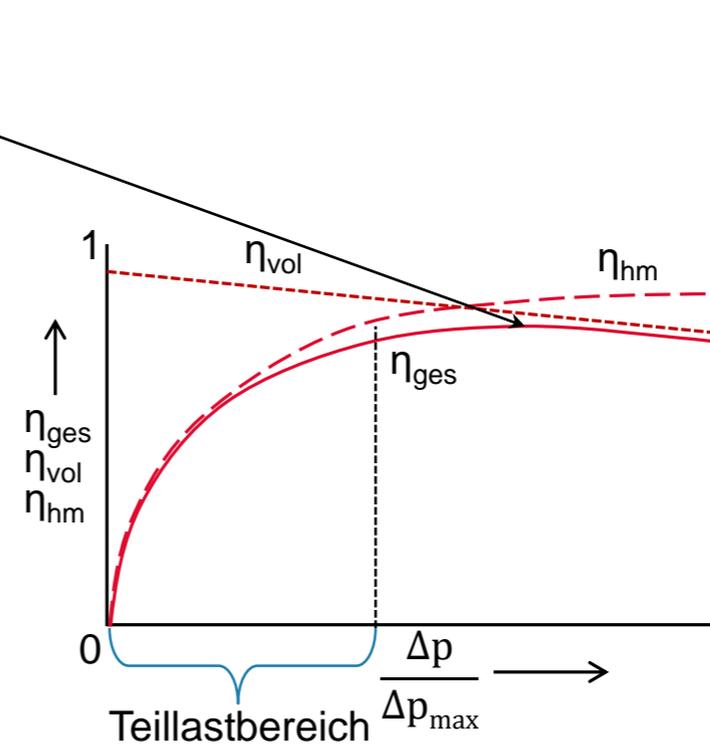


Aggregat mit Speicherladefunktion und Abschaltbetrieb

Wirkungsgradkennlinie E-Motor



Wirkungsgradkennlinie Radialkolbenpumpe



- Im Teillastbereich haben sowohl Elektromotoren als auch Hydraulikpumpen einen schlechten Wirkungsgrad

Welcher Maschinenzyklus liegt vor?

■ Einfachste Anforderung:

(Fast) konstanter Volumenstrombedarf, z.B. bei hydrostatischen Systemen

- Konstantpumpe mit angepasstem Volumenstrom, Speicher meist als Notlaufsicherung sowieso vorhanden

■ Komplexere Anforderung:

Serienfertigung mit mehreren Verbrauchern, ständig wiederkehrender Zyklus

- Auswahl eines geeigneten Systems für den Zyklus

■ Der schwierigste Fall (der Normalfall):

Wechselnde Zyklen aufgrund eines Teilespektrums

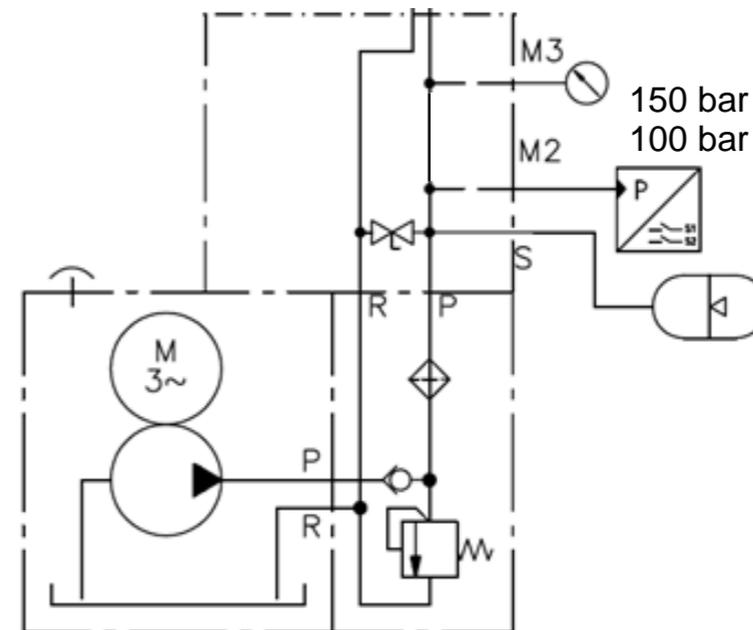
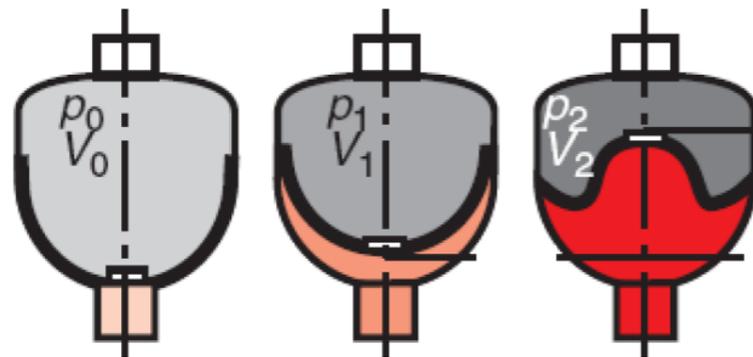
- Anpassung des Systems an einen realistischen Maximalzyklus

Auslegung eines Systems (Abschaltbetrieb)

- Welches Volumen wird in den einzelnen Verbrauchern benötigt?
- Mit welcher Geschwindigkeit soll der Verbraucher betätigt werden – welcher Volumenstrom ist erforderlich?
- Wie häufig werden die Verbraucher betätigt?
- Wie groß ist die Pausenzeit?

Aggregate im Abschaltbetrieb

- Leckagefreie Systeme ermöglichen den Einsatz von Aggregaten im Abschaltbetrieb
- Das Aggregat wird bei Erreichen der oberen Betriebsdruckgrenze abgeschaltet
- An der unteren Betriebsdruckgrenze wird das Aggregat wieder zugeschaltet
- Durch einen Hydraulikspeicher wird Hydraulikvolumen zur Verfügung gestellt

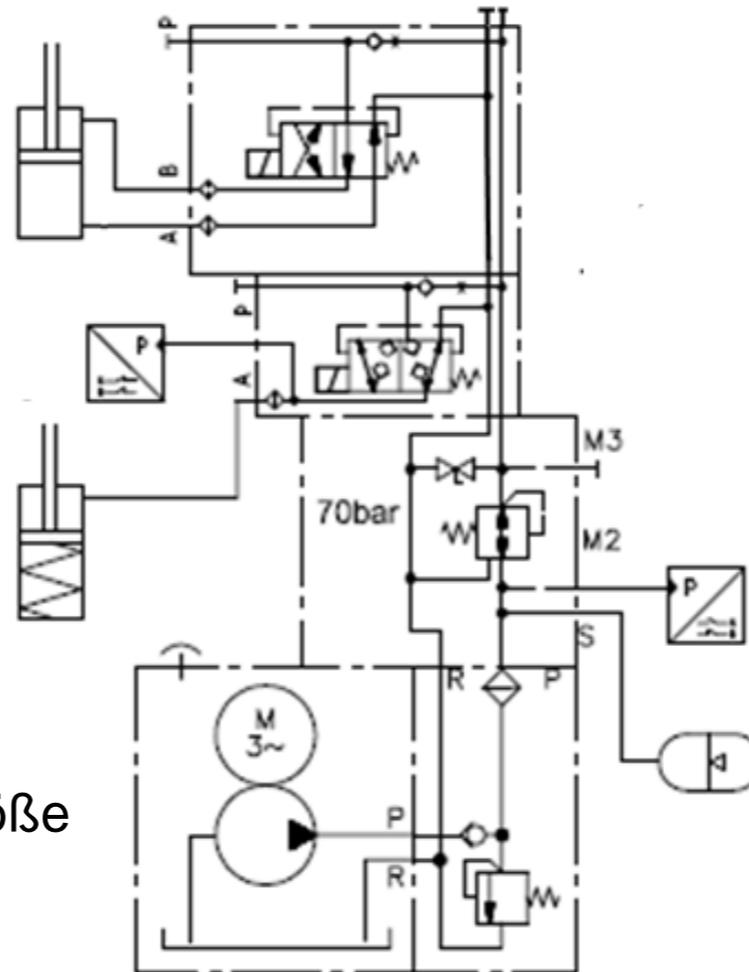


Auslegungsbeispiel (Speicherladeaggregat)

Werkzeug lösen/klemmen:
48 + 23 cm³ in 0,5 sec

Tischklemmung lösen:
22 cm³ in 0,2 sec

Pumpengröße



Zyklus 1 min.:

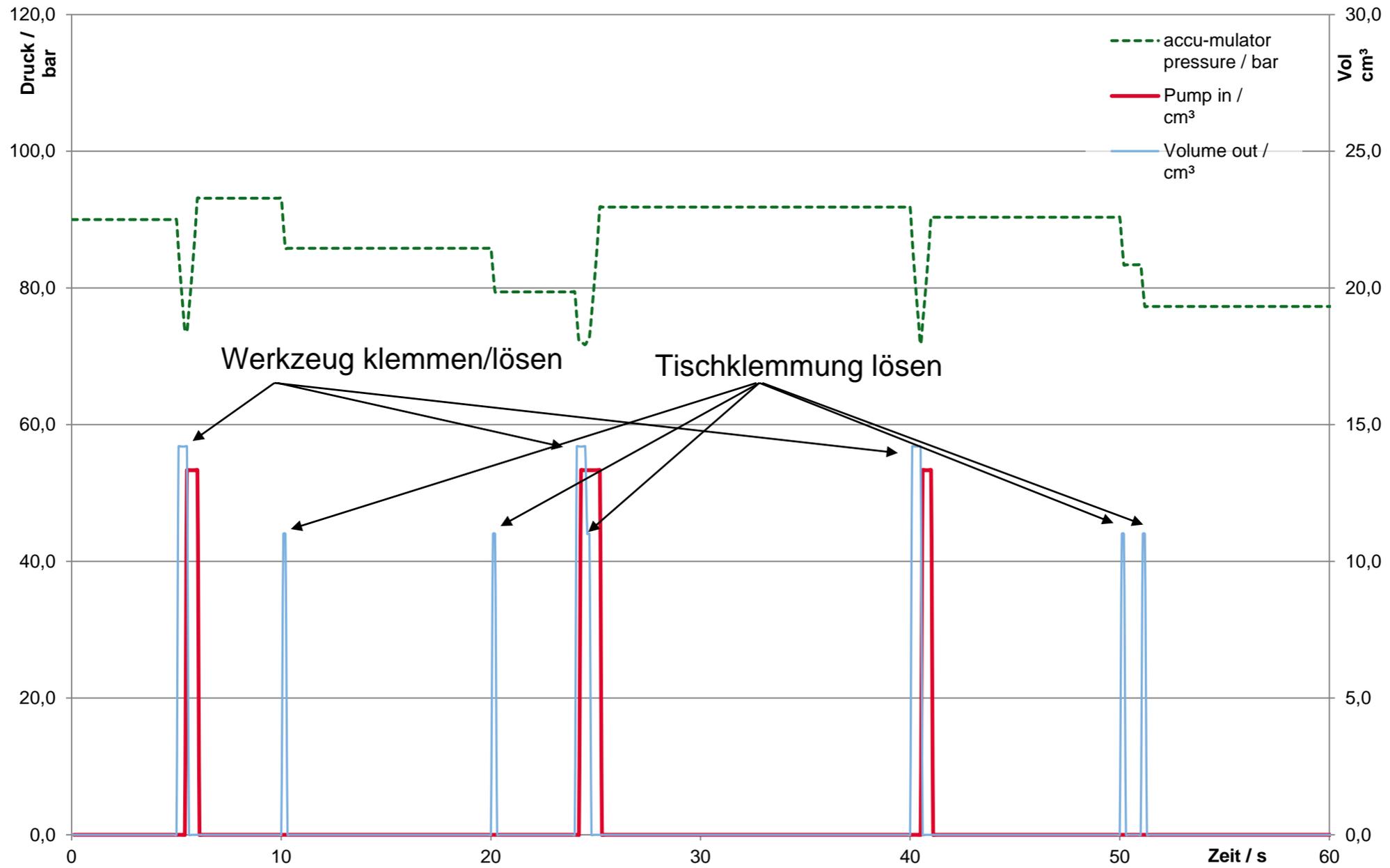
3 x Werkzeug klemmen/lösen

5 x Tischklemmung lösen

Zu- und Abschaltpunkt

Speichergröße

Hydraulikzyklus mit Speicherladeaggregat



Versorgungsalternativen bei leakagefreien Systemen

Quelle: Projekt MaxiEM, TU Darmstadt	Parameter	Speicherladung und druckloser Umlauf	Speicherladung und Abschaltbetrieb	drehzahl- variabler Antrieb	Einheit
Elektrische Leistungsaufnahme	Druckloser Umlauf	795	0	221	W
	Laden	4100	2860	4100	W
Ø Leistungsaufnahme bei „Warten im Automatikmodus“ 1556 h/a	Leckage	0,17	0,01	0,17	l/min
	elektr. Leistung	830	5	288	W
Ø Leistungsaufnahme bei „Bearbeitungszyklus“ 4204 h/a	Vol. / Zyklus	3,194	2,389	3,194	Liter
	elektr. Leistung	929	155	483	W
Energiebedarf pro Jahr		5195	661	2483	kWh
Energiebedarf pro Jahr (inkl. 3000 h/a Einschaltbereitschaft)		7686	678	3352	kWh

Vergleich der
Aggregatskonzepte

Vermeidung von Verlusten

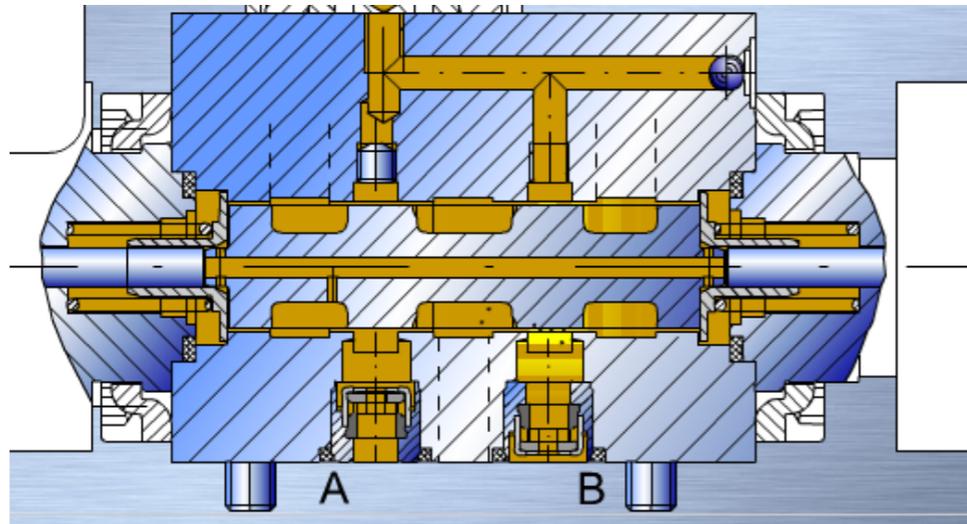
Amortisationsdauer

HAWE
HYDRAULIK

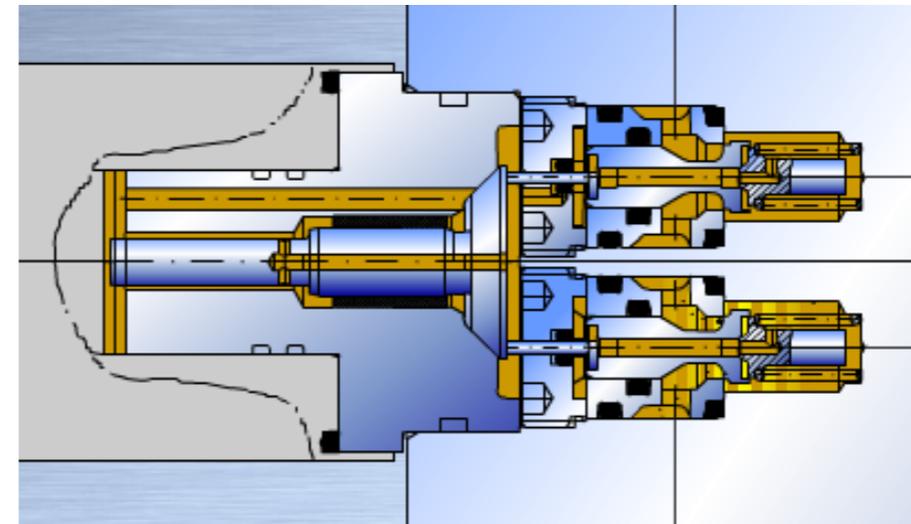
Einsatz von Sitzventiltechnik

- Um in einem leakagefreien System Verluste zu vermeiden, sollten leakagefreie Sitzventile zum Einsatz kommen

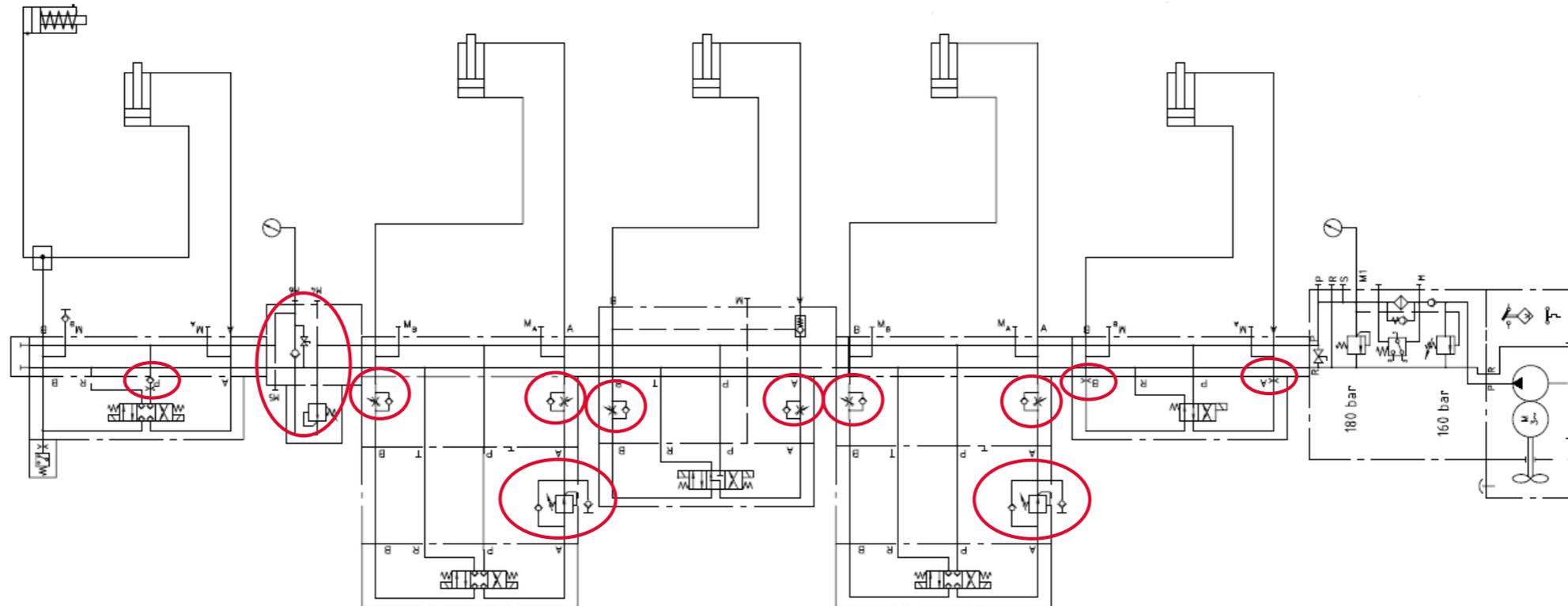
Schieberventile verursachen eine konstruktionsbedingte interne Leckage



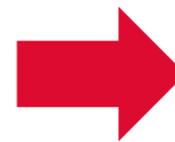
Sitzventil haben keine internen Leckageverluste



Druckreduzierung und Drosseln



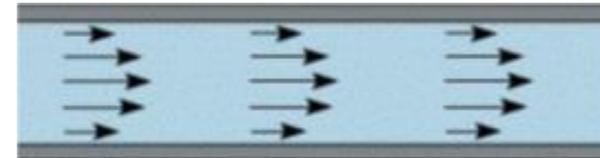
- Leistungsaufnahme bei Druckreduzierung 60 bar auf 30 bar und 10 l/min → 500 W



einheitliches Druckniveau
oder
bedarfsgerechte Versorgung der Verbraucher

Druckverluste in Leitungen

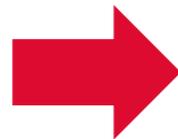
- Druckverlust bei 5 m Rohrlänge, 25 l/min
- Rohrdurchmesser 6 mm: ~ 40 bar (turbulent):
 - 1700 W
- Rohrdurchmesser 8 mm: ~ 6 bar (laminar)
 - 250 W
- Rohrdurchmesser 10 mm: ~ 2,5 bar (laminar)
 - 100 W



laminare Strömung



turbulente Strömung



- Staudruckverminderung durch:
 - optimierte Blöcke
 - kürzere Leitungen
 - größere Nennweiten
 - weniger / optimierte Verschraubungen
- turbulente Strömungen vermeiden!

Vergleich der
Aggregatskonzepte

Vermeidung von Verlusten

Amortisationsdauer

HAWE
HYDRAULIK

Berechnung der Amortisationsdauer

- Zugrundeliegende Betriebszeit z.B. aus Projekt Maxiem: 5.800 h/a
- Zugrundeliegende Energiekosten: 0,15 €/kWh
- Einsparungen bei Abschaltbetrieb gegenüber Durchlaufbetrieb (Maxiem):
 $(5.195 \text{ kWh} - 661 \text{ kWh}) \times 0,15 \text{ €} = 680 \text{ € / a}$
- Bei Mehrkosten des Abschaltaggregates von 500 €:
→ Amortisationsdauer < 1 Jahr

Berechnung der Amortisationsdauer

- Leckage 0,1 l/min bei 50 bar
 - 8 Watt hydraulische Leistung
 - mit elektrisch-hydraulischem Wirkungsgrad von 50%
 - 16 Watt elektrische Leistung
- Mit 5.800 h/a und 0,15 €/kWh = 14 € / Jahr (pro Ventil!)
- Bei Mehrkosten von 30 € für ein Sitzventil statt eines Schieberventils
 - **Amortisationsdauer 2,1 Jahre**

Berechnung der Amortisationsdauer

- zusätzlicher Druckverlust 3,5 bar bei 25 l/min (Leitungsverlust)
 - 150 Watt hydraulische Leistung
 - mit elektrisch-hydraulischem Wirkungsgrad von 50%
 - 300 Watt elektrische Leistung
- Mit 5.800 h/a und 0,15 €/kWh = 260 € / Jahr
- Bei Mehrkosten von 50 € für einen größeren Rohrdurchmesser
 - **Amortisationsdauer < 3 Monate**

Zusätzliche Einsparpotentiale

- Energieverluste im System werden in Wärme umgesetzt, das Abführen der Wärme kostet ca. 5-10% der eingesetzten Energie (wenn nicht unmittelbar in die Umgebung abgegeben werden kann)
- Bei geringer eingebrachter Leistung (insbesondere Abschaltbetrieb):
 - Verringerung Ölvolumen (1,20 €/l)
 - kleinerer Aufstellraum (60 €/(m²/a))
 - Erhöhung Lebensdauer (Faktor 2 – 5)
 - weniger Wartungsaufwand (Faktor 2)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

HAWE
HYDRAULIK

Dogan Basöz, Key Market Project Manager
HAWE Hydraulik SE