FANUC

FACTORY AUTOMATION NUMERICAL CONTROL

FANUC

Peter Balimann

Geschäftsführer

FANUC Switzerland GmbH, Biel

FANUC

Energiesparen bei Werkzeugmaschinen und CNC-Systemen

Energiesparen in produzierenden Unternehmen

FANUC

Produzierende Unternehmen kümmern sich vermehrt um ihren Energieverbrauch

- **Interne und externe Experten analysieren die Fertigung nach Einsparmöglichkeiten**
- ***Steigende Energiekosten* und die Verringerung der verfügbaren Naturrohstoffe verstärken diesen Prozess**

Die Kosten für elektrische Energie betragen ~20% von den Gesamtbetriebskosten einer Maschine

- **Energieeinsparungen bei Werkzeugmaschinen sind möglich, wenn CNC-Anbieter, Maschinen-Hersteller und Endanwender zusammenarbeiten**
- **Elektrizitäts-Verbrauch in Werkzeugmaschinen:**
  - Steuerung von Komponenten
  - Bewegung der Achsen (Maschinenachsen und Spindel)
  - Druckluftanlage
  - Zufuhr und Entsorgung der Kühl-Schmiermittel und Späne
  - Beleuchtung
  - Klimatisierung, etc.

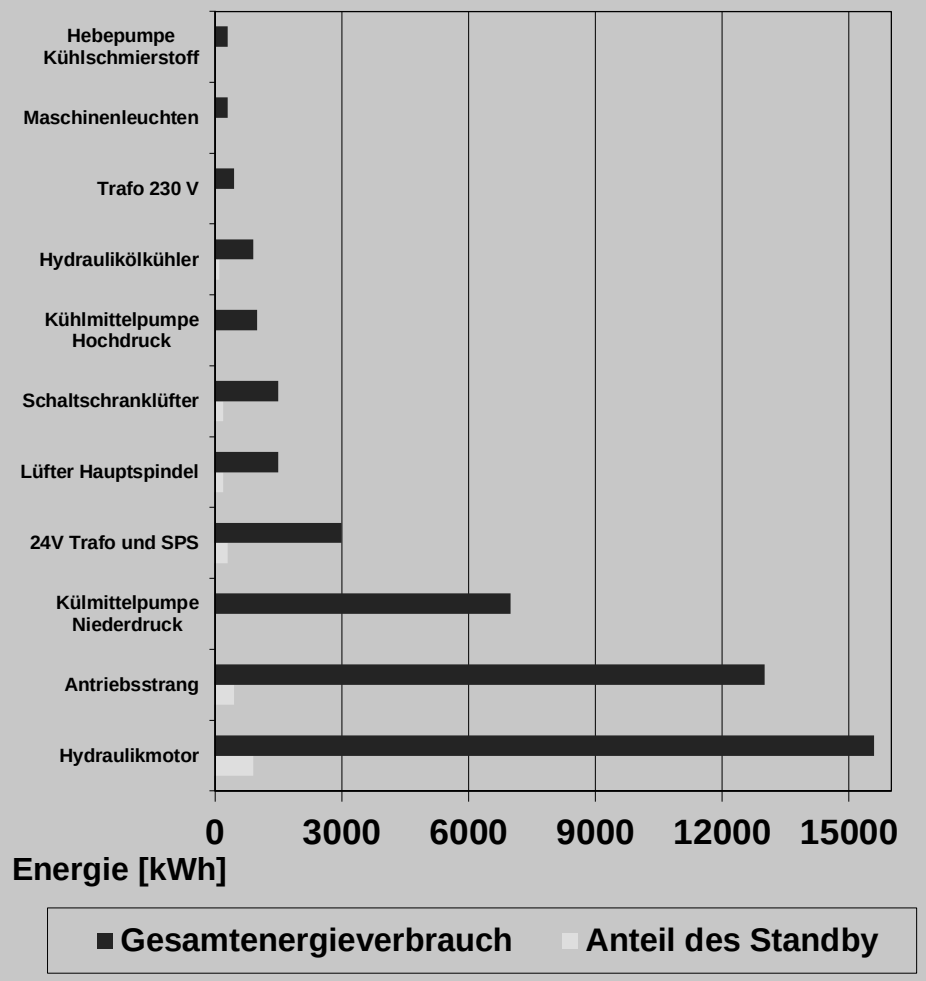
Werkzeugmaschinen: Energiebedarf

FANUC

Auswirkungen auf Werkzeugmaschinen

Beispiel:

- **Bis zu 8800 € Elektrizitätskosten pro Jahr für ein Bearbeitungs-zentrums mittlerer Leistung = 20% der Gesamtkosten**
- **Energieverbrauch eines modernen 2-Spindel-Drehautomaten***
  - Drei-Schicht-Serienbetrieb
  - Den höchsten Verbrauch hat der Hydraulikmotor mit über 15.000 kWh (konstante Leistungsaufnahme von 4 kW)
  - Der Verbrauch des Antriebssystems beträgt 13.000 kWh (2 Spindel- und zahlreichen Vorschub- und Revolver-motoren inkl. der Leistungselektronik)



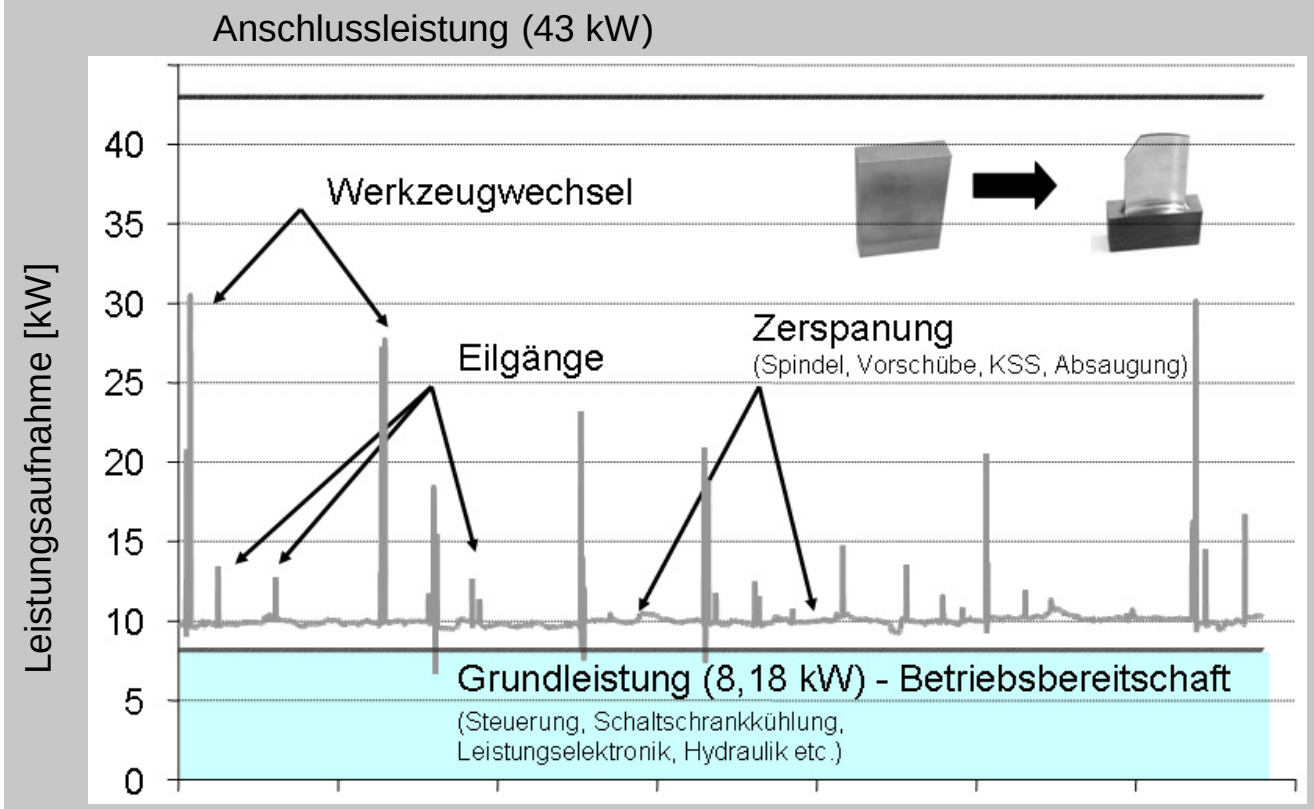
*Quelle: PTW – TU Darmstadt Deutschland

Werkzeugmaschinen: Standby

FANUC

Elektrizitätsverbrauch Standby vs. Bearbeitung*

- **Turbinenschaufel-Bearbeitung aus Titan**
- **Standby-Verbrauch 8,18 kW, was einer Energieaufnahme nach 1400 s (23 Min.) von 3,18 kWh entspricht**
- **Vernachlässigt man die Spitzen (Werkzeugwechsel und Eilgänge), steigt die Leistungsaufnahme bei Betrieb um 2,4kW, oder es besteht ein zusätzlicher Energiebedarf von 0,96 kWh = 22%**



*Quelle: PTW – TU Darmstadt Deutschland

Werkzeugmaschinen: Elektrizitäts-Einsparung

FANUC

Hocheffiziente digitale Servoantriebe:

- **Bieten kaum Verbesserungsmöglichkeiten Elektrizität einzusparen**
- **Einsparungen können nur durch die richtige bzw. optimale Dimensionierung des Antriebssystems erfolgen**

Maschinenkonstruktion:

- **Reduzierung der Bewegung von unnötigen Massen kann Energie-Einsparungen von 10% bis 15% bewirken**

Standby-Zeiten in der Produktion

- **3% Standby-Zeit in der Serienfertigung mit drei Schichten**
- **49% Standby-Zeit in der Einzelfertigung**

Abschalten vs. Standby:

- **Während Produktions-Nebenzeiten kann Energie eingespart werden, indem Beleuchtung, Druckluftsystem, Hydraulik und Klimatisierung abgeschaltet werden**
- **Entwicklung eines intelligenten Standby-Einsatzes, gesteuert durch die SPS**
- **Haupteinsparungsmöglichkeit ist die Hydraulik:**
  - Gesteuert über mechanisches Drosselventil; ungenutztes Öl wird in den Kreislauf zurückgeführt
  - Hydraulik-Einsatz ~30% der Bearbeitungszeit
  - Einsatz von geregelten, kleinen oder umschaltbaren Hydraulik-Gruppen kann Einsparungen von bis zu 10’000 kWh pro Jahr bewirken
- **Komplettes Abschalten von Maschinen**

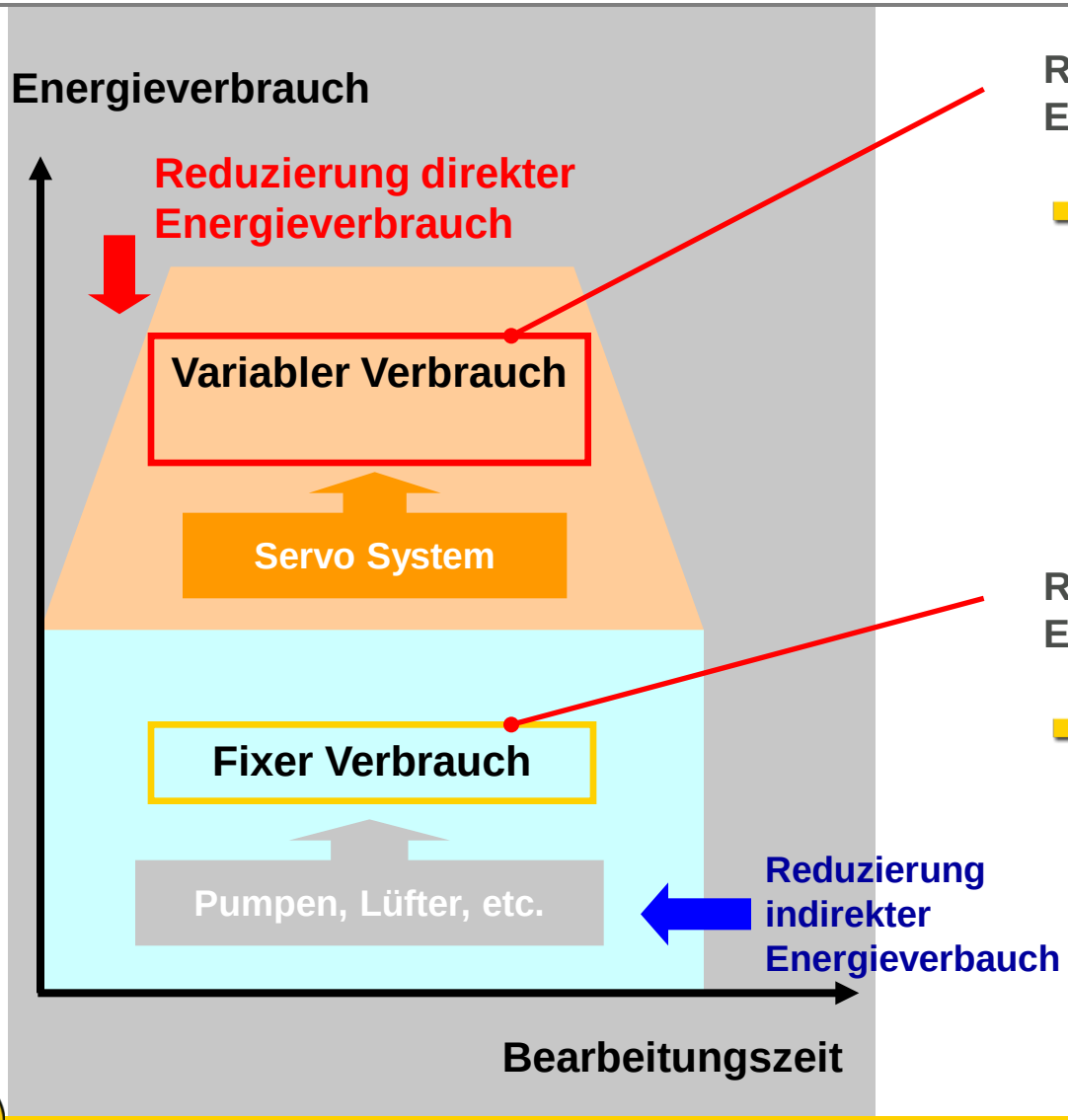
Energieeinsparungen mit FANUC CNC-Systemen

FANUC

- **Produkte beinhalten neueste Technologien**
  - Verstärker mit geringem Energieverlust
  - Hocheffiziente Servo- und Spindelmotoren
  - Energierückgewinnung
  - FANUC Servoverstärker besitzen einen Wirkungsgrad von nahezu 99%
- **Innovative Antriebskomponenten**
  - Energiespeichermodul für große Pressen oder Maschinen
- **Innovative Schaltschrank-Konstruktion**
  - Abgabe der Verstärker-Verlustwärme außerhalb des Schaltschranks, aufgrund des Produktdesigns
  - Reduzierung des Klimatisierungsbedarfs
- **Einfaches Abschalten und Wiederanlauf**
  - PC-lose Architektur ermöglicht ein schnelles und einfaches Abschalten der Maschine
- **Überwachung des Energieverbrauchs**
  - Integrierte Funktion zur Überwachung und Optimierung des Energieverbrauchs von Maschinen, während der Bearbeitung
- **Technische Unterstützung in Sachen Energieeinsparung**

Optimierung: Reduzierung des Energieverbrauchs

FANUC



Reduzierung des direkten Energieverbrauchs

- **Verbesserte Effizienz des Servo-Systems**
  - Stromversorgung mit Rückgewinnung
  - Hocheffiziente Steuerung des Spindelmotors
    - Maximale Steuerungseffizienz
    - Optimale Stromphasen-Kontrolle

Reduzierung des indirekten Energieverbrauchs

- **Reduzierung der Zykluszeit**
  - Hochgeschwindigkeit und –präzision des Servovorschubs
  - Verringerung der Bearbeitungsnebenzeiten

Energieeinsparung – CNC und Servo

FANUC

Unterstützung durch CNC und Servo Funktionen zur "Energieeinsparung"

- Energie Rückspeisung
- Anwendung der neusten, verlustarmen Leistungselektronik
- Optimierte Strom-Phasen Regelung
- Energie Überwachungs-Funktion

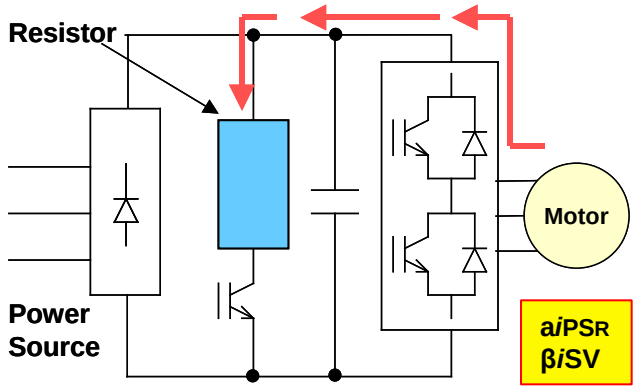
Serie 30*i*-B CNC
Serie 0*i*-D/F

Neue Servo Verstärker für Serie 30*i*-B

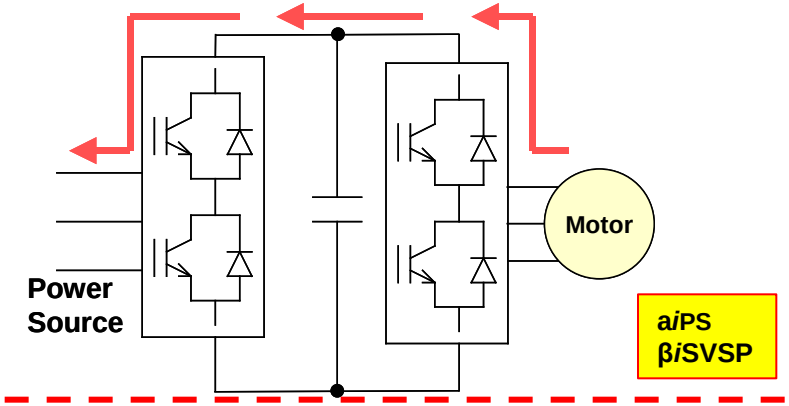
FANUC

FANUC Servo Verstärker - αiPS, βiSVSP : Energieeinsparung durch Energierückspeisung

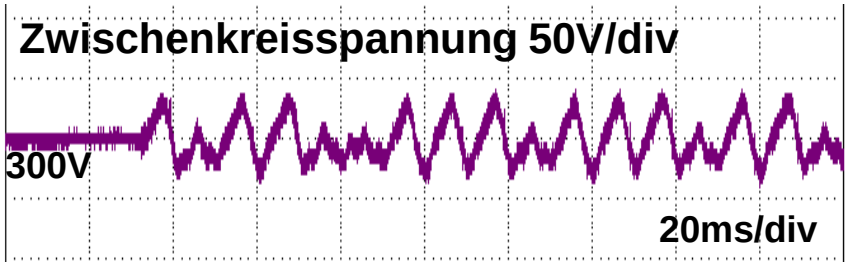
R-Entladung – keine Rückspeisung



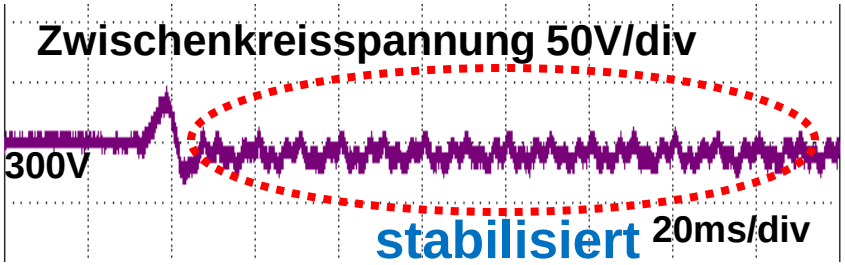
Energierückspeisung ins Netz



Zwischenkreisspannung während der Rückspeisung – stabilisiert durch Regelung in αiPS für 30i-B



Einspeise Modul für 30*i*-A

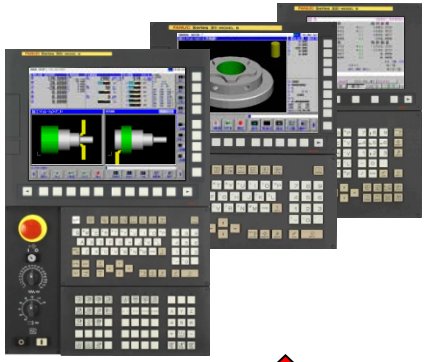


Einspeise Modul für 30 *i*-B

CNC Hardware Optimierung

FANUC

Auf den neusten CNC's FANUC Series 30i/31i/32i/35i-MODEL B, 0i-F



- **Geringerer Energieverbrauch durch reduzierte Anzahl der Elemente, hochintegrierte Bauteile (LSI) und Energieeffiziente Schaltkreis-Technologie**

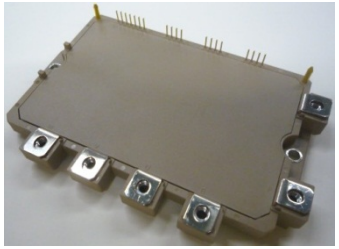
Einsatz verlustarmer Stromversorgung

FANUC

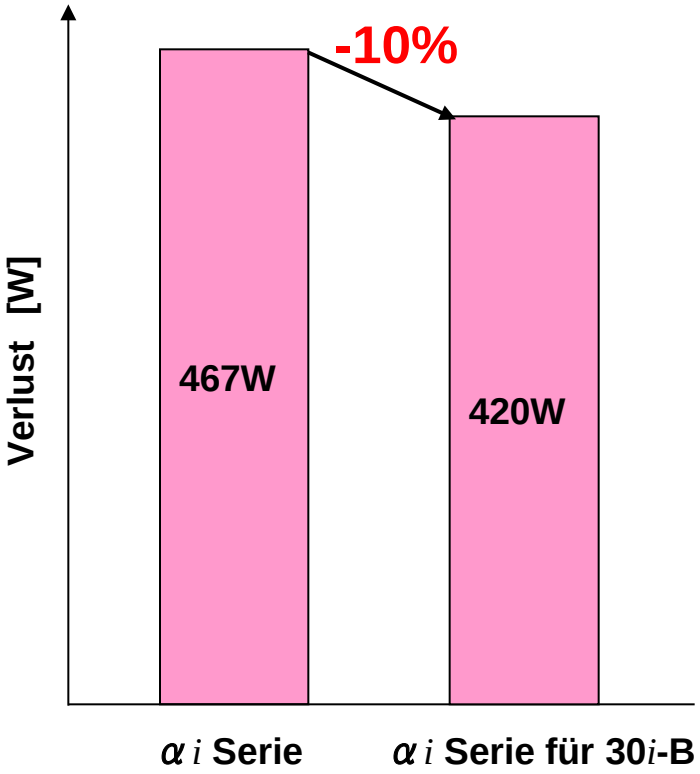
Verlust des Einspeise Leistungsteils

wurde um 10% reduziert

IGBT



IPM



<u>Test Bedingungen</u>

Motor: αiS12/4000 x 3 + αiI6/10000 x 1

Verstärker. : αiSV40 + αiSV40/40 + αiSP11

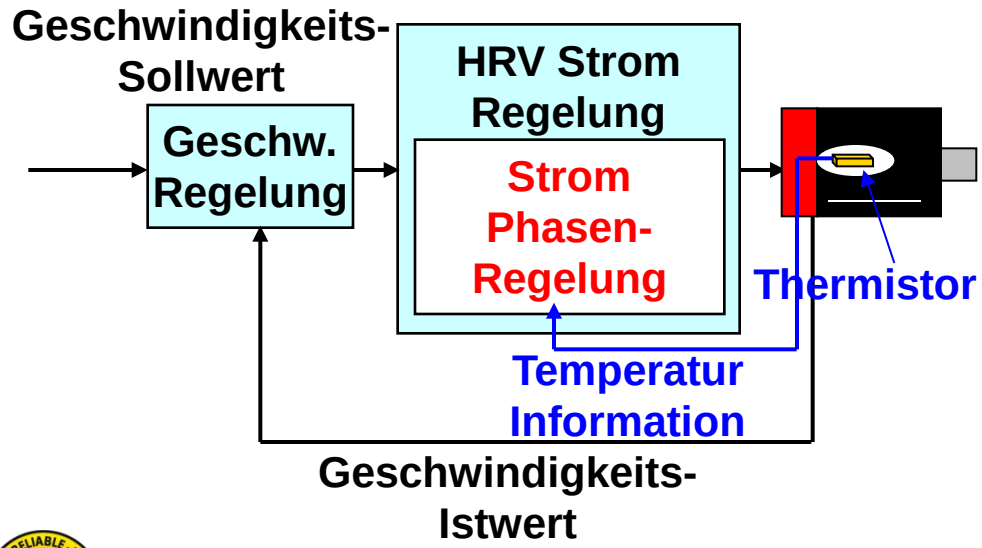
Optimierte Strom Phasen-Regelung

FANUC

Anpassung der Strom Phasen-Regelung entsprechend der Temperatur des Spindelmotors

Hocheffiziente Reaktion der Regelung auf Temperaturänderungen

Energieeinsparung



Beispiel) Spindel Motor αiI2/10000

	Ohne Temperatur Information	Mit Temperatur Information
Wicklungs-Temperatur	-7%	
	70.5 K	65.5 K
Leistungs-Verbrauch	-2% (- 64W)	
	3.059 kW	2.995 kW

Energieüberwachungsfunktion in der CNC

FANUC

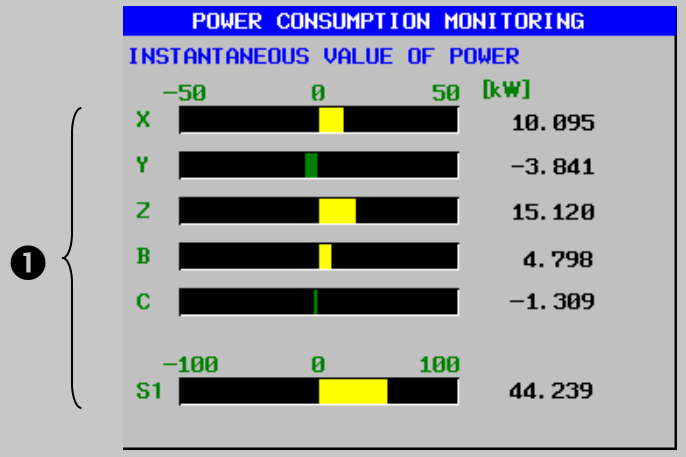
Verfügbar für CNC-Steuerungen der Serie 30*i*/31*i*/32*i*-MODELL B

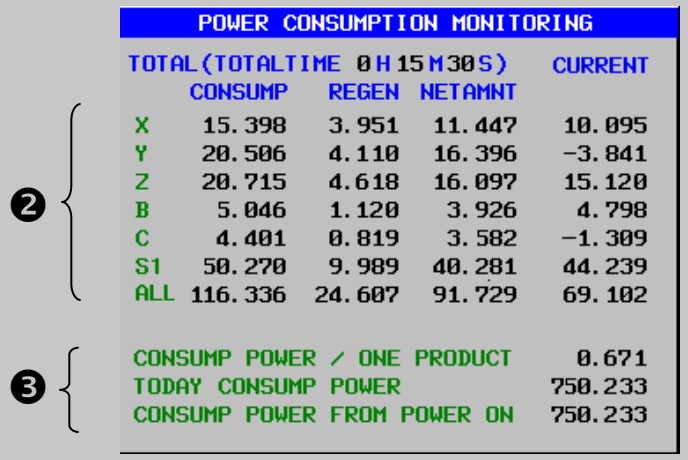
Energieverbrauch des FANUC Servosystems wird auf dem CNC-Bildschirm angezeigt

Energieverbrauch und -rückgewinnung werden wie folgt angezeigt:

- Gegenwärtiger Energieverbrauch bzw. -rückgewinnung der einzelnen Achsen ❶
- Gesamtverbrauch der einzelnen Achsen ❷
- Je Teil, Tag und Gesamtverbrauch überwacht ❸

- **Diese Funktion erlaubt die detaillierte Überwachung von Werten, um die Maschinenbedingungen abzustimmen**
- **Sämtliche Überwachungsdaten können mit FOCAS2, FANUC PICTURE oder FANUC Auto HMI-NC angezeigt werden**



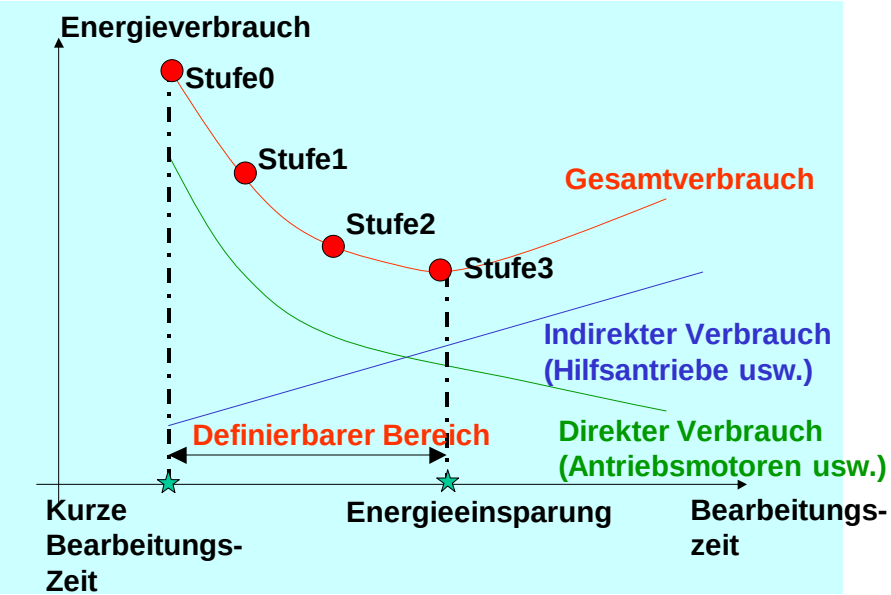


Energieüberwachungsfunktion in der CNC

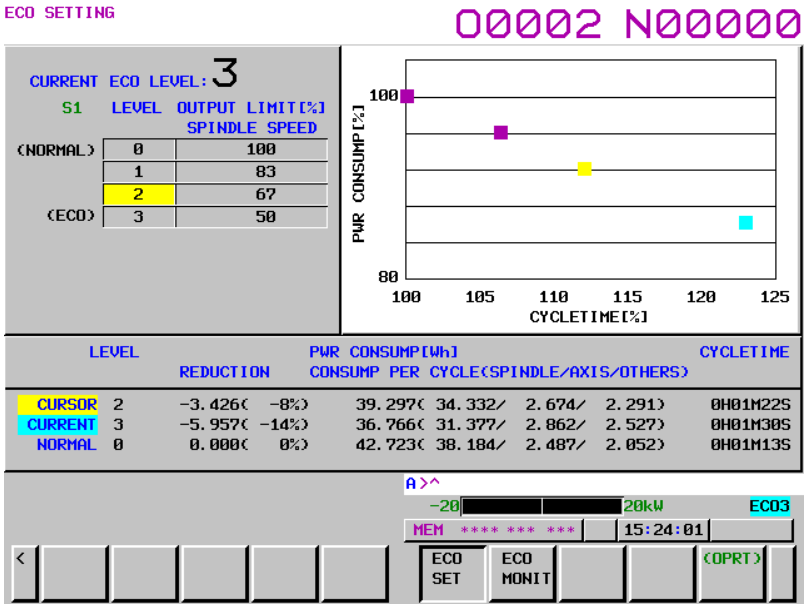
FANUC

Energie Überwachung

- Kluges Abwägen zwischen “kurzer Bearbeitungszeit" und "Energieersparnis"
- Anzeige von Bearbeitungszeit und Energieverbrauch entprechend der gewählten Stufe



Bearbeitungszeit und Verbrauch



Auswahl Energie Stufen

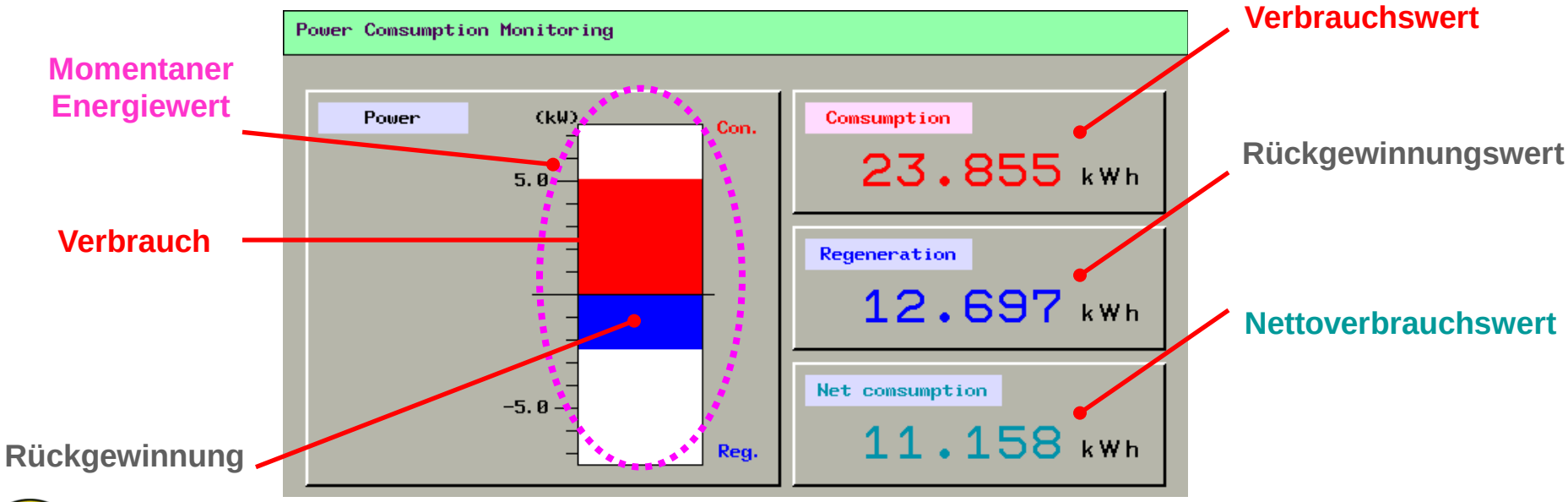
Energieverbrauchsüberwachung mit kundenspezifischer Bedienoberfläche

FANUC

Energieverbrauch von Verstärkern und Motoren

- Verfügbar durch PMC Window, FANUC PICTURE, FOCAS2 und C Language Executor
- Überwachung auch von Rückgewinnung und Nettoverbrauch

Beispiel mit FANUC PICTURE

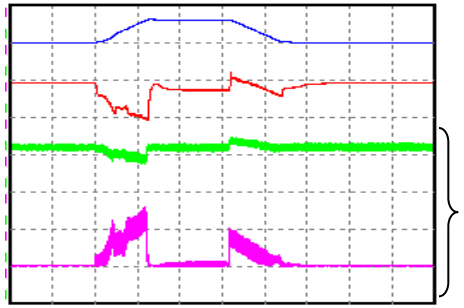


FANUC

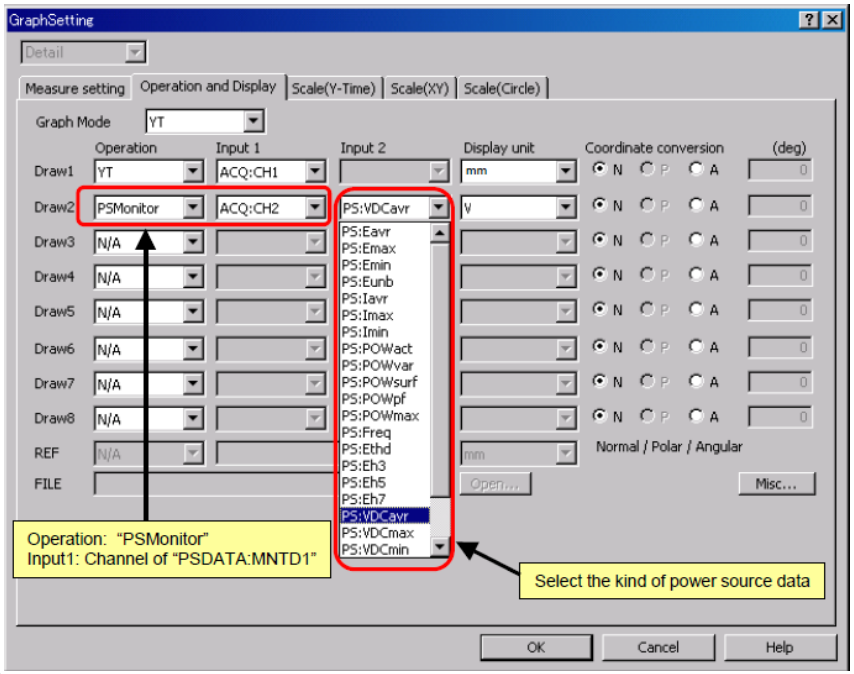
Verbrauchsanzeige für Motor und Verstärker

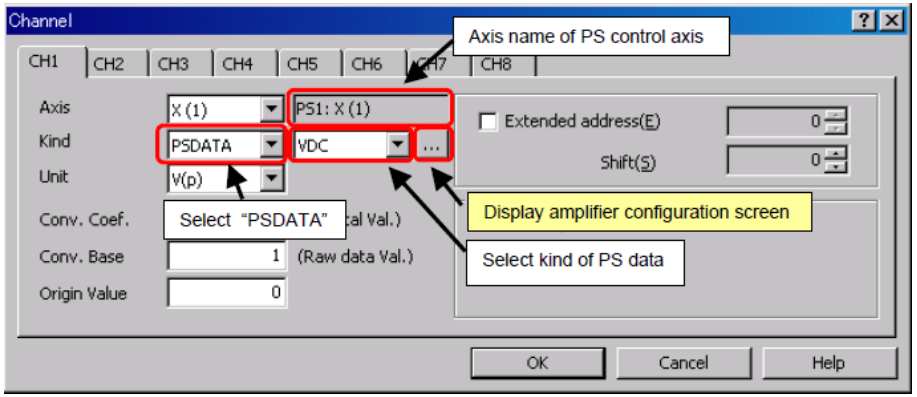
- **Zusätzliche Messdaten der Stromversorgung αiPS (30i-B Serie):**
  - Eingangs-Spannung
  - Eingangs-Strom
  - Eingangs-Leistung
  - Oberwellen

Beispiel



αiPS Daten

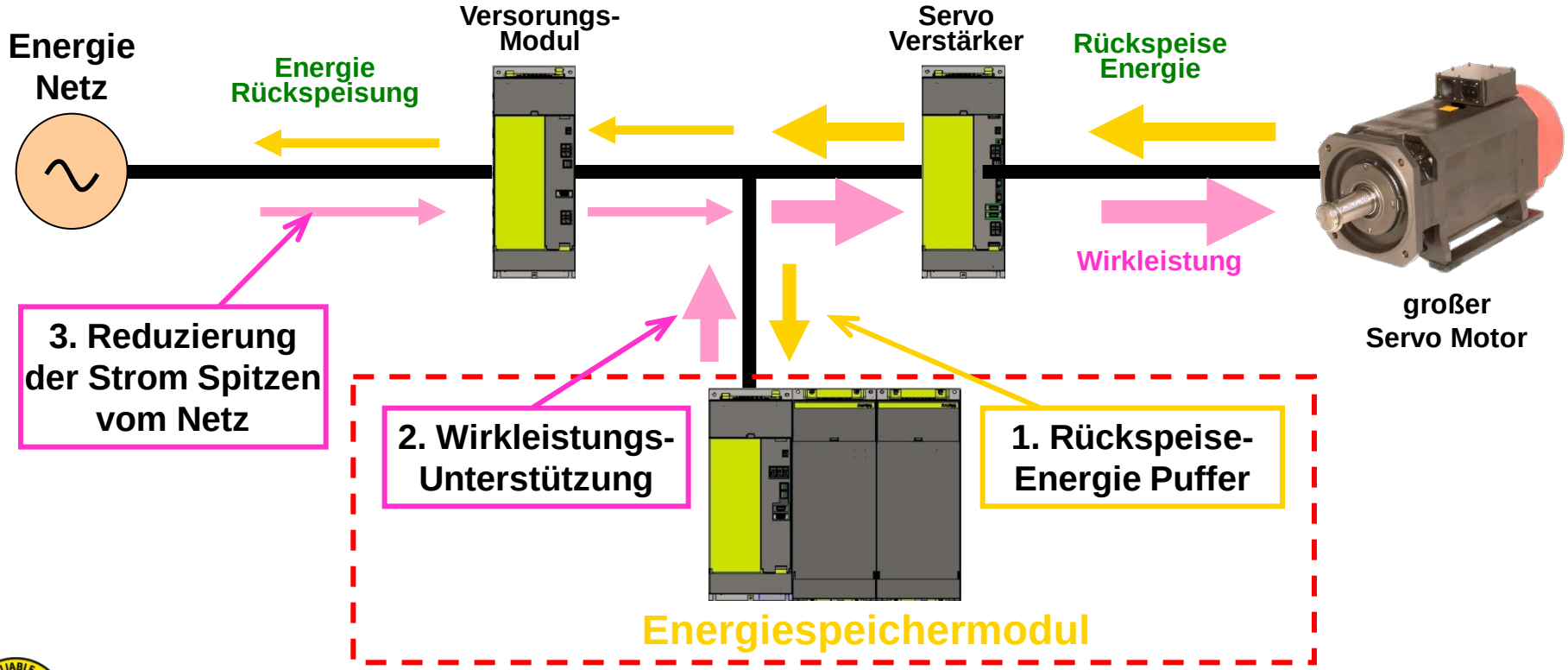




Energiespeichermodule für große Servo's

Funktionen

- Reduzierung der notwendigen Energiekapazität einer Firma
- Unterstützung der Wirkleistung durch gepufferte Rückspeise-Energie



FANUC

Energiesparen und Umweltschutz haben Priorität bei FANUC

FANUC's Leitsätze:

1. Fokus auf Forschung & Entwicklung

2. Bewahrung der Natur

FANUC

FACTORY AUTOMATION NUMERICAL CONTROL

FANUC

The colour of automation

FANUC

Nr. 1

Weltweit die Nr. 1 im Bereich der Automatisierung

Wir kommen von einem ganz besonderen Ort

FANUC City liegt am Fuße des Mount Fuji und erstreckt sich über eine Fläche von 1,5 Millionen Quadratmetern mit einem eigenen Waldgelände.

- sämtliche FANUC-Produktionsstätten
- 12 Forschungs- und Entwicklungszentren
- Verwaltung, Personalunterkünfte, Freizeitanlagen
- mit einer eigenen Klinik für unsere Mitarbeiter und ihre Familien

Unsere Produktionskapazität ist einzigartig. Pro Monat produzieren wir bis zu:

- **25.000 CNC-Steuerungen**
- **125.000 Servo- und Spindel-motoren**
- **5.000 Roboter**
- **5.000 Robomaschinen**
- **160 CO_2 Laser**

Tag und Nacht sind über **3800** Roboter in unserer Produktion in Betrieb. Damit besitzen wir die am stärksten automatisierte Produktionsstätte in der gesamten Branche.

FANUC

mehr als **5.000**

Mitarbeiter weltweit

FANUC

1/3

der Mitarbeiter in unserer Zentrale in Japan sind junge und innovative Ingenieure in Forschung und Entwicklung.

FANUC

mehr als **1.200**

Mitarbeiter in Europa

Unter den Top 10-

Unternehmen im Nikkei-Index

100% yellow

Eine gemeinsame Steuerungsplattform – unbegrenzte Möglichkeiten

FANUC

mehr als **19.500.000**

installierte FANUC-Produkte weltweit

FANUC

65%

Marktanteil im globalen CNC-Steuerungssektor

Die "Yellow World" denkt grün

Grünes Denken ist ein integraler Bestandteil unserer Philosophie. Unser Ziel ist eine durchgängig umweltneutrale Produktion durch Reduktion von Energieverbrauch und CO2-Emissionen.

Unsere Produkte sind so konzipiert, dass der Energieverbrauch durch intelligentes Energiemanagement optimiert wird. Ihr Vorteil: Höhere Produktivität in Verbindung mit wesentlich niedrigerem Energieverbrauch.

Umwelt-
freundlich

Antriebs-
optimierung

ISO 14000
Zertifiziert

Grüne
Innovation

Grüne
Technologie

Nachhaltigkeit

Abfall-
entsorgung

FANUC

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Push the Button

www.fanuc.eu