

G-ELEMENTS



PURE GRINDING

# Energieeffizienz beim Rundschleifen am Beispiel der OMNIA G-300

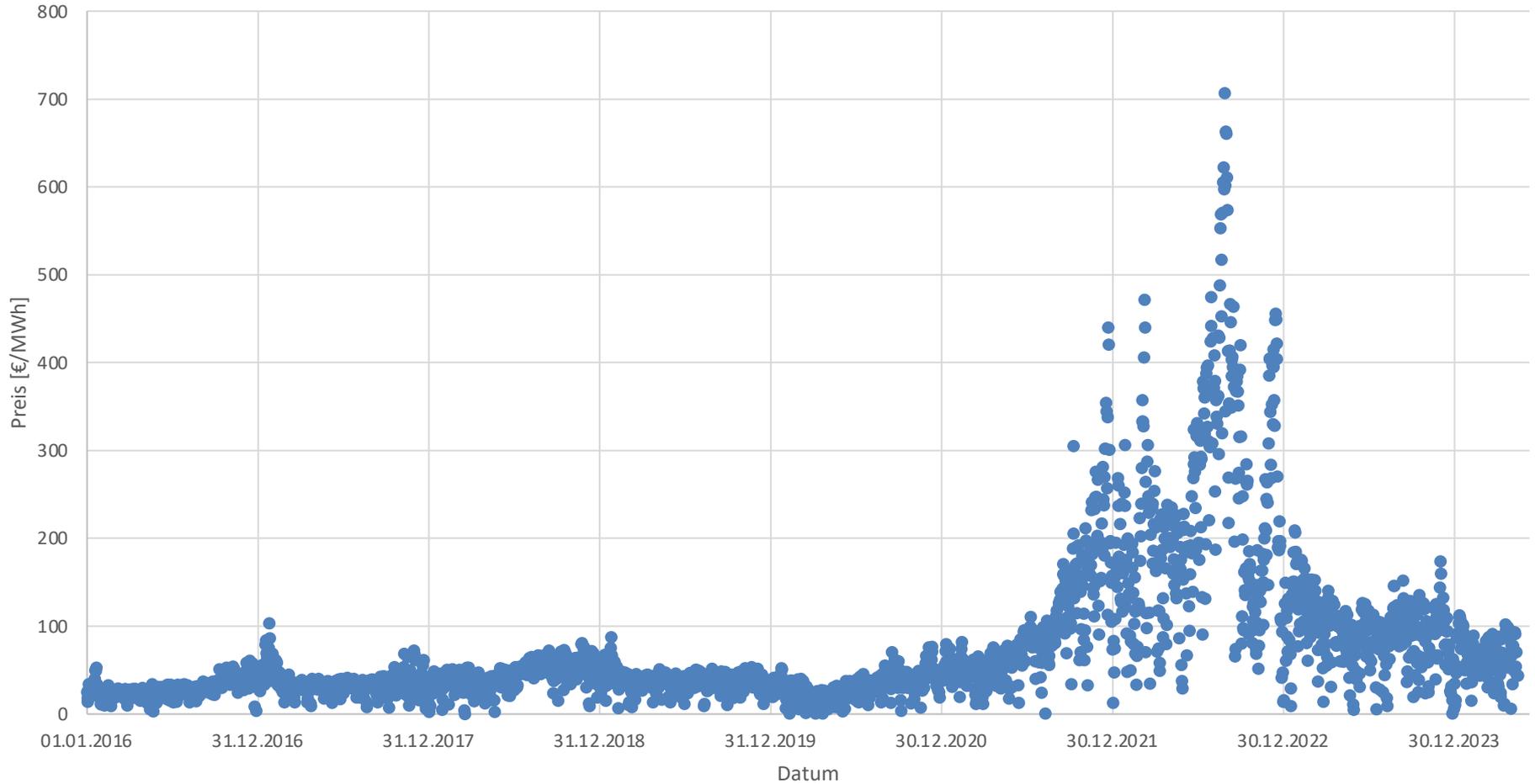
GrindingHub Forum

G-Elements GmbH

MSc. ETH Masch.-Ing. Florian Hänni

14. Mai 2024, Messe Stuttgart

# Tägliche Börsenstrompreise Deutschland

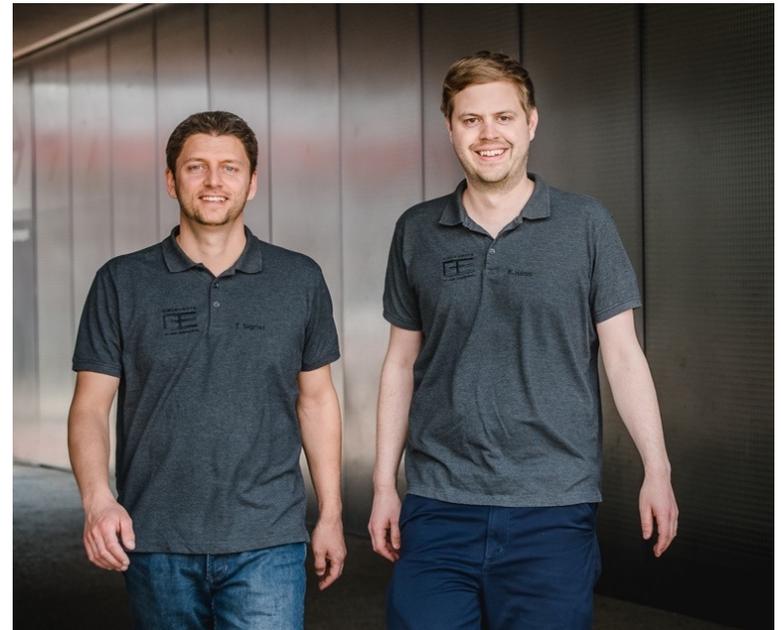


Daten von [www.energy-charts.info](http://www.energy-charts.info)

# G-Elements GmbH

## Thomas Sigrist und Florian Hänni

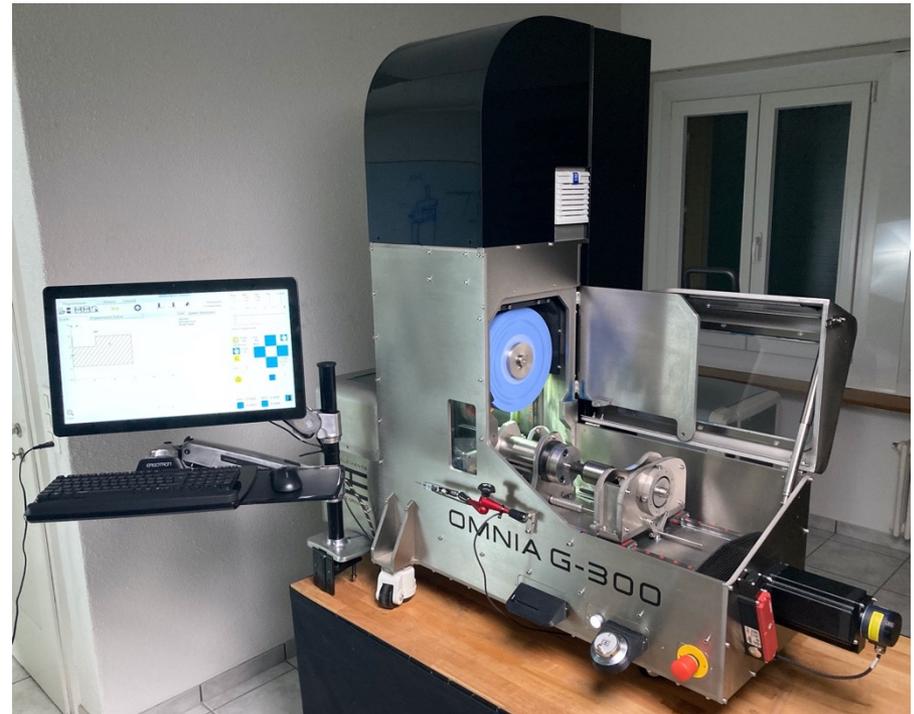
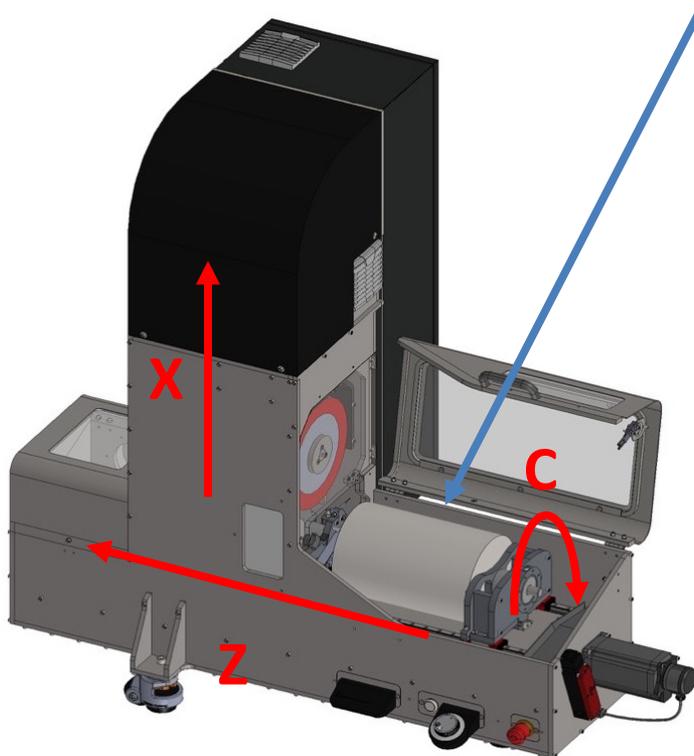
- Mai 2015: Können wir das  $\mu\text{m}$  erreichen?
- Dez 2015: Erster erfolgreicher Schliff auf Prototyp
- Mai 2016: Gründung G-Elements GmbH, normkonformes Redesign → Nullserie
- Jan 2017: Auslieferung erste Maschine Nullserie zur Industrieprobung
- Feb 2018: Auslieferung der zweiten Maschine Nullserie → Herstellung von hochpräzisen Spannmitteln → Umsetzen der Erkenntnis aus Industrieprobung in Serie 1
- Mai 2019: Vorstellung der OMNIA G-300 Serie 1 an Prodex in Basel
- Okt 2020: Ausbau Verkaufsteam (DACH)
- Mai 2022: Vorstellung der Serie 2 an der GrindingHub in Stuttgart
- April 2023: Ausgezeichnet mit dem GrindTec Innovation Award 2023





# Achsübersicht

Werkstückdimension:  
Ø max = 200 mm  
Länge max = 300 mm



# Achsdaten



## X-Achse

- $v_{\max} = 1'200 \text{ mm/min}$
- Auflösung: 0.0001 mm

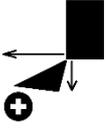
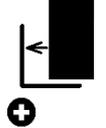
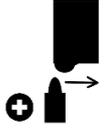
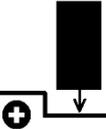
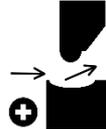
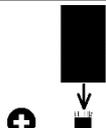
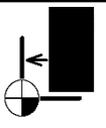
## Schleifspindel

- 2 kW Antriebsleistung
- $v_c$  bis 50 m/s, 300 – 4200 U/min
- Schleifscheibe  $\varnothing 250 \times 40 \times 50.8$
- Korund oder galvanisches CBN

## Z-Achse

- $v_{\max} = 2'700 \text{ mm/min}$
- Auflösung: 0.001 mm

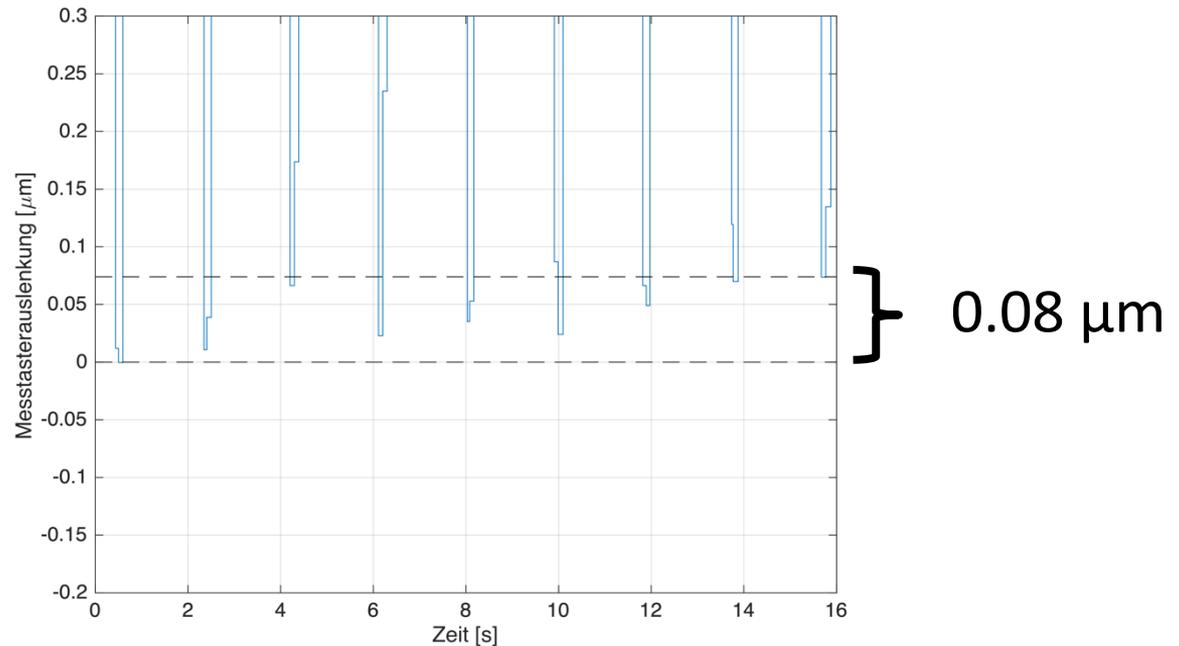
# Features

	Abrichten		Schulterschleifen links
	Konturabrichten		Unrundkontur
	Einstechschleifen		Konturschleifen
	Pendelschleifen Expert		Konuspendeln
	Pendelschleifen		Schleifscheibe automatisch vermessen
	Schulterschleifen rechts		Nullpunkt setzen

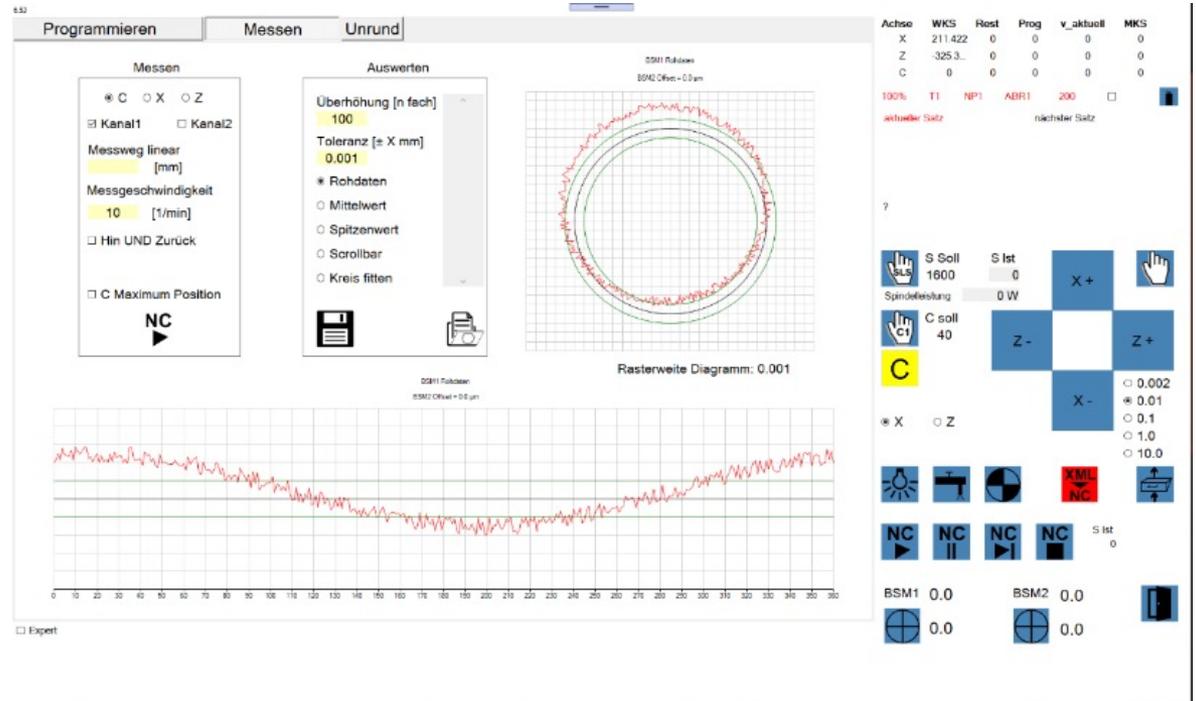
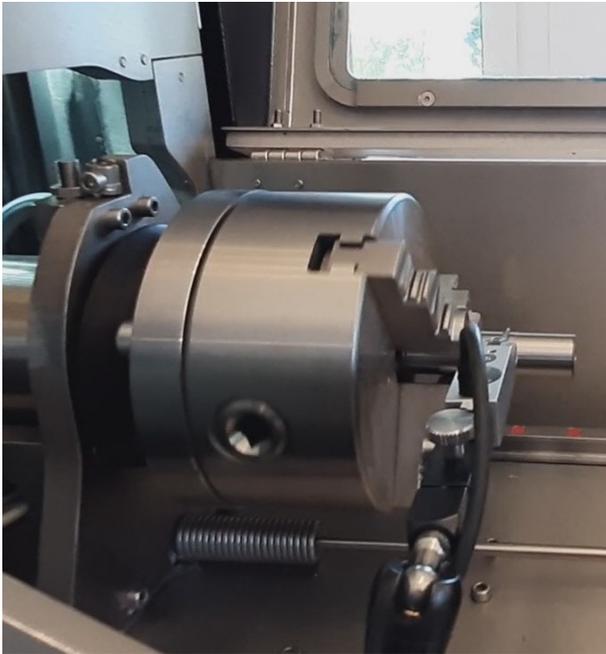
# Super Invar

## Wiederholgenauigkeit X-Achse

- Super Invar
  - Wärmeausdehnung ca. Faktor 30 geringer als 1.4301
  - Ca. 100 CHF/kg
- Wiederholgenauigkeit X-Achse



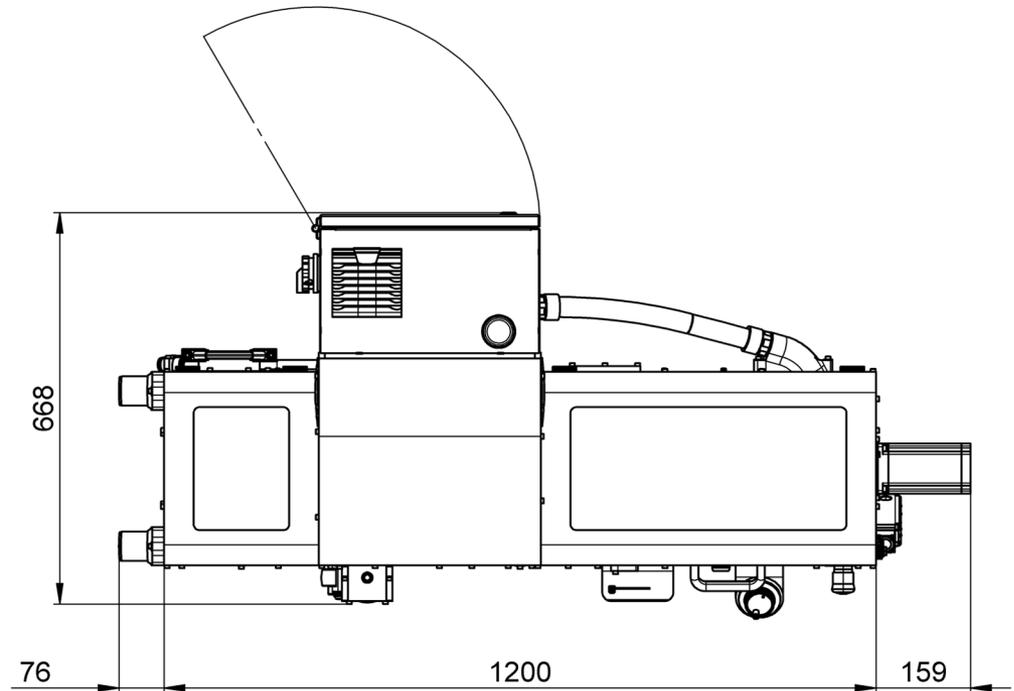
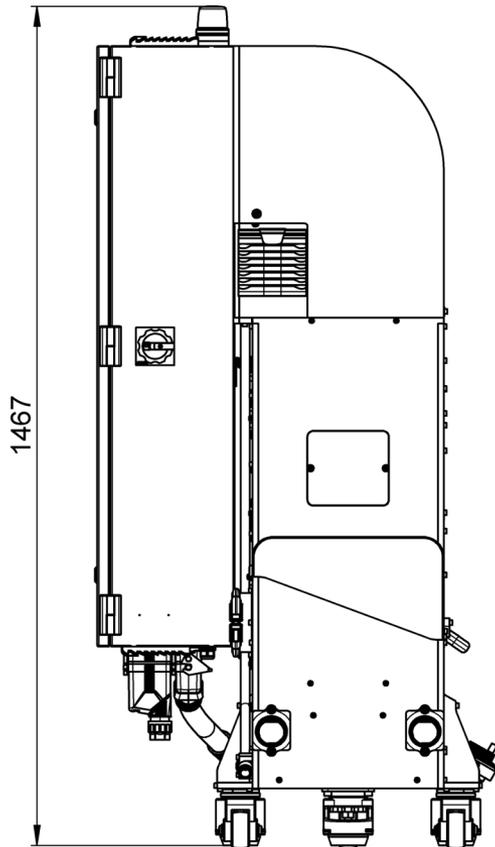
# Messen auf der Maschine



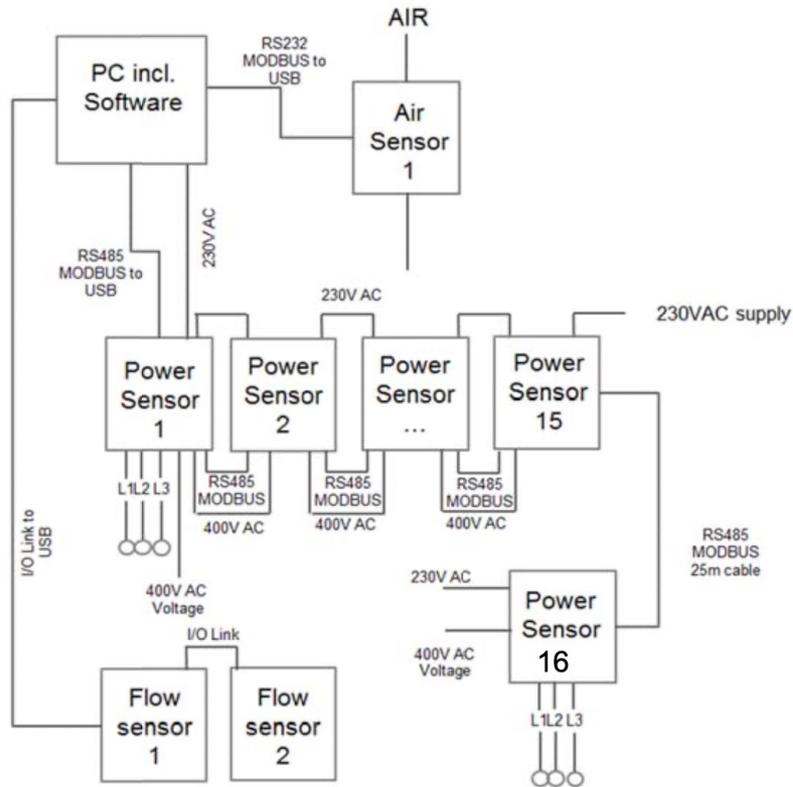
# Abmessungen

Kompromisslos kompakt und sparsam

- Gewicht: 475 kg
- Elektrischer Anschluss: 230 V, 1 phasig,  $P_{\max}$  2.4 kW
- Pneumatik: keine
- Hydraulik: keine



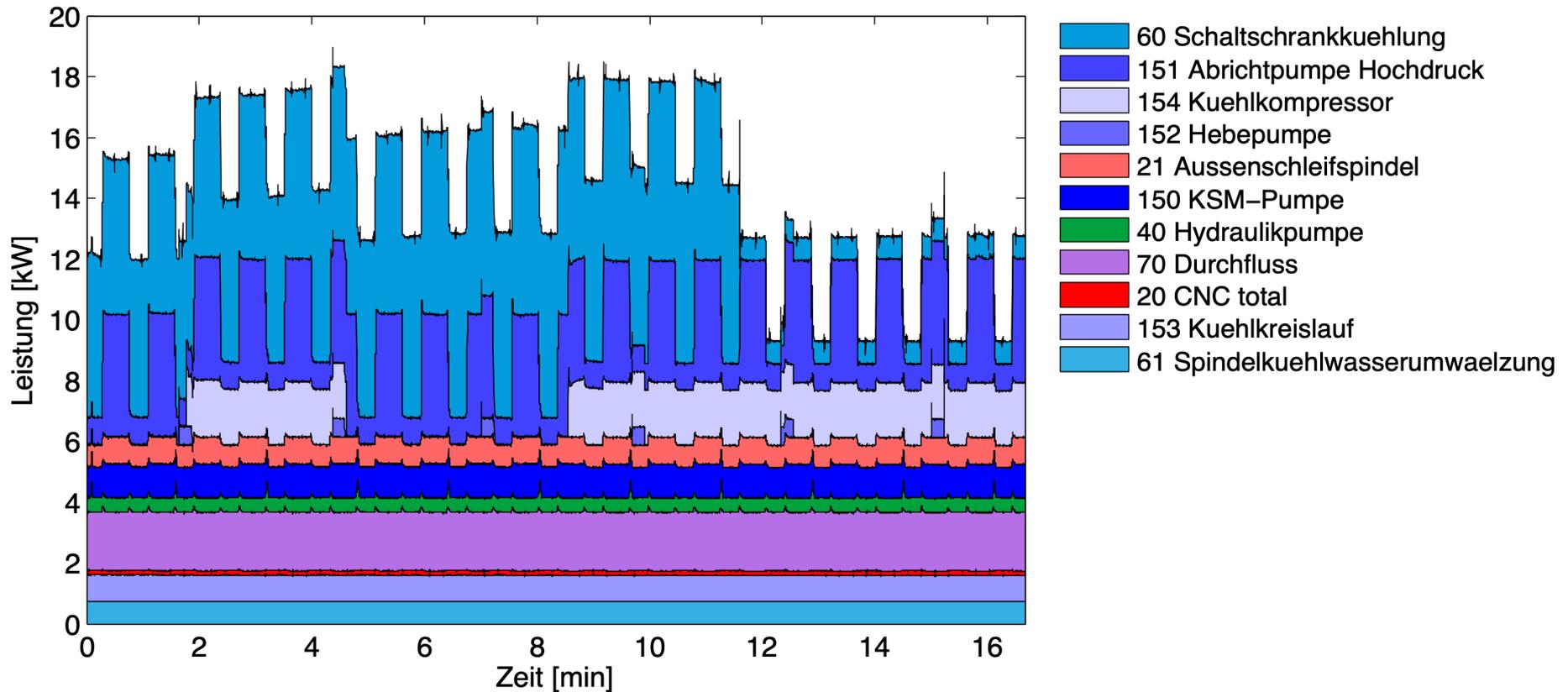
# Energiemessung nach ISO 14955



**SIGMA**TOOLS

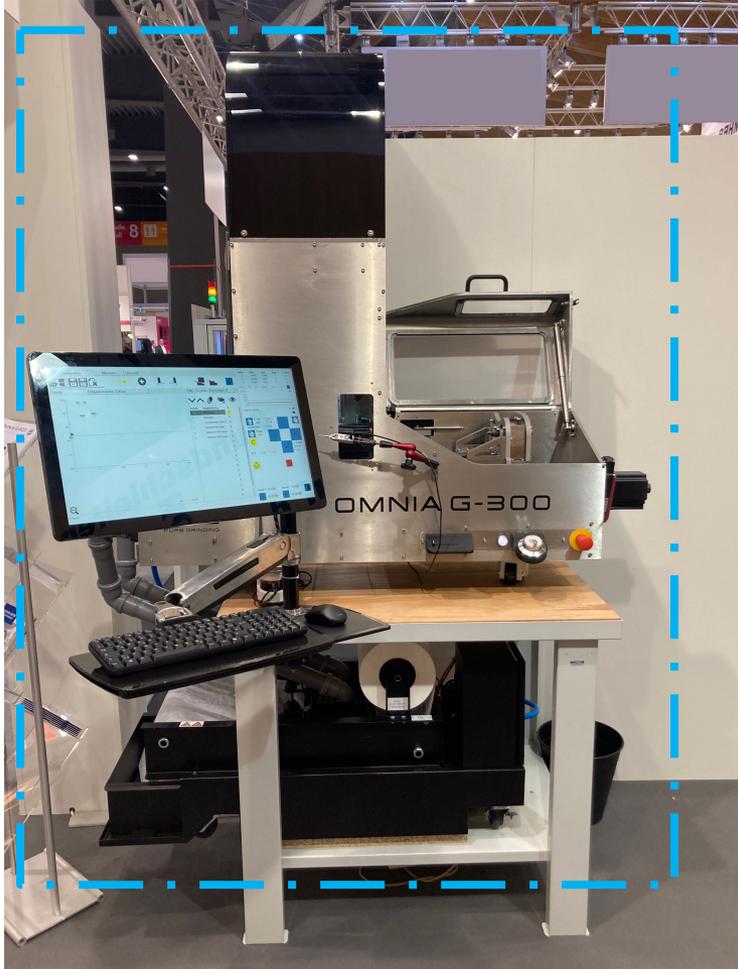
Gontarz, Adam M., Energy Assessment of Machine Tools within Manufacturing Environments, Doctoral Thesis, ETH Zürich, 2015

# Zeit-Leistungsverlauf typische CNC Schleifmaschine



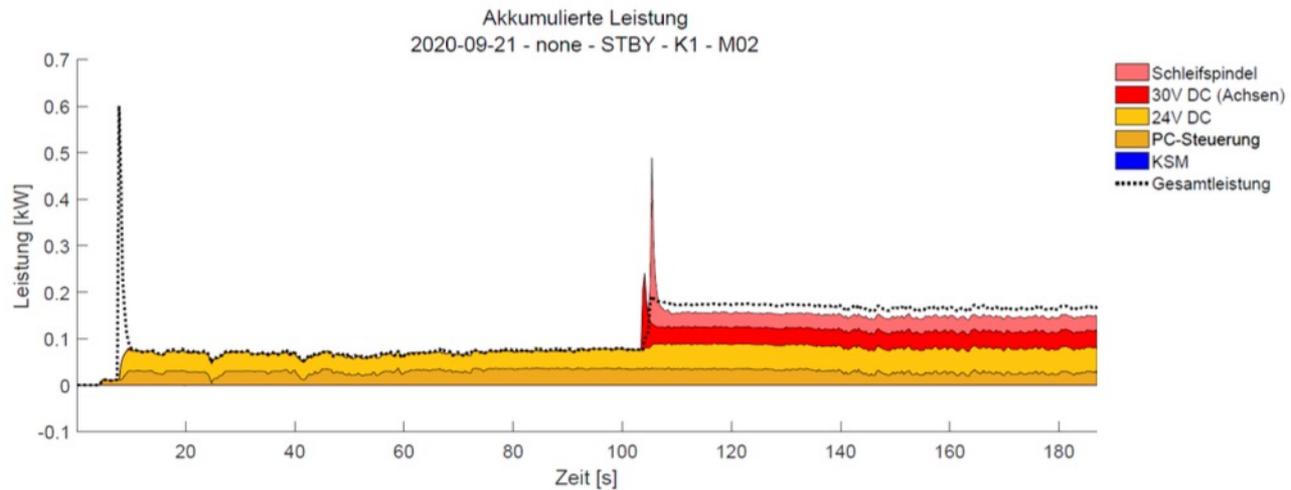
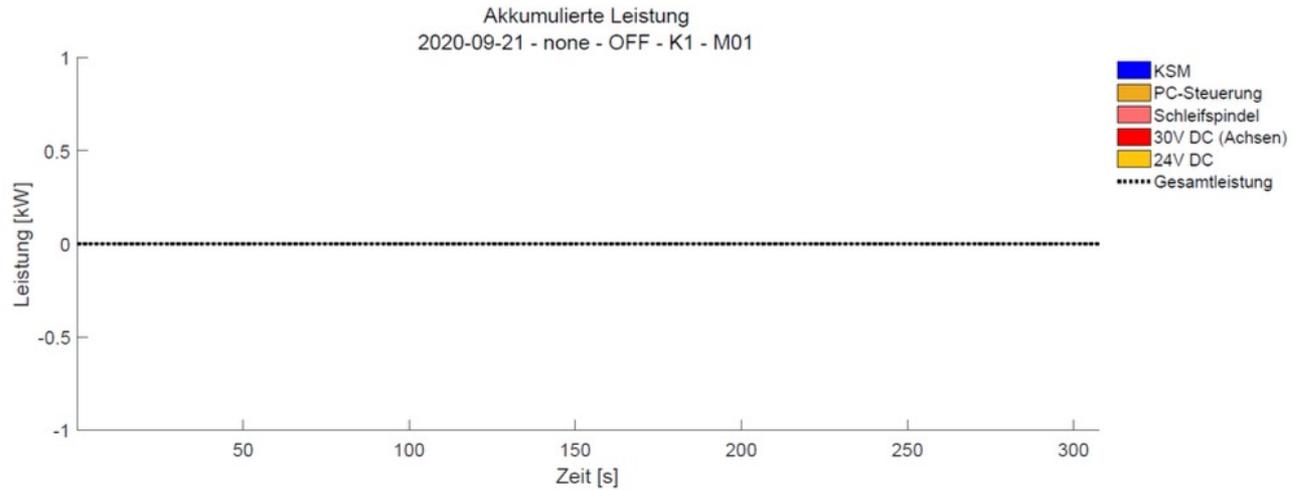
# Energiemessung nach ISO 14955

## Systemgrenze



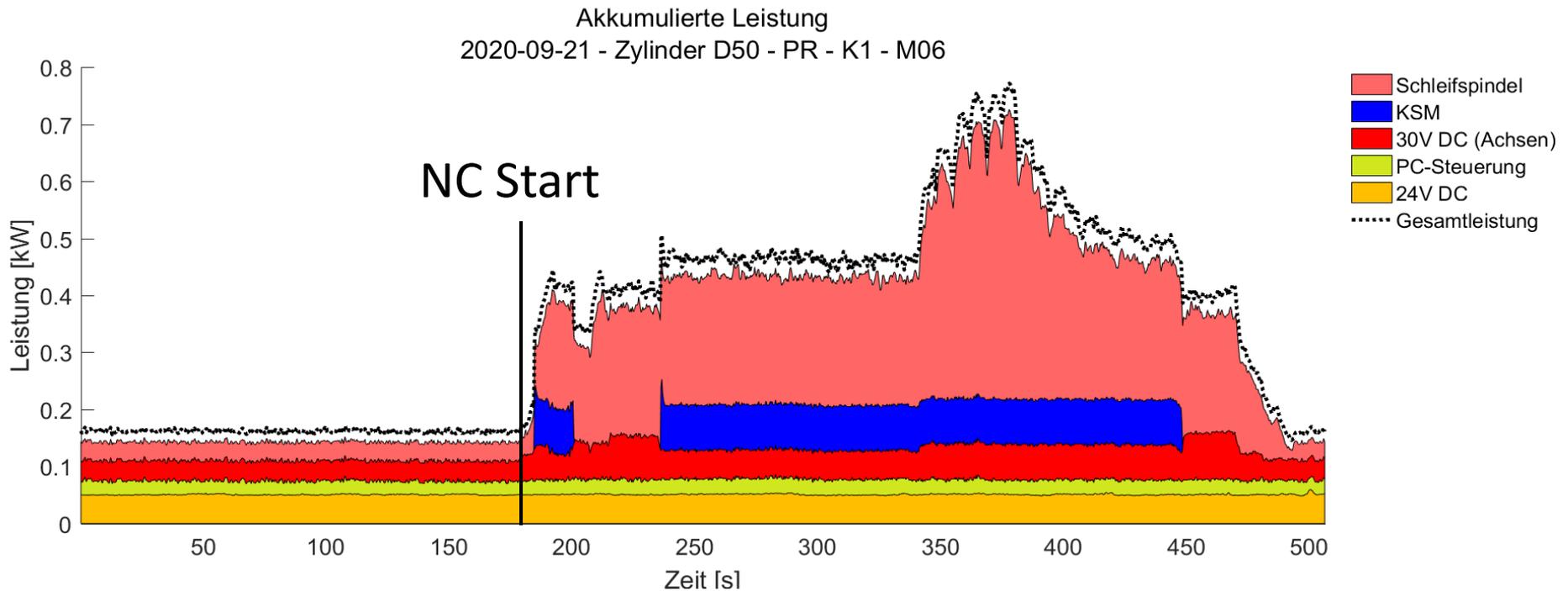
Chanel	Name
1	230 V AC
2	24 V DC
3	30 V DC (NC Achsen)
4	PC-Steuerung
5	Schleifspindel
6	KSM

# Zeit-Leistungsverlauf

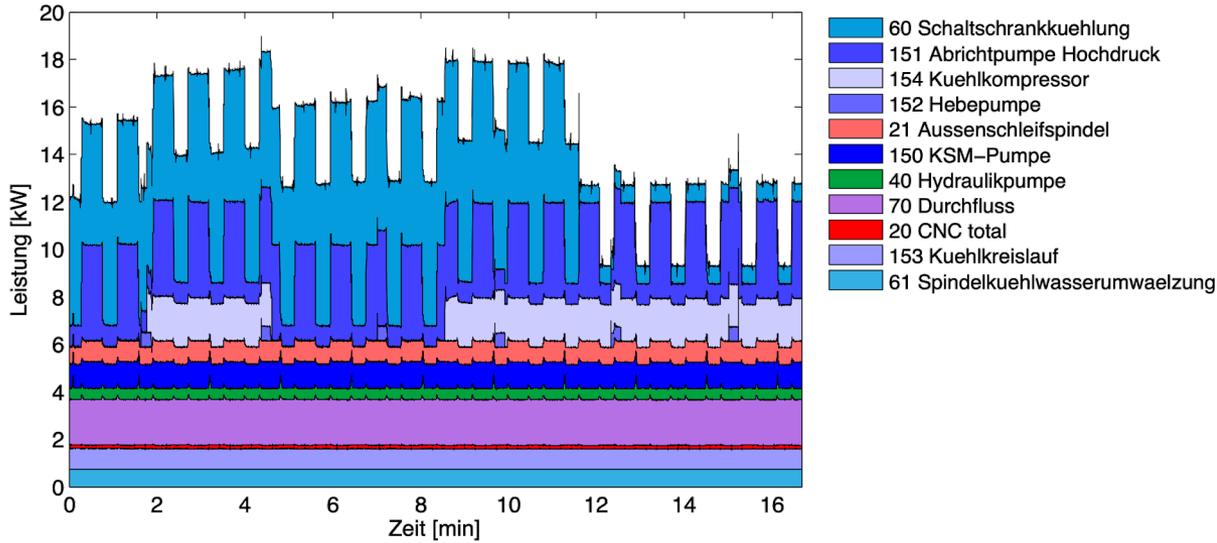


# Zeit-Leistungsverlauf

- Zylinder D50 geschliffen mit Korund
- Material 1.2510 (100MnCrW4), gehärtet  $62 \pm 2$  HRC

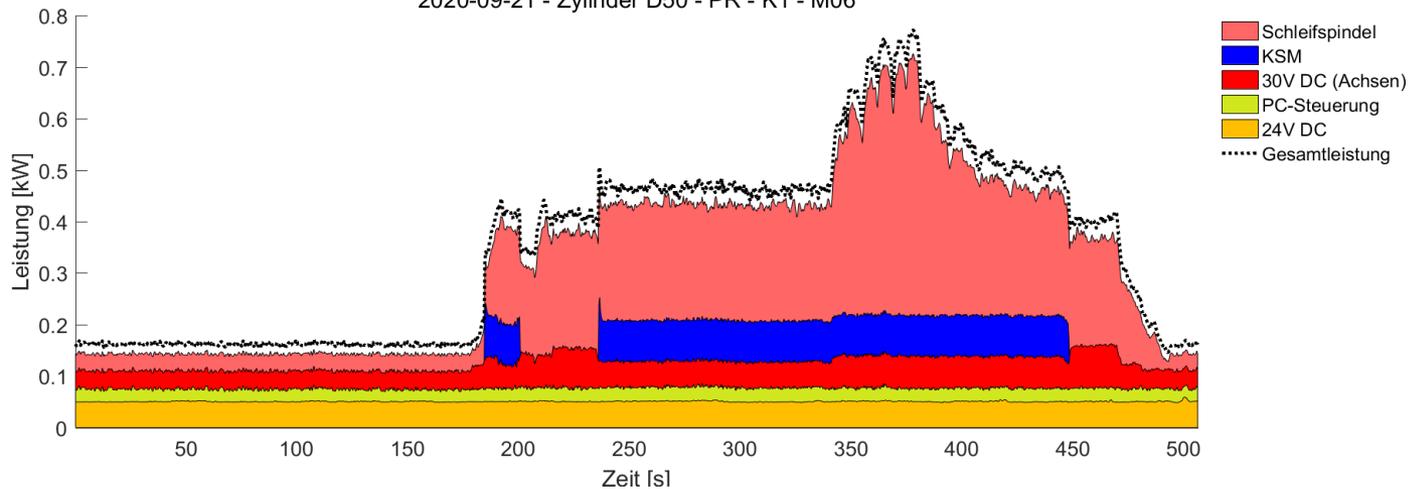


# Vergleich



- 60 Schaltschrankkuehlung
- 151 Abrichtpumpe Hochdruck
- 154 Kühlkompressor
- 152 Hebepumpe
- 150 KSM-Pumpe
- 40 Hydraulikpumpe
- 70 Durchfluss
- 20 CNC total
- 153 Kühlkreislauf
- 61 Spindelkühlwasserumwälzung

Akkumulierte Leistung  
2020-09-21 - Zylinder D50 - PR - K1 - M06

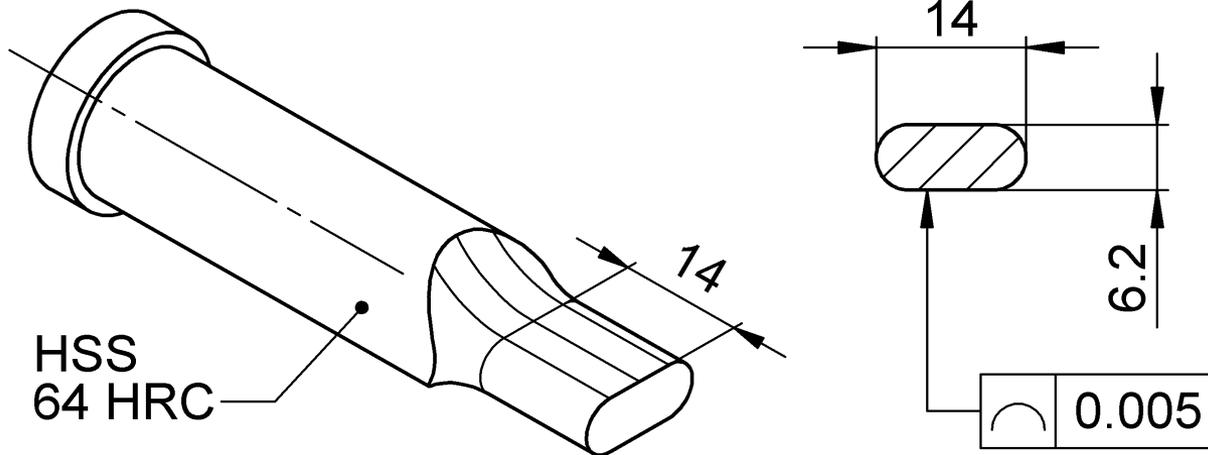


# Einsparpotential

- Leistungsaufnahme
    - OMNIA G-300 betriebsbereit bei ca. 150 W
    - vergleichbare Maschinen liegen bei ca. 4'000 W
  - Annahmen
    - 1'720 h pro Jahr (einschichtiger Betrieb) betriebsbereit
    - Schweizer Strom Mix → 154 g CO<sub>2</sub>/kWh
  - OMNIA G-300 von G-Elements
    - 1'720 h x 0.15 kW = 258 kWh
    - 258 kWh x 154 g CO<sub>2</sub>/kWh → 40 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr
  - Vergleichbare Maschine
    - 1'720 h x 4 kW = 6'880 kWh
    - 6'880 kWh x 154 h CO<sub>2</sub>/kWh → 1'060 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr.
- Einsparung ca. **1 Tonne CO<sub>2</sub>** pro Jahr pro OMNIA G-300
- Reduktion CO<sub>2</sub> Ausstoss von über 95 %

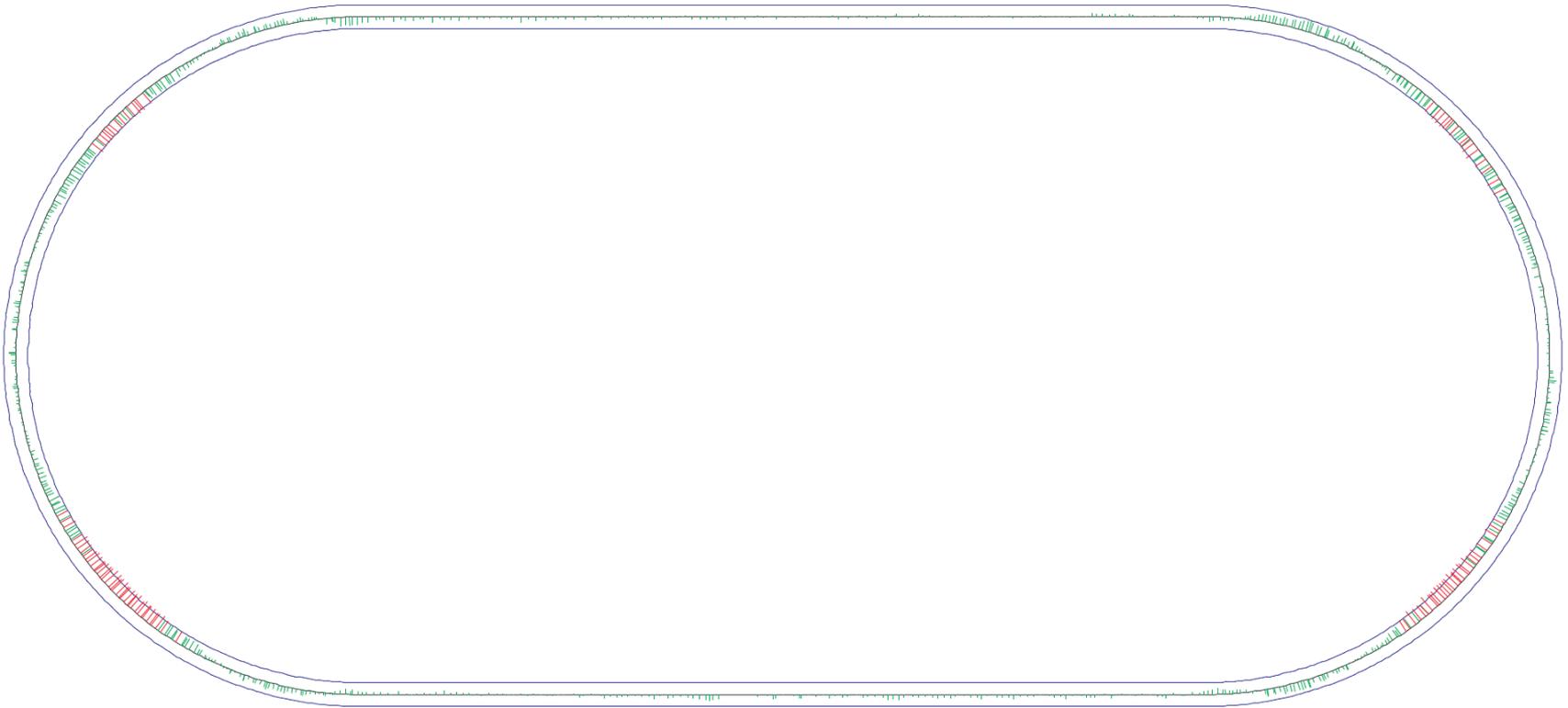
# Use Case 1

- Schneidstempel Unrundschleifen
- HSS, 64 HRC
- Kriechschleifen mit galvanischer CBN Schleifscheibe



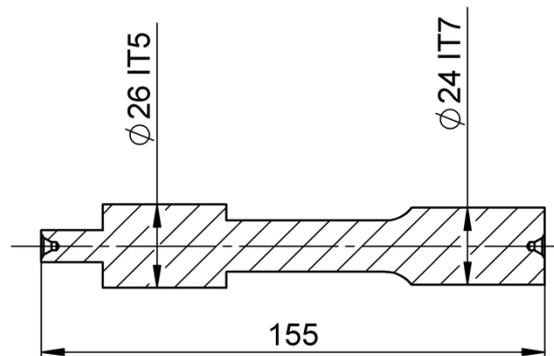
# Use Case 1

- Formmessung: Toleranzband  $\pm 2 \mu\text{m}$



## Use Case 2

- Rundschleifen, 52 HRC, vergütet → heute Fremdvergabe, ca. 2000 Stück pro Jahr (80 Stück pro Los)



- Eigenfertigung
  - Reaktionsfähigkeit
  - Mehrmaschinenbedienung in Armlänge → resultierender Stundensatz
  - Return on Investment



# Use Cases 2

- Kosten pro Werkstück: 18.03 CHF
- Anzahl Werkstücke pro Jahr: 2'000 Stück

## Investitionsrechnung OMNIA G300

Investition Anlagevermögen	149'500	[CHF]
Investition Umlaufvermögen	1'000	[CHF]
Einsparungen pro Jahr	0	[CHF]
Nutzungsdauer	5	[J]
Kalkulatorischer Zins	3	[%]
Abschreibungen	29'900	[CHF]
Zinskosten	2'243	[CHF]
ROI	3.0	[%]
Cashflow	32'143	[CHF]
Payback in Jahren	4.7	[J]

## Betriebskenndaten OMNIA G300

Betriebszeit Anlage pro Tag (Produktiv)	1.82	[h]
Personalzeit pro Tag	0.36	[h]
Werktage pro Jahr	80	[d]
Betriebskosten pro Stunde	0.25	[CHF]
Platzbedarf Anlage (+Arbeitsplatz)	4	[m <sup>2</sup> ]
Gemeinfixkosten pro m <sup>2</sup> pro Jahr	230	[CHF]
Unterhalt Anlage pro Jahr	1'000	[CHF]
Stundensatz Personal inkl. GK	67	[CHF]
Variable Kosten pro Jahr	1'954	[CHF]
Betriebskosten pro Jahr	1'956	[CHF]
Fixkosten gesamt pro Jahr	34'099	[CHF]
Gesamtkosten pro Jahr	36'053	[CHF]
Anlagenstundensatz	234	[CHF]
Gesamtstundensatz	247.2	[CHF]

## Bearbeitungskenndaten OMNIA G300

### Rüsten

Spitzen säubern / wechseln	0.100	[h]
Zylinder einstellen mit Welle	0.100	[h]
Reitstockposition einstellen	0.050	[h]
Schleifscheibe wechseln (Anteilig)	0.050	[h]
Durchmesser einschleifen	0.200	[h]
Rüstzeit pro Los	0.500	[h]

### Schleifen

Abrichten pro Stück	60	[s]
Schruppen D Links	60	[s]
Schlichten D Links	30	[s]
Schruppen D Rechts	60	[s]
Schlichten D Rechts	30	[s]
Schleifzeit pro Stück	240	[s]

### Überwachung

Personalzeit / Werkstück	30	[s]
Personalzeit Anlagenbetrieb pro Tag	0.37	[h]

Mittlere Losgrösse	80	[stk]
Lose pro Tag	0.32	[stk]
Werkstücke pro Tag	25	[stk]

# Fazit

- Die OMNIA G-300 zeigt, dass es möglich ist, die Leistungsaufnahme beim Rundschleifen massiv zu reduzieren.
  - Mit Mehrkanal-Leistungsmessungen können die Energieflüsse in der Maschine analysiert werden.
  - Das Maschinenkonzept der OMNIA G-300 überzeugt und bietet gerade mit dem äusserst geringen Platz- wie auch Energiebedarf entscheidende Vorteile.
- Rundschleifen wie es einfacher und wirtschaftlicher nicht sein könnte.



# Interessiert?

## Halle 7, Stand 7D50



G-Elements GmbH  
[www.g-elements.ch](http://www.g-elements.ch)  
[info@g-elements.ch](mailto:info@g-elements.ch)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



© ETH Zürich, D-MAVT, Jakob Ineichen

- MSc ETH Masch.-Ing. Florian Hänni  
Geschäftsführender Gesellschafter
- [florian.haenni@g-elements.ch](mailto:florian.haenni@g-elements.ch)
- [linkedin.com/in/florianhaenni](https://www.linkedin.com/in/florianhaenni)
- [linkedin.com/company/g-elements-gmbh](https://www.linkedin.com/company/g-elements-gmbh)