



**Herzlich willkommen
zur Begutachtung der Forschungsgruppeninitiative 5888**

Steigerung der Ressourceneffizienz bei der datengetriebenen
Modellierung zur Auslegung NC-gesteuerter Fräsprözesse



INSTITUT FÜR
SPANENDE FERTIGUNG



Institut für Produktionstechnik



Institut für Angewandte Materialien



INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND -SYSTEME (IPTS)



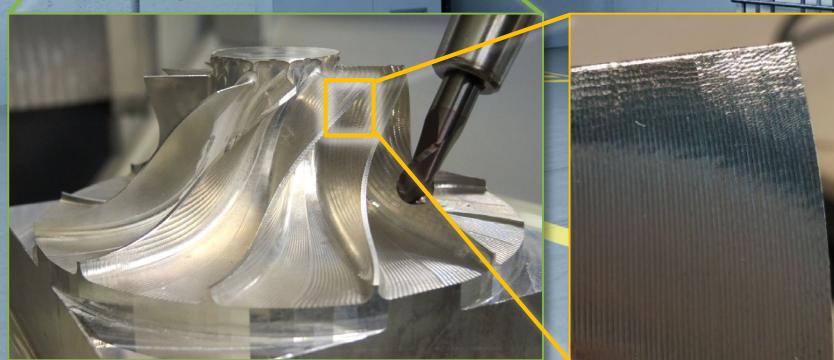
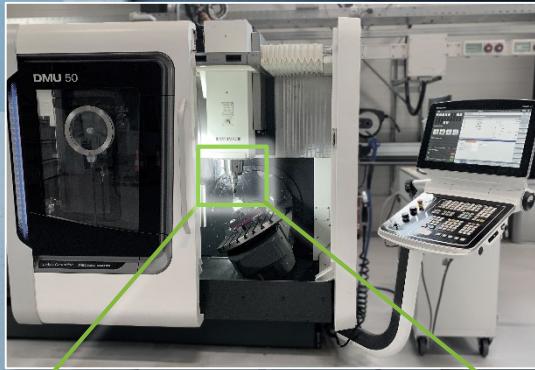
FOR 5888

Steigerung der Ressourceneffizienz bei der datengetriebenen
Modellierung zur Auslegung NC-gesteuerter Fräsprözesse

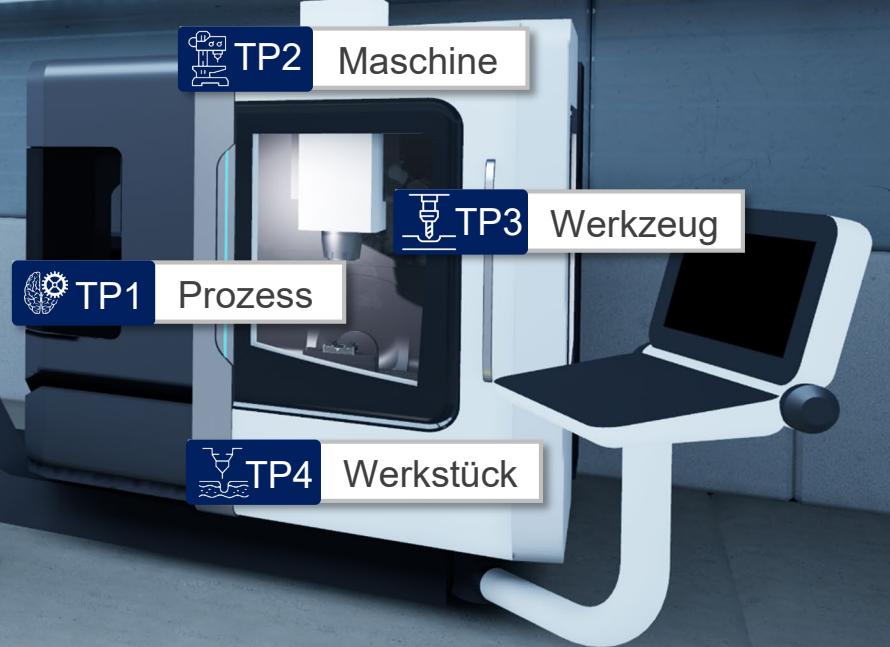
PETRA WIEDERKEHR



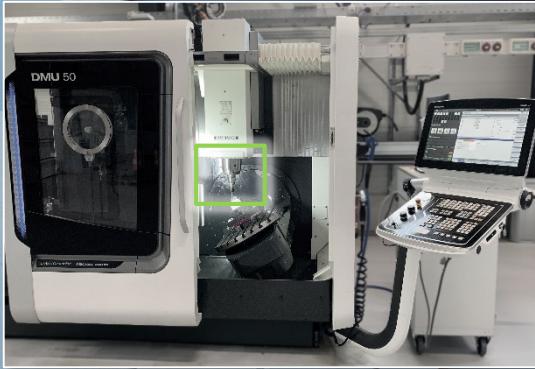
Komplexe NC-Bearbeitung



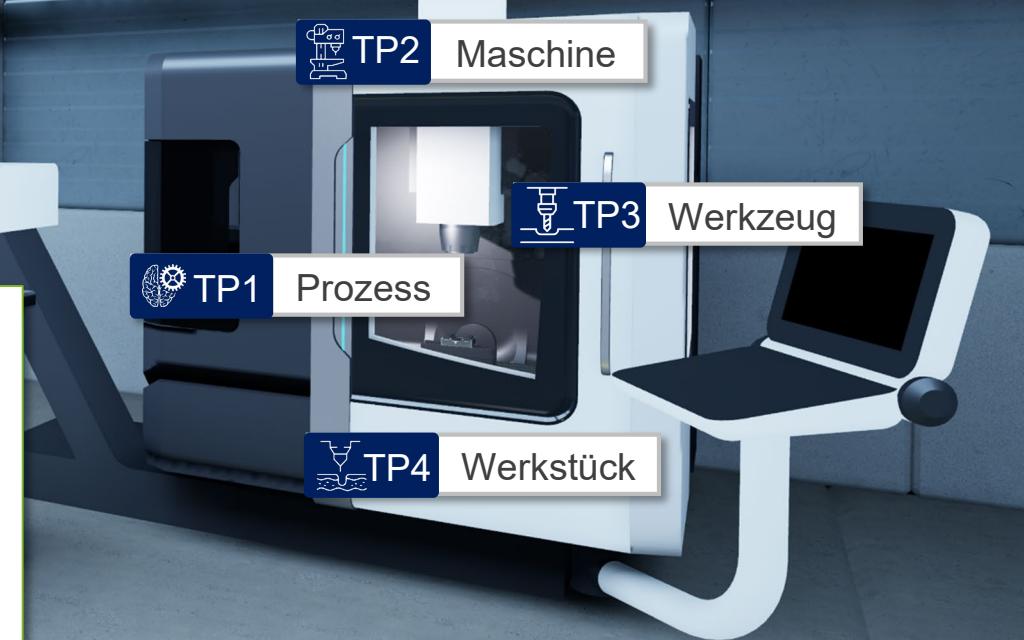
Modelle zur Prozessoptimierung



Komplexe NC-Bearbeitung



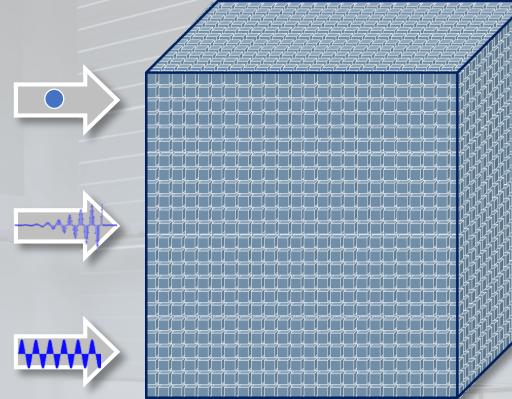
Modelle zur Prozessoptimierung



Hohes Potential digitaler Modelle zur Optimierung in der Fertigung

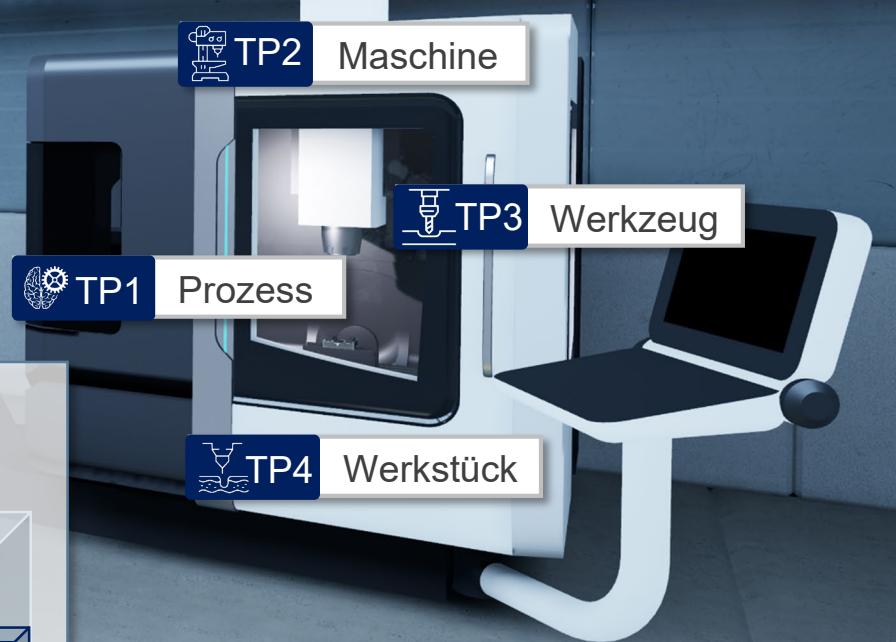
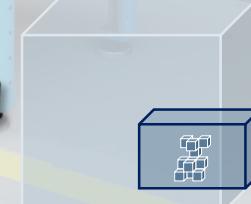
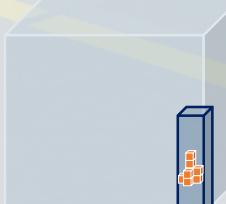
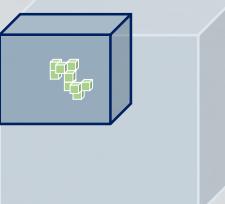
- > 20 CIRP Keynote Paper in den letzten 4 Jahren
- Zentrale CIRP Collaborative Working Groups
 - Manufacturing in Global Data Space (2026 –2028)
 - Artificial Intelligence in Manufacturing (2021 – 2023)
 - Self-Optimizing Machining Systems (2016 –2019)

Hoher Ressourceneinsatz zur Modellerstellung



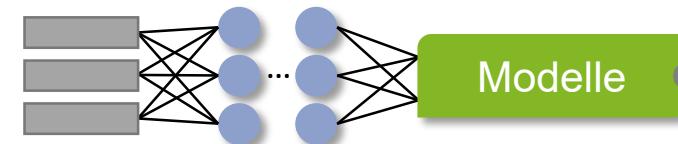
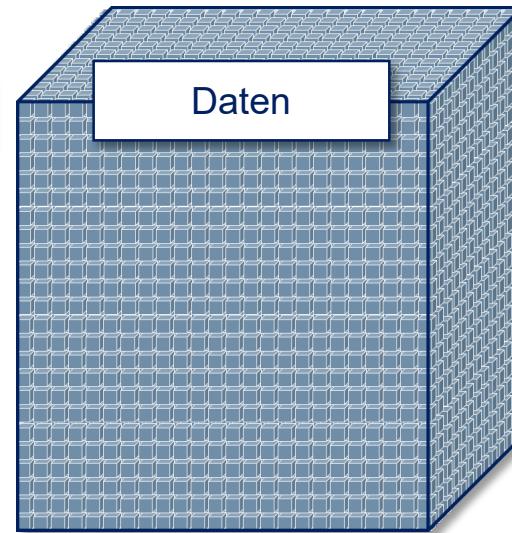
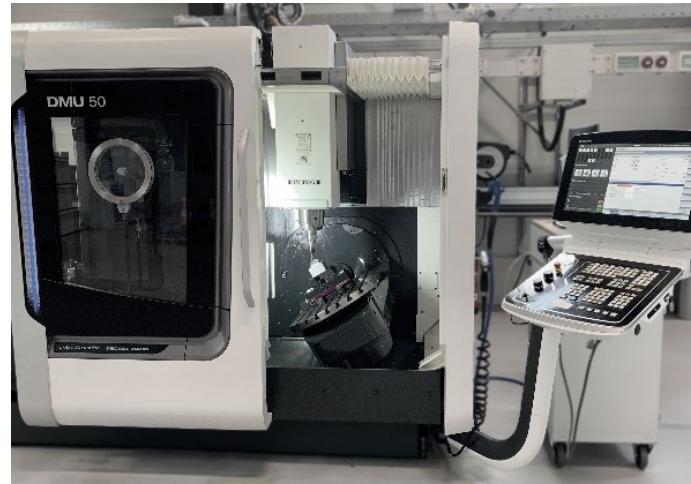
Hoher Ressourceneinsatz zur Modellerstellung
widerspricht der nachhaltigen Grundidee des
Einsatzes von Modellen

Konsequenz: Beschränkung der experimentellen Datengewinnung auf
spezifische Werkzeug-Werkstück-Maschinen-Kombination

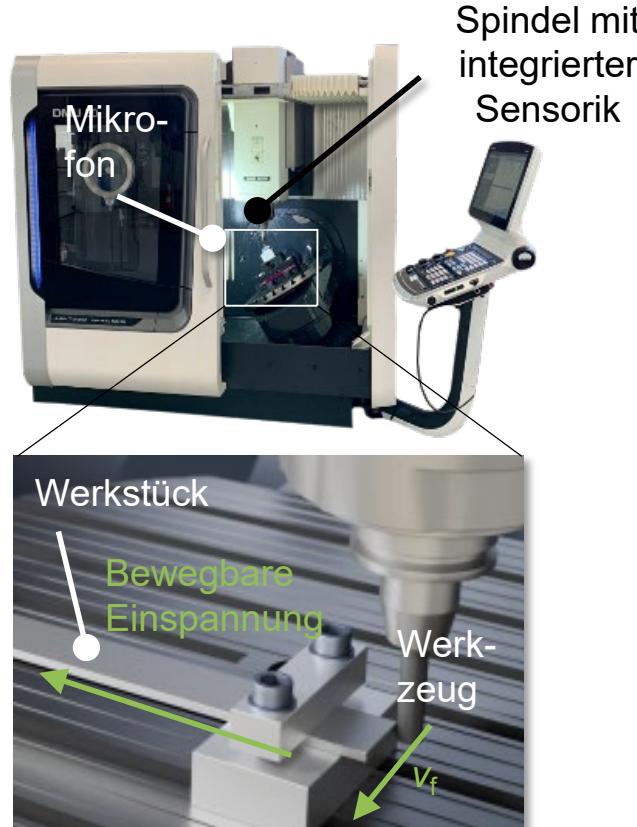


Zentrale Forschungsfrage

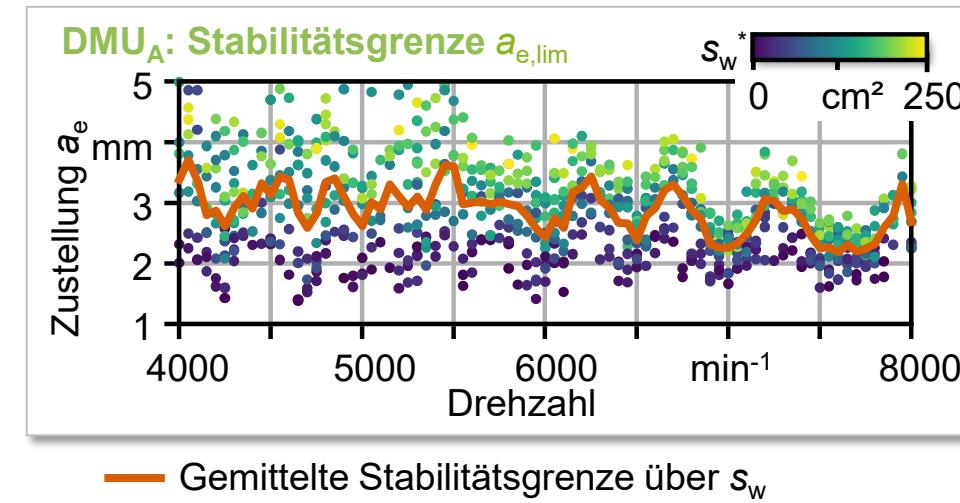
Wie kann eine breite Exploration des Datenraumes erzielt werden, ohne einen zu hohen Ressourceneinsatz (u.a. Werkstoff, Werkzeug, Maschine, Energie, Personal) zu bedingen?



Referenzmaschine – DMU 50



* Schneidenzustand s_w : proportional zum akkumulierten zerspannten Materialvolumen pro eingegriffener Schneidenlänge



Prozessparameter

- Werkzeug: $d = 12$ mm, 4 Schneiden
- Material: AISI 4140, wärmebehandelt
- Drehzahl: $n = 4.000 – 8.000 \text{ min}^{-1}$
- Zustellung: $a_p = 4,6$ mm, a_e : 0 bis $a_{e,\max}$
- Zahnvorschub: $f_z = 0,08$ mm

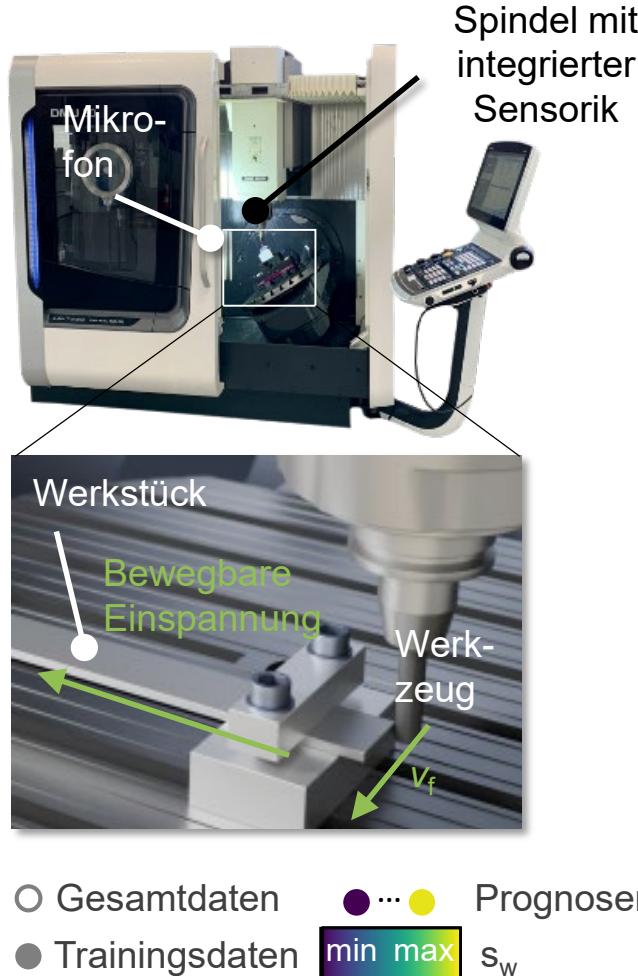
Maschinen: DMG

- DMU_A: DMU 50
- DMU_B: DMU 50 evolution

Grundidee

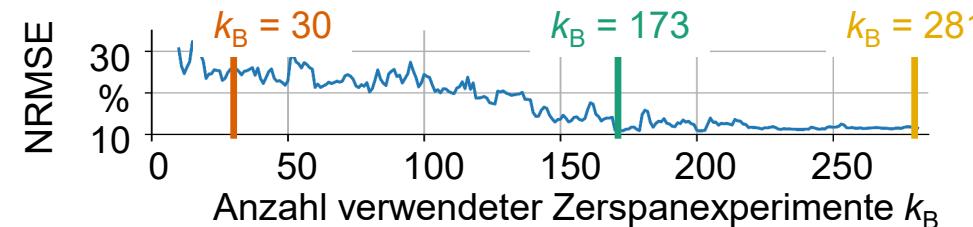


Referenzmaschine – DMU 50

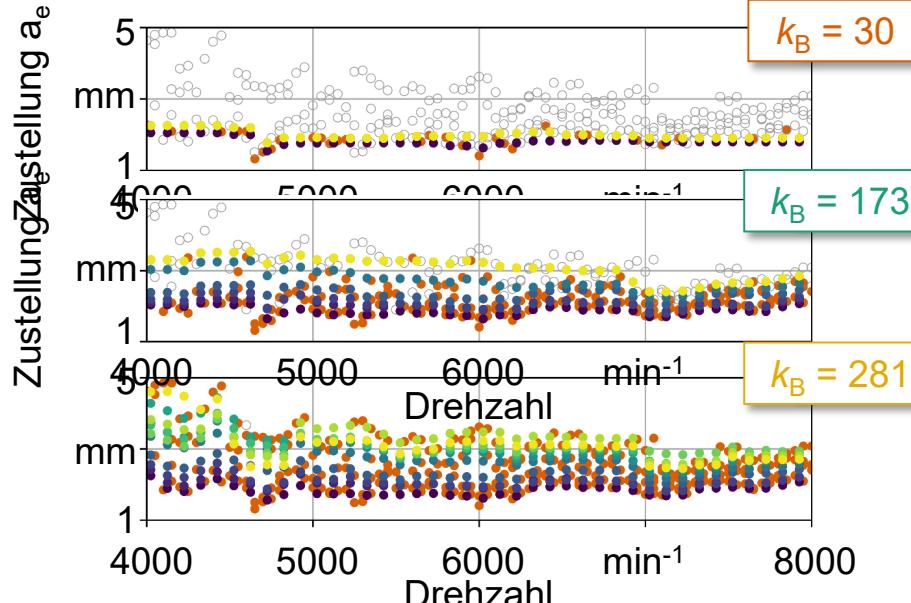


Stabilitätsbetrachtung

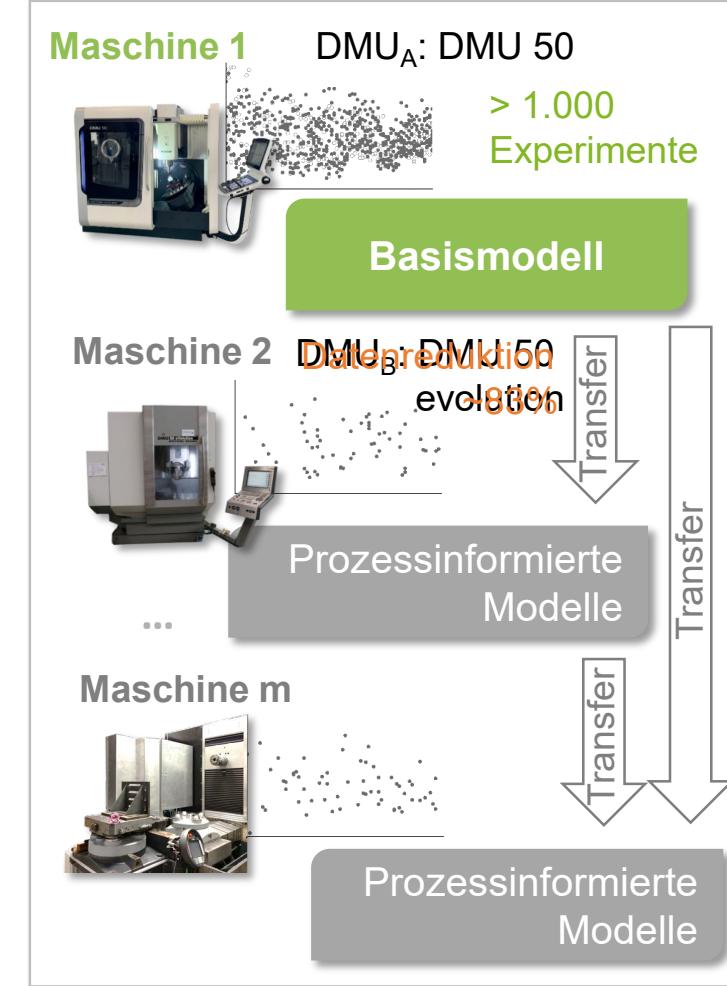
Analyse des Fehlerwertes



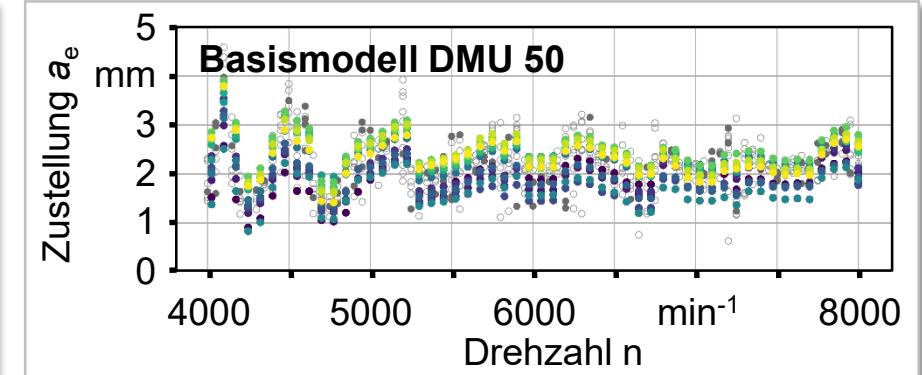
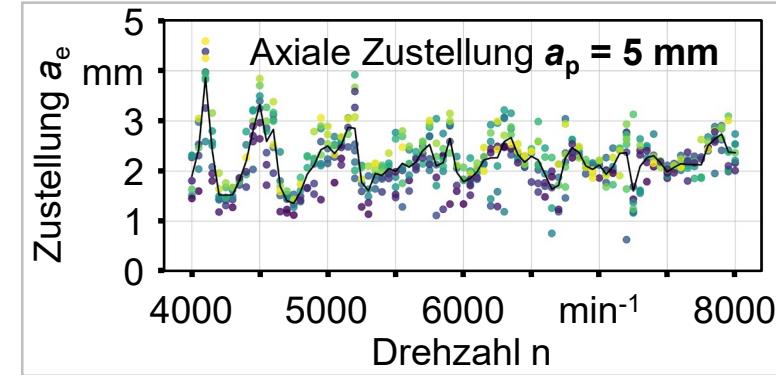
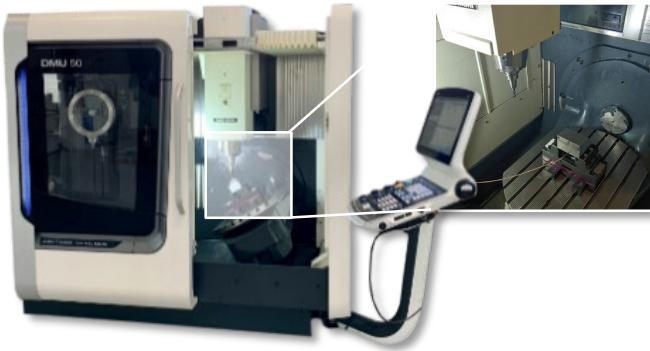
Modellierte Stabilitätsgrenzen



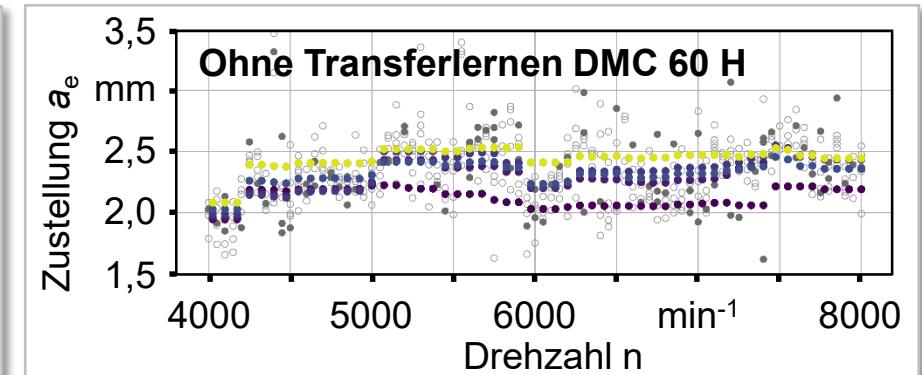
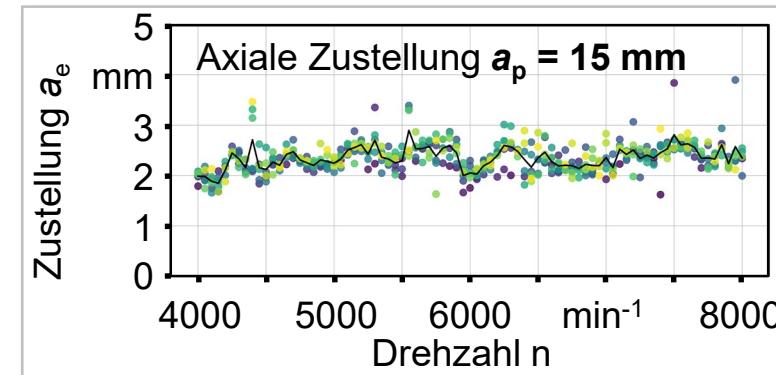
Grundidee



DMG Mori, Typ DMU 50 (VM) – 5-Achs-Bearbeitungszentrum, Kreuzschlittenbauweise, Baujahr: 2017



Deckel Maho, Typ DMC 60 H (wbk) – Horizontalfräszentrum, Baujahr: 1997



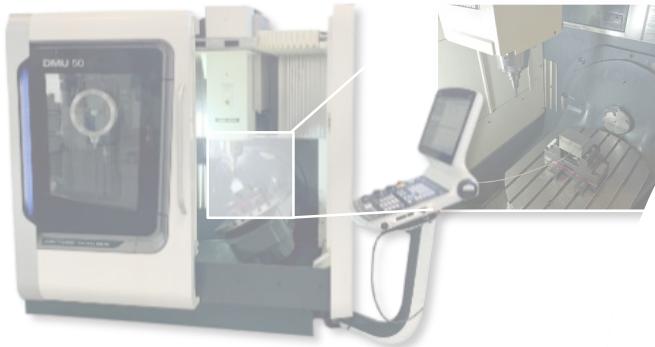
Legende: ● ... ● Stabilitätsgrenzen

min max

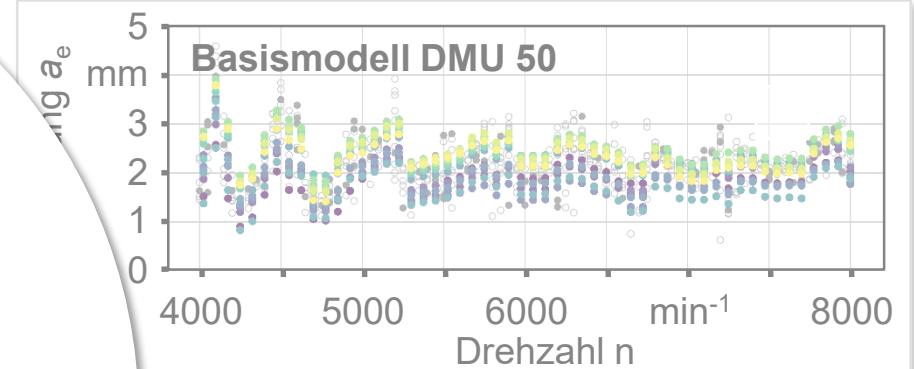
Normiertes zerspantes Volumen

— Gemittelte Stabilitätsgrenze

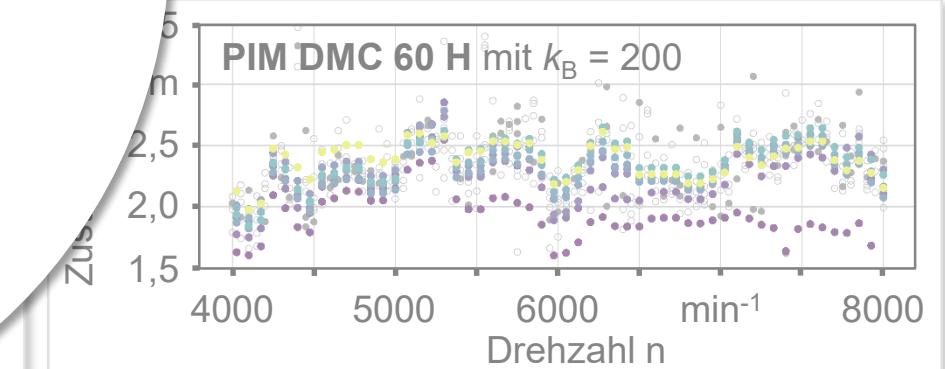
DMG Mori, Typ DMU 50 (VM) – 5-Achs-Bearbeitungszentrum



schlittenbauweise, Baujahr: 2017



Deckel Maho, Typ DMC 60 H



Legende: ● ... ● Stabilitätsgrenzen

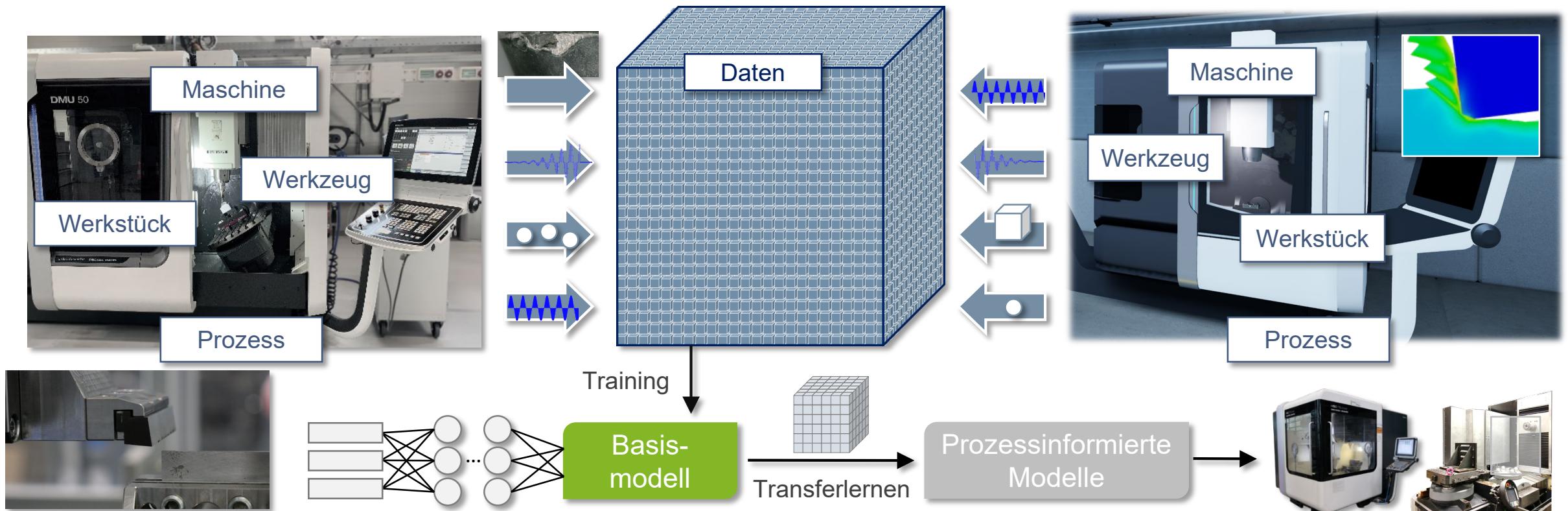
min max

Normiertes zerspantes Volumen

— Gemittelte Stabilitätsgrenze

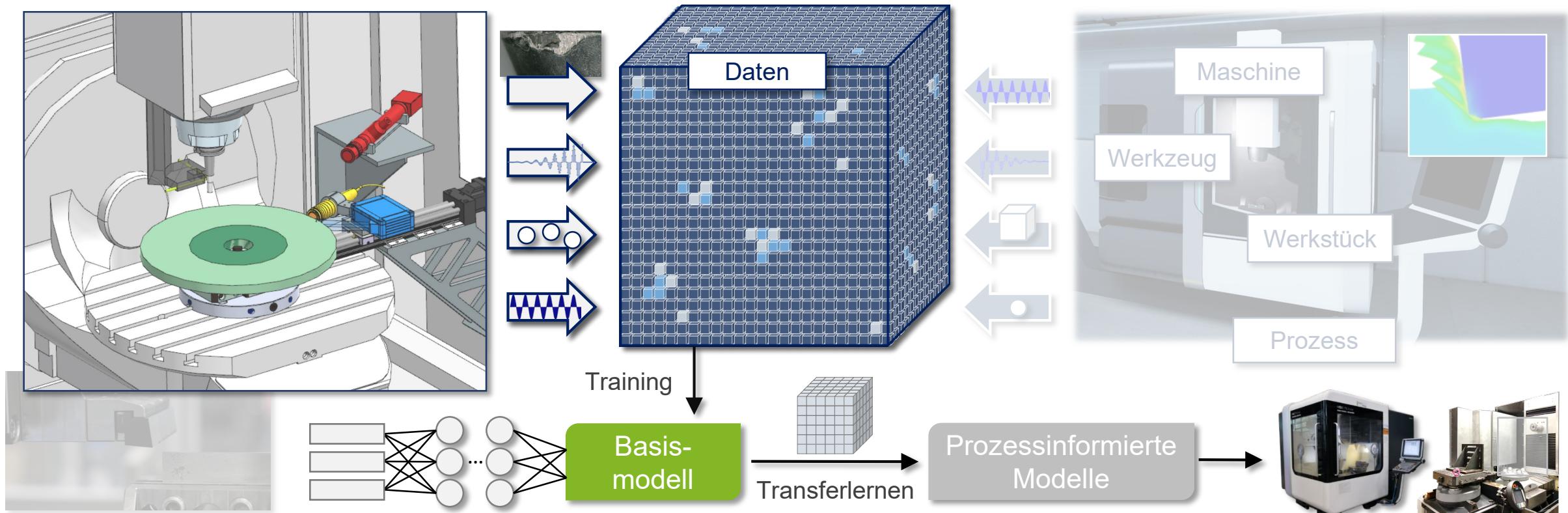
Ressourceneffiziente Entwicklung des Basismodells

- Heterogene Datenquellen
- Daten, Wissen, Kontext
- Optimiertes Feature Engineering
- Optimierte Anzahl an Experimenten
- Semiautomatisierung
- Reduziertes Messkonzept



Ressourceneffiziente Entwicklung von Basismodellen – HighVQData¹-Konzept

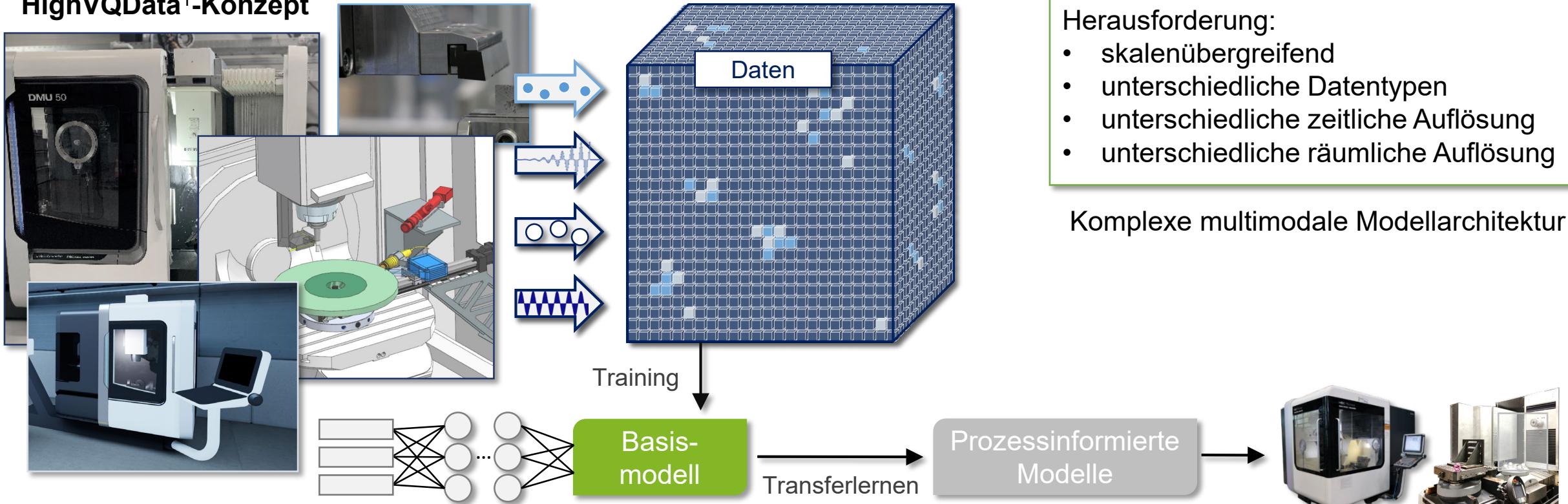
- Heterogene Datenquellen
- Daten, Wissen, Kontext
- Optimiertes Feature Engineering
- Optimierte Anzahl an Experimenten
- Semiautomatisierung
- Reduziertes Messkonzept



Ressourceneffiziente Entwicklung von Basismodellen

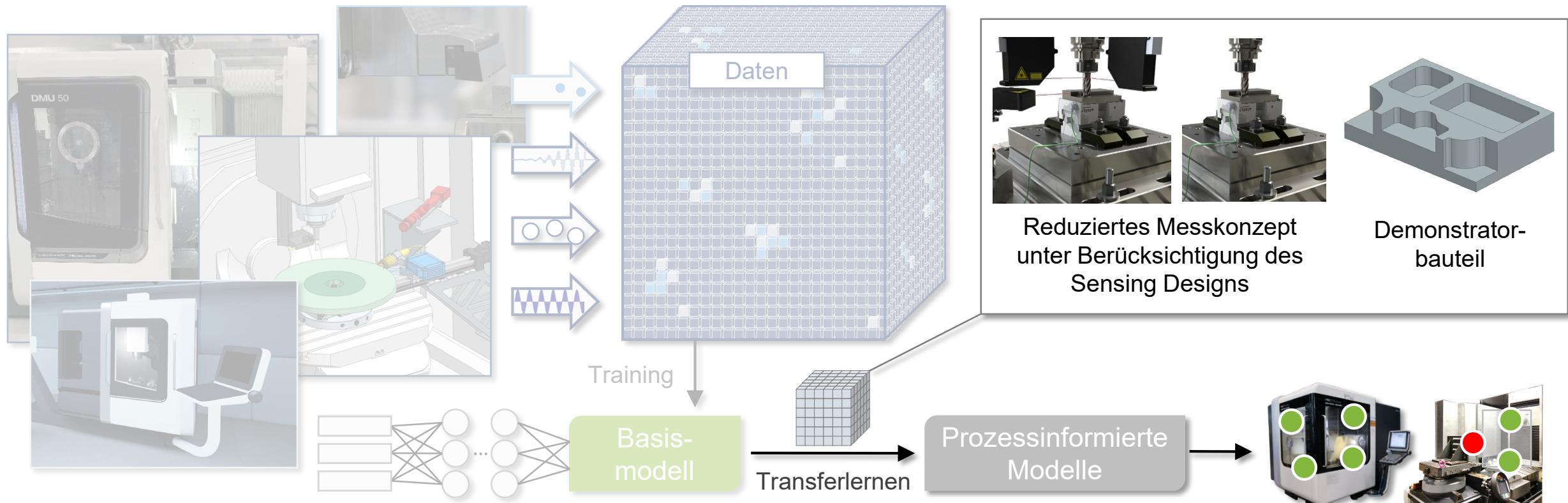
- Heterogene Datenquellen
- Daten, Wissen, Kontext
- Optimiertes Feature Engineering
- Optimierte Anzahl an Experimenten
- Semiautomatisierung
- Reduziertes Messkonzept

HighVQData¹-Konzept



Forschungshypothese: Durch die zielgerichtete Kombination aus Daten, Wissen und Kontext auf Basis der Integration von grundlegenden Experimenten und komplexer NC-Bearbeitung sowie durch Anreicherung von Messdaten mit Simulationsergebnissen ist die Entwicklung prozessinformierter Modelle zur effizienten Auslegung von Zerspanprozessen möglich.

Aufwandsarmer Transfer auf prozessinformierte Modelle







Phase I:

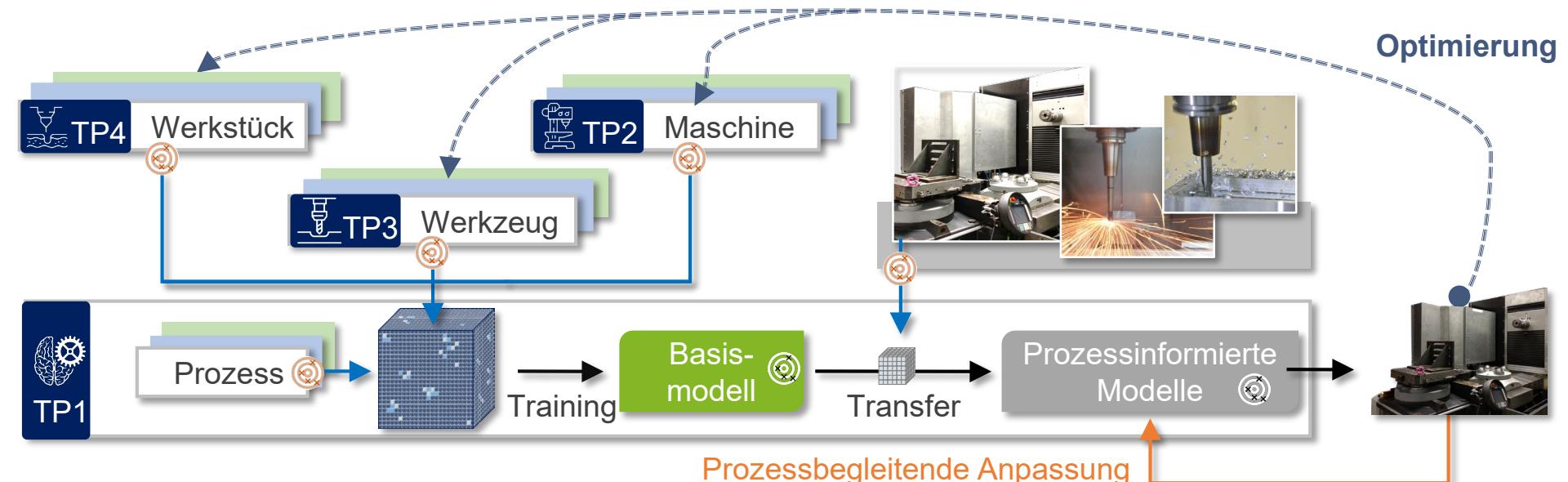
- Erforschung der grundlegenden Methodik prozessinformierter Modelle
- Demonstratorprozess: NC-Fräsen (DMU 50)
 - Fokus: Prozessdynamik
 - Vergütungsstahl 42CrMo4
- Übertragbarkeit: Bearbeitungszentrum DMC 60 H

Phase II:

- Detaillierter Rückfluss der Informationen aus dem Prozess in die Modelle
- Prozessbegleitende Adaption der Modelle zur aufwandsarmen Berücksichtigung zeitvarianter dynamischer Eigenschaften
- Generalisierbarkeit der PIM und Steigerung der Robustheit gegenüber Störgrößen

Legende:

- Daten
- Wissen
- Simulationen
- Kontext
- ⌚ Datenvielfalt, Mess- und Modellunsicherheit



Wissenschaftliches Umfeld der FOR



FOR 5888

Experimentelle Versuchsfelder



Karlsruher Forschungsfabrik



Domänenübergreifende Forschung
für die KI-integrierte Produktion



**LEUPHANER
FORSCHUNGSZENTRUM
DIGITALE
TRANSFORMATION**



Gründungsnetzwerk
Region Lüneburg



Technologie
Zentrum
Dortmund

UA RUHR RESEARCH CENTER
TRUSTWORTHY DATA SCIENCE
AND SECURITY

DoDaS TU Dortmund Center for
Data Science and Simulation

KIT | NHR
National High-Performance Computing Center

**KIT GRÜNDER
SCHMIEDE**



**FEMALE FOUNDERS
@CET**

exist

Existenzgründungen
aus der Wissenschaft



Einbettung in bestehende Strukturen der drei Standorte



An allen Standorten

- Zentrale Einrichtungen zur Förderung von ECRs
- Diversity Mainstreaming
- Familienfreundlichkeit
- ...



Graduiertenzentrum
TU Dortmund



Leuphana Graduate School

Ausgewählte FOR 5888-spezifische Maßnahmen

Förderung von Chancengleichheit

- Sensibilisierung (Unconscious Bias | Machtmissbrauch)
- Konzept der *Helping Hands*
- Beteiligung am NextGen-Forschungspreis und YIGPrepPro

Förderung von Early Career Researchers

- Anschubförderung
- Einrichtung dynamisch kollaborierender AGs

Projektspezifische Workshops

- Einladung (inter)nationaler Forschender und Expert*innen aus der Industrie

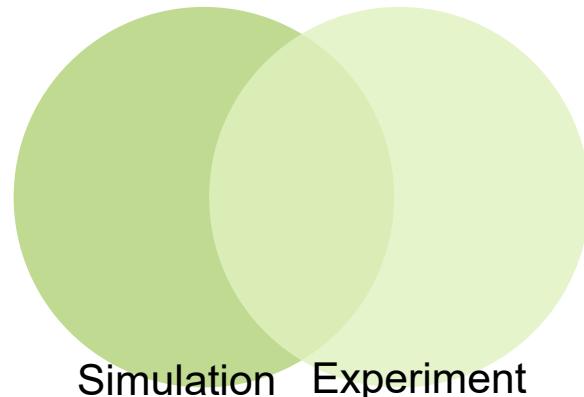
Mercator-Fellow

- Prof. Kaan Erkorkmaz, University of Waterloo, Kanada

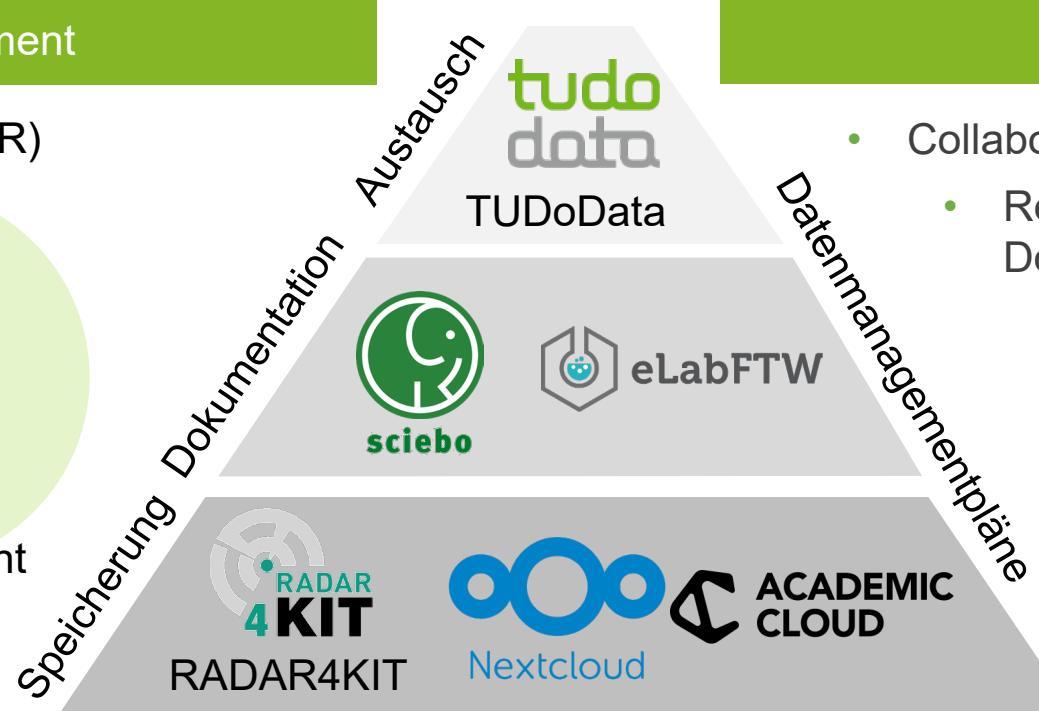


Forschungsdatenmanagement

Nachnutzbare Daten (FAIR)



Simulation Experiment



Initiierung: CIRP Round-Robin-Test (STC C/M)

- Messkampagne zur Analyse der Herausforderungen beim Transferlernen

Austausch und Zusammenarbeit

- Collaboratories (HighVQData, PIM)
- Regelmäßiger virtueller Kaffee der Doktorand*innen
- Interdisziplinäre Workshops und regelmäßige Abstimmung zu Daten- und Modellkonzepten/-kompetenzen
- Regelmäßige und bedarfsoorientierte Treffen via Zoom und vor Ort

Koordinationsstelle

- ½ Koordinationsstelle (E13) durch Fakultät für Informatik (TU Dortmund)



D. Biermann
J. Saelzer
V. Schulze S. Dietrich



TP4 Werkstoff



TP3 Werkzeug



TP2 Maschine



TP1



Prozess



Basis- und prozessinformierte Modelle



Datenqualität und -unsicherheit

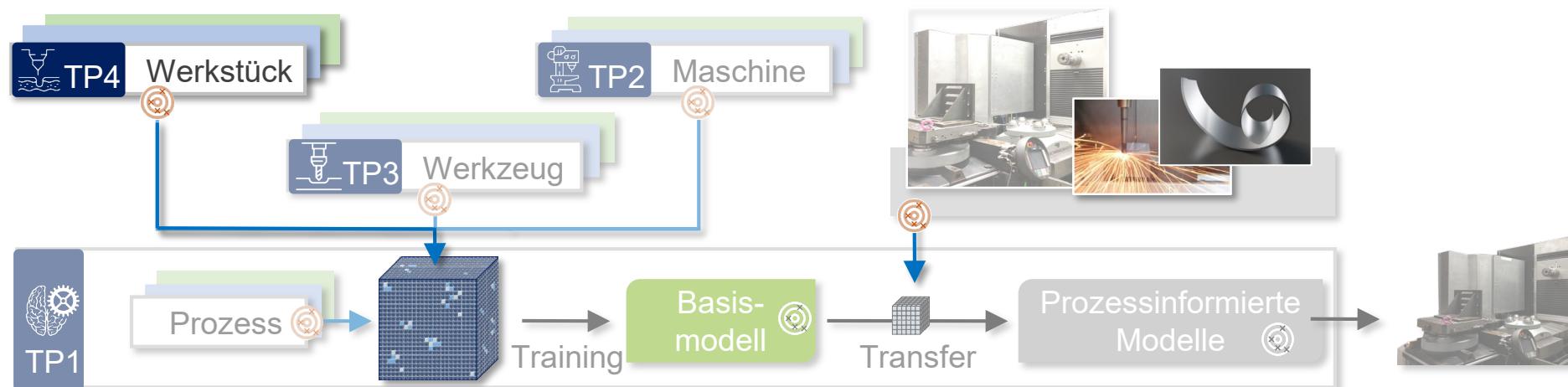
G. Lanza

Agenda

- Vorstellung des Rahmenantrag, Diskussion
- Vorträge TP 4 – TP 3, Diskussion
- Vorträge TP 2 – TP1, Diskussion
- Posterpräsentation und Mittagessen

TP4: Material von Werkstück und Werkzeug

Volker Schulze, Stefan Dietrich



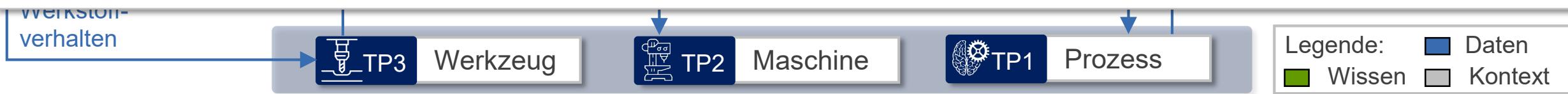


Forschungshypothese und -motivation

Ersatzmodelle aus kombinierter Werkstoffcharakterisierung, -modellierung und datengetriebener Simulation erfassen den Randschichtzustand in der Zerspanung präzise und machen Unsicherheiten quantifizierbar.

Forschungsfragen

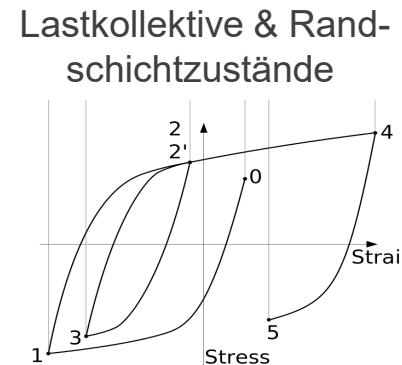
- Wie lassen sich **werkstoffseitige Zustandsgrößen** in effiziente **Basismodelle** integrieren?
- Wie nutzt man die **Kopplung von FE-Simulation, Werkstoffmodellierung und In-situ-Daten** um Randschichtzustände vorherzusagen?
- Wie lassen sich **Unsicherheiten in Material- und Prozessdaten** quantifizieren?



Zentraler Beitrag zum Konzept der prozessinformierten Modelle:

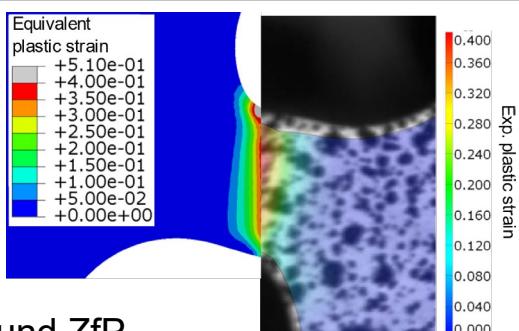
- Kombination von thermo-mechanischer Werkstoffcharakterisierung und -modellierung mit Zerspanungssimulation
- Aufbau effizienter, datengetriebener Basismodelle des Randschichtzustands für Werkstück und Werkzeug
- Aufwandarme Verknüpfung von on-machine Sensordaten mit Werkstoffdaten via ML für das HighVQ-Konzept im PIM

Thermo-mechanische Werkstoffmodelle



Experimentelle Werkstoffdaten

- Metallographie
- Elektronen- mikroskopie
- Mech. Prüfung und ZfP
- Thermo-physikalische Analyse



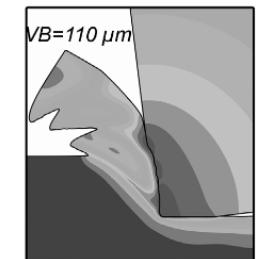
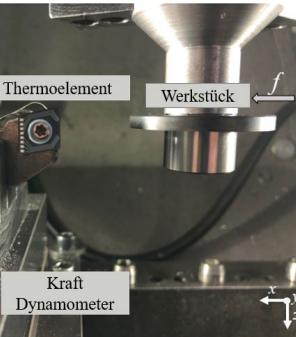
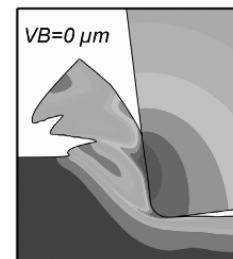
Cheng et al., Procedia CIRP 2019

ML-Modelle für Spanbildung

Experimentelle Daten

Transfer

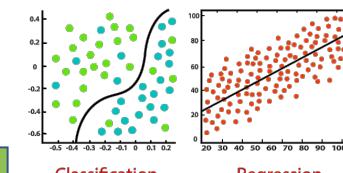
Numerische Modellierung



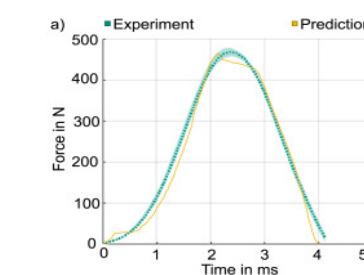
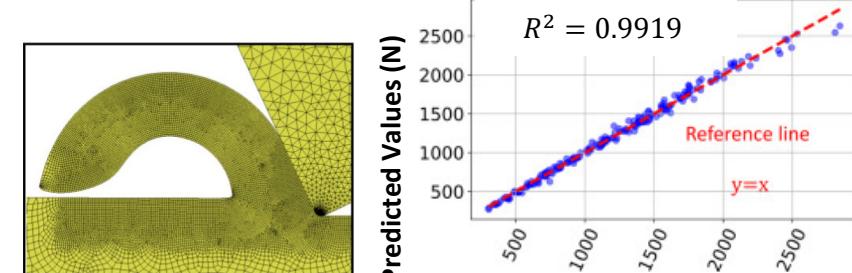
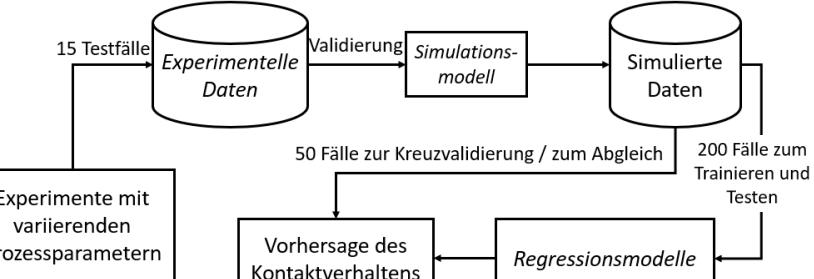
Zanger et al., Advanced Materials Research 2011

Transfer

ML-Modell



Multivariate Regression



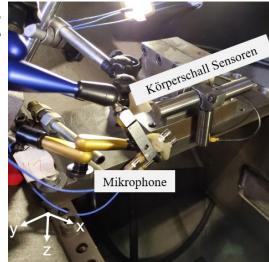
Sauer et al., Sim. Mod. Pract. & Theory 2025



Werkstoffeigenschaften – AP1

Ermittlung der Lastkollektive in der Zerspanung wbk

- Zerspanungsversuche mit systematischer Variation von v_c , h , γ
- Messung von Kräften, Temperaturen und Körperschall



Aufwandsarme Messmethoden für den Randschichtzustand IAM-WK

- Erfassung von Wirbelstrom- und Barkhausenrauschensignalen
- Korrelation mit zerstörenden Analysen (LM, XRD, REM) und Datenbereitstellung



Diaz et al., Production Engineering 2024

Kooperation: TP2 TP3

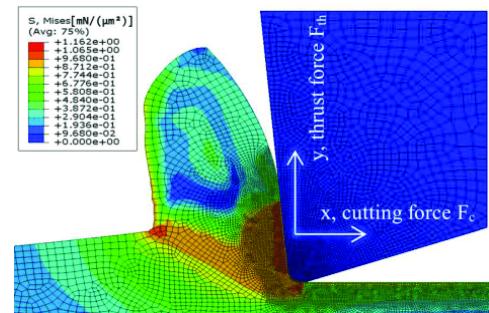
Materialmodelle – AP2

Entwicklung Werkstoffmodelle IAM-WK

- Aufbau/Parametrisierung der Werkstoffmodelle: 42CrMo4 und WCCo
- Untersuchung der Werkstoffdämpfung
- Aufbau generalisierter Schnittstellen zum Datenaustausch mit TP2/3 und mit dem HighVQData-Konzept (TP1)

FE-Modellierung inkl. Werkstoffmodell wbk

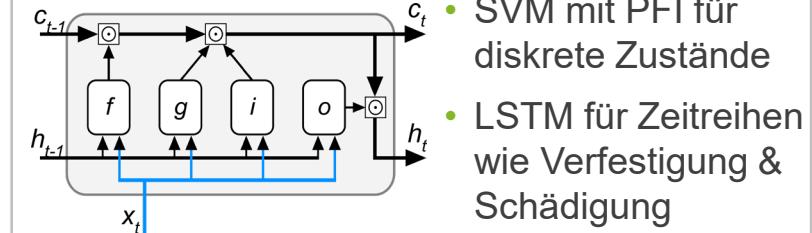
- FE-Spanbildungssimulation zur Datenaugmentation lokaler Größen
- Temperaturen
- Kräfte
- Gleitgeschwindigkeiten
- Unsicherheiten



Kooperation: TP1 TP2 TP3

ML-Basismodelle – AP3

Entwicklung ML-Basismodelle IAM-WK



- SVM mit PFI für diskrete Zustände
- LSTM für Zeitreihen wie Verfestigung & Schädigung

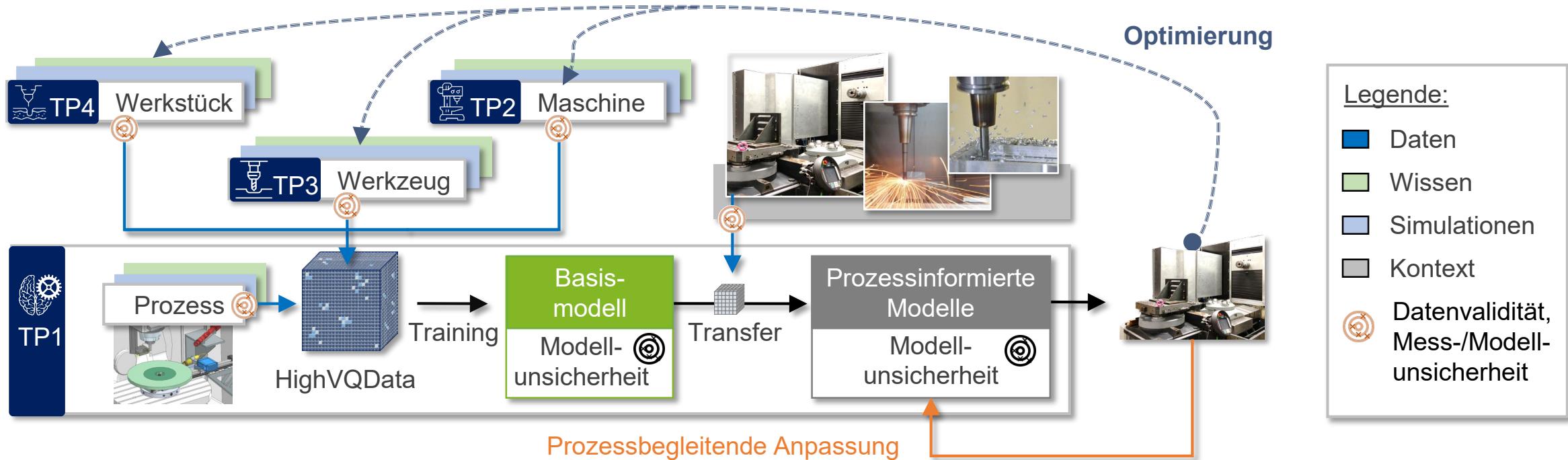
Validierung unter realitätsnahen Fräsbedingungen wbk

- Exp. Überprüfung inter- und extrapoliertener Daten des ML-Modells
- Zusammenführung von ZfP-Sensorik mit Experiment und Simulation

Berücksichtigung Randschichtzustand und Unsicherheiten wbk IAM-WK

- Werkstoffspezifische Interpretation der HighVQData → Randschichtzustand
- Propagation der Unsicherheiten

Kooperation: TP1

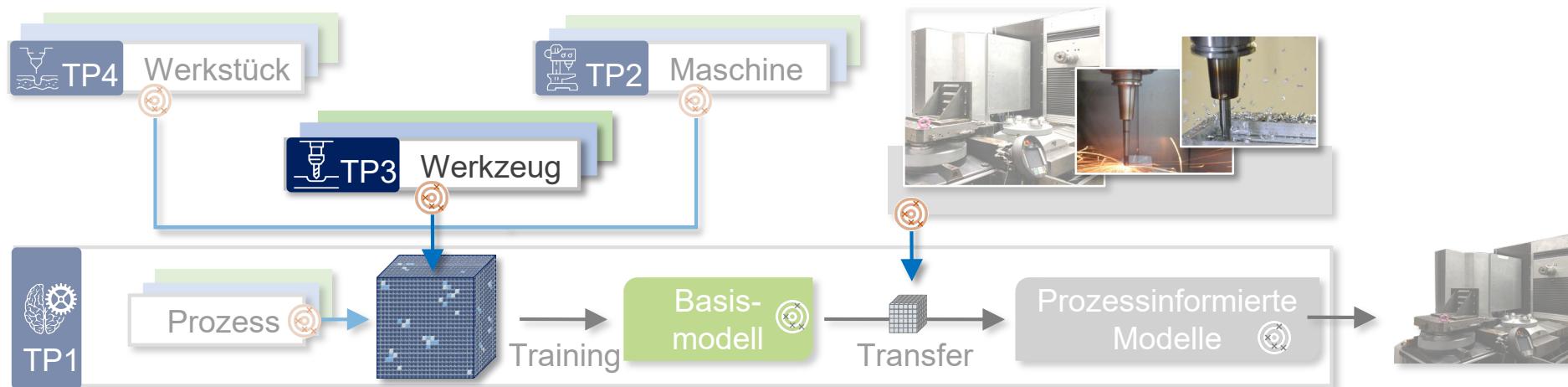


Phase II:

- Generalisieren der Modelle auf weitere Werkstoffe von Werkstück und Werkzeug sowie Chargenschwankungen (Kooperation mit TP1 und TP3)
- Erweitern der Werkstoffmodelle um beschichtete Werkzeuge (Kooperation mit TP3)
- Integrieren von Sensorik zur Bereitstellung randschicht-adaptiver Modellparameter (Kooperation mit TP1 und TP3)

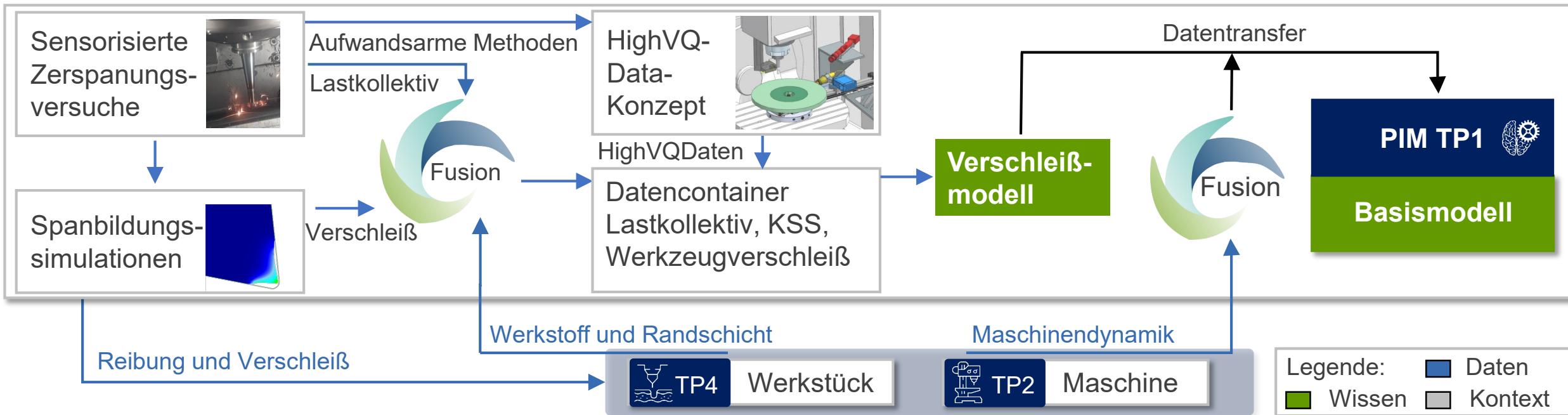
TP3: Experimentelle Analyse von Werkzeugzuständen unter Berücksichtigung des Kühlschmierstoffeinflusses

Dirk Biermann, Jannis Saelzer



Aktuelle Einschränkungen in Bezug auf die Modellierung des Verhaltens von Zerspanungswerkzeugen:

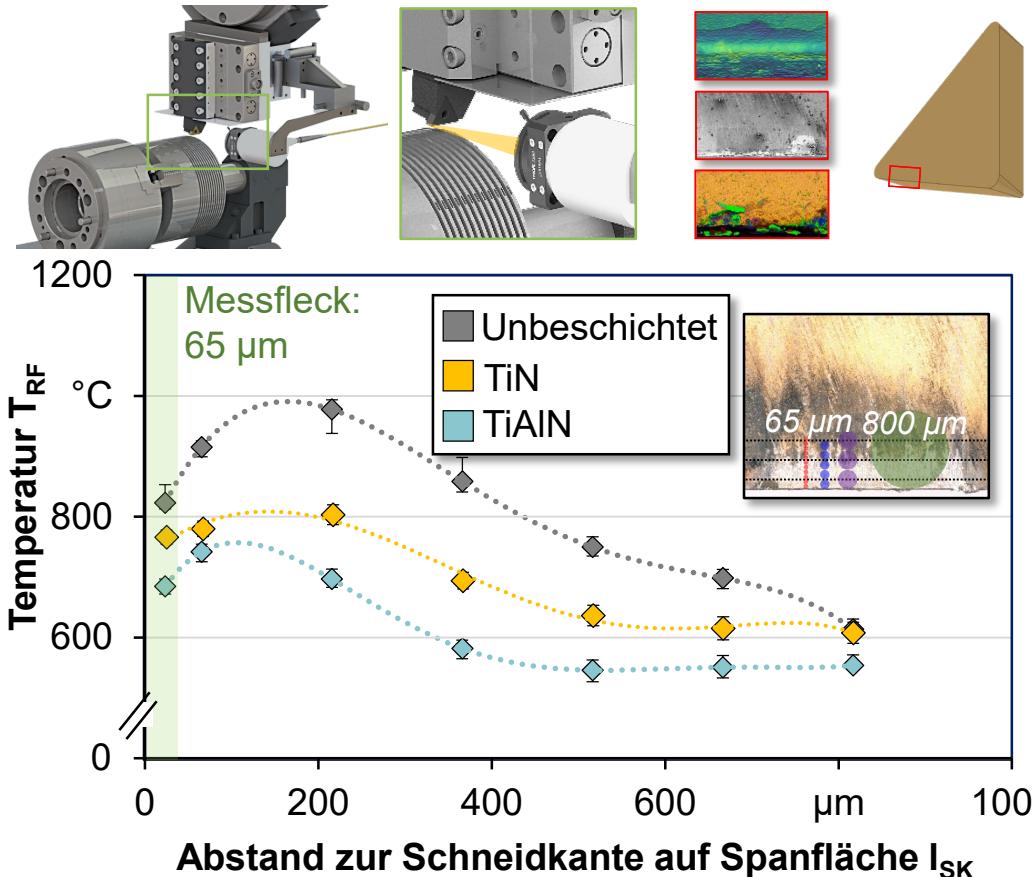
- Hochkomplexe und aufwändige Methoden zur Temperaturmessung und Verschleißcharakterisierung
- Zwar hochauflöste, aber wenig robuste Modelle zur Vorhersage des Werkzeugverschleißzustands



Zentraler Beitrag zum Konzept der prozessinformierten Modelle:

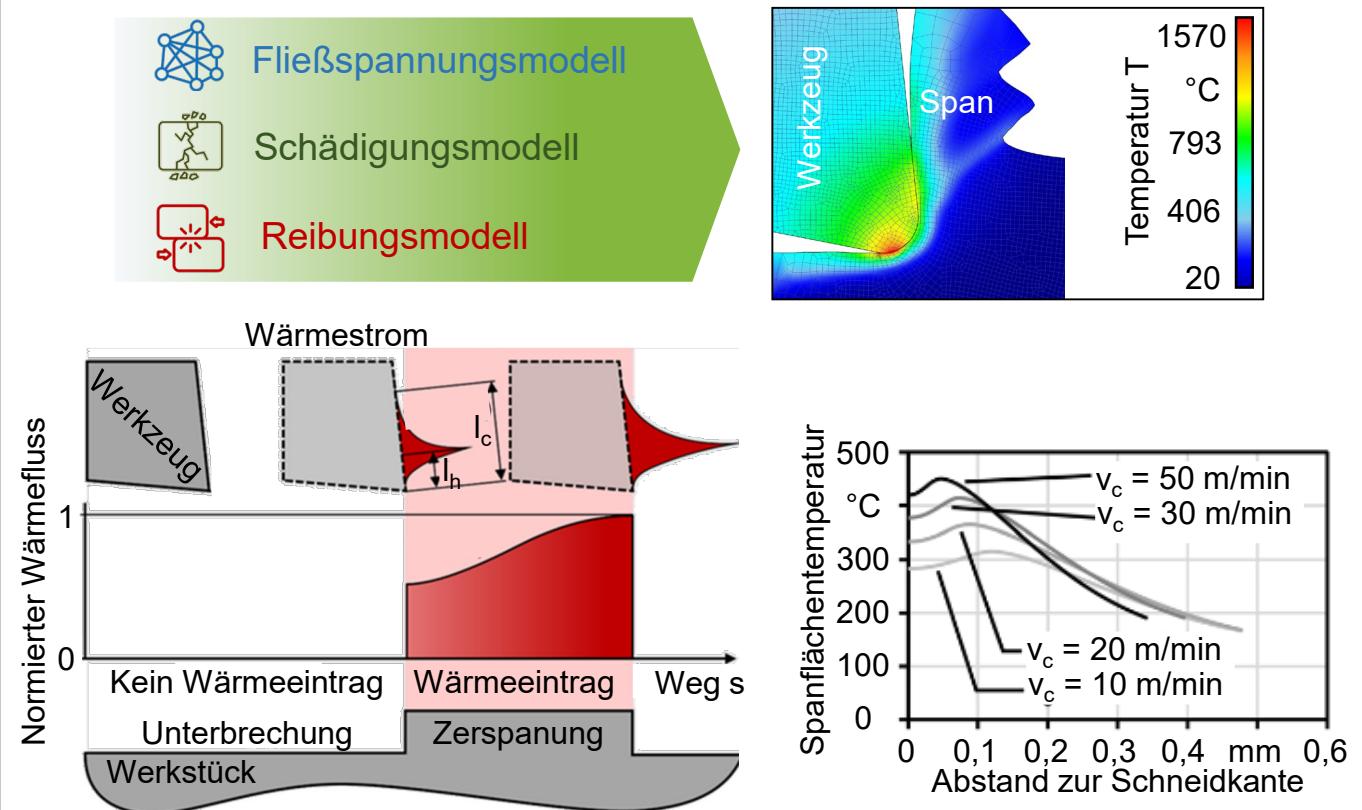
- Entwicklung aufwandsarmer Charakterisierungsmethoden für Werkzeugtemperaturen und Werkzeugverschleiß
- Parametrierung und experimentelle Validierung hochauflöster sowie rechenzeiteffizienter Verschleißmodelle

Hochauflöste Temperatur- und Verschleißmessungen



Saelzer et al., CIRP Annals 2020; Volke et al., Wear 2025

Numerische und analytische Spanbildungssimulationen

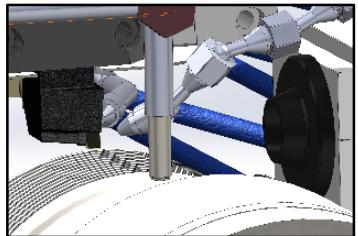


Volke et al., Wear 2025; Krumme et al., Procedia CIRP 2025; Saelzer et al. Journal of Materials Processing Technology; Alammari et al., materials 2024



Analogieversuch – AP1

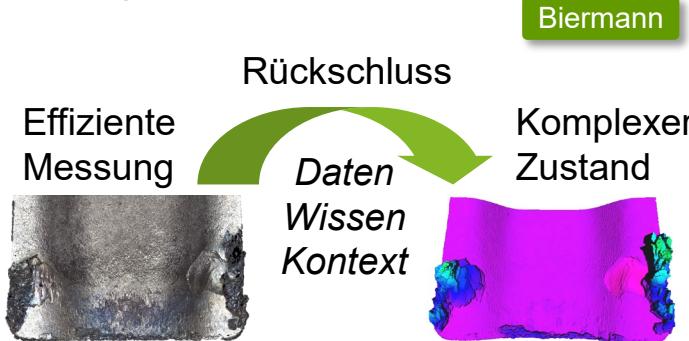
Aufwandsarme Messung der thermomechanischen Werkzeugbelastungen



Saelzer

- Messung unter KSS
- Rückschluss durch *Wissen und Kontext* aus grober Auflösung

Effiziente Charakterisierung des Werkzeugverschleißzustands

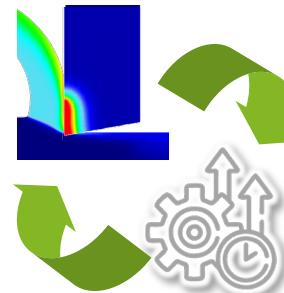


Kooperation: **TP2** **TP4**

Temperatur- und Verschleißsimulation – AP2

Modellentwicklung Orthogonalschnitt

Saelzer



- Hochaufgelöste numerische Simulationen als Referenzmodell
- Entwicklung und komplementäre Kombination rechenzeiteffizienter Alternativen

Transfer Fräsbearbeitung

Biermann

- Übertragung der entwickelten Simulationsmethoden auf *Verschleißmodell für das Fräsen*
- Unterbrochener Schnitt



Kooperation: **TP1** **TP4**

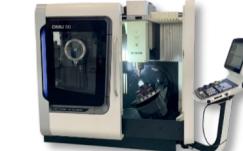
Analyse komplexer Fräsprozess – AP3

Saelzer

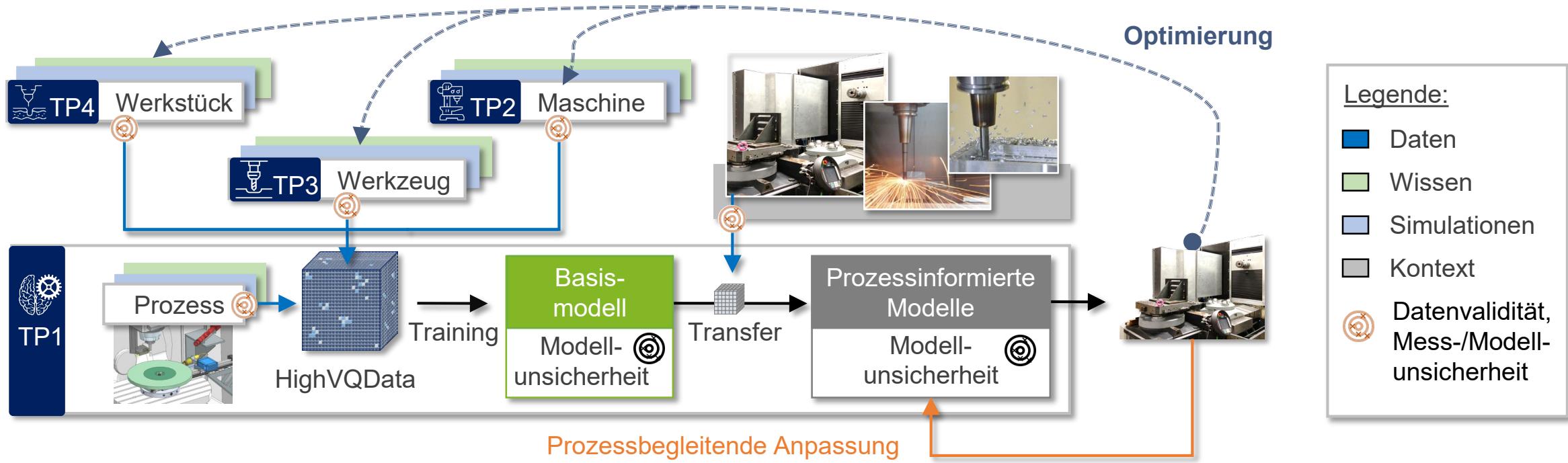
Biermann

- Aufwandsarme operando/in-situ Erfassung von Temperatur und Verschleiß im unterbrochenen Schnitt beim Fräsen
- Softsensor-Entwicklung und Implementierung in HighVQData-Konzept
- Ableitung der Daten für das Basismodell und die *prozessinformierten Modelle* in Bezug auf den Verschleißzustand des Werkzeugs und Validierung der Übertragbarkeit

DMU 50



Kooperation: **TP1**



Phase II:

- Analyse und Integration der Beeinflussung zwischen Dynamik und Werkzeugverschleiß in PIM (Kooperation TP1 und TP2)
- Berücksichtigung von Chargenschwankungen an Werkstoff und Werkzeug (Kooperation TP4)



D. Biermann
J. Saelzer
V. Schulze S. Dietrich



Mercator Fellow
Kaan Erkorkmaz

P. Wiederkehr



Prozess



Basis- und prozessinformierte Modelle



Datenqualität und -unsicherheit

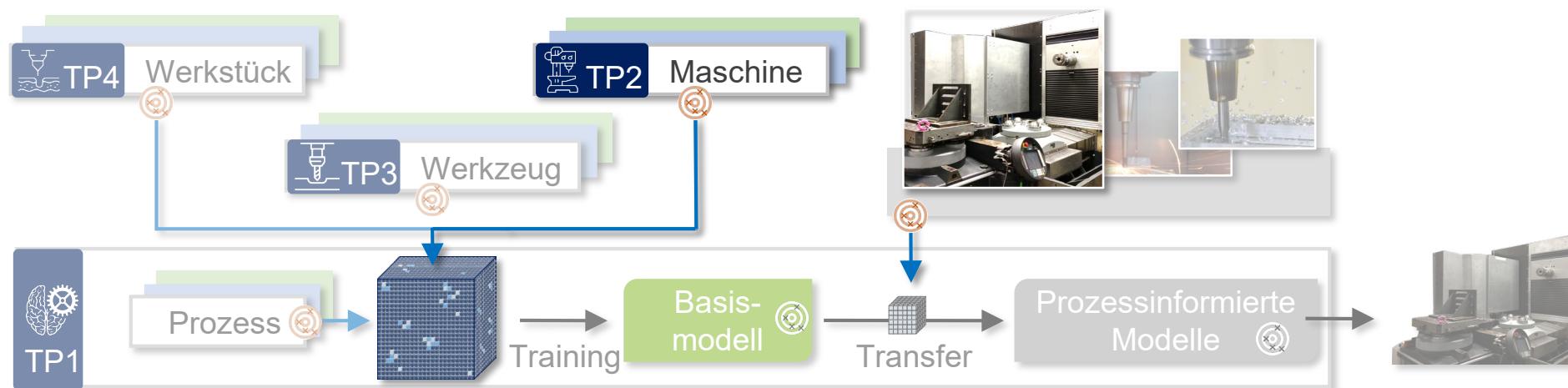
G. Lanza

Agenda

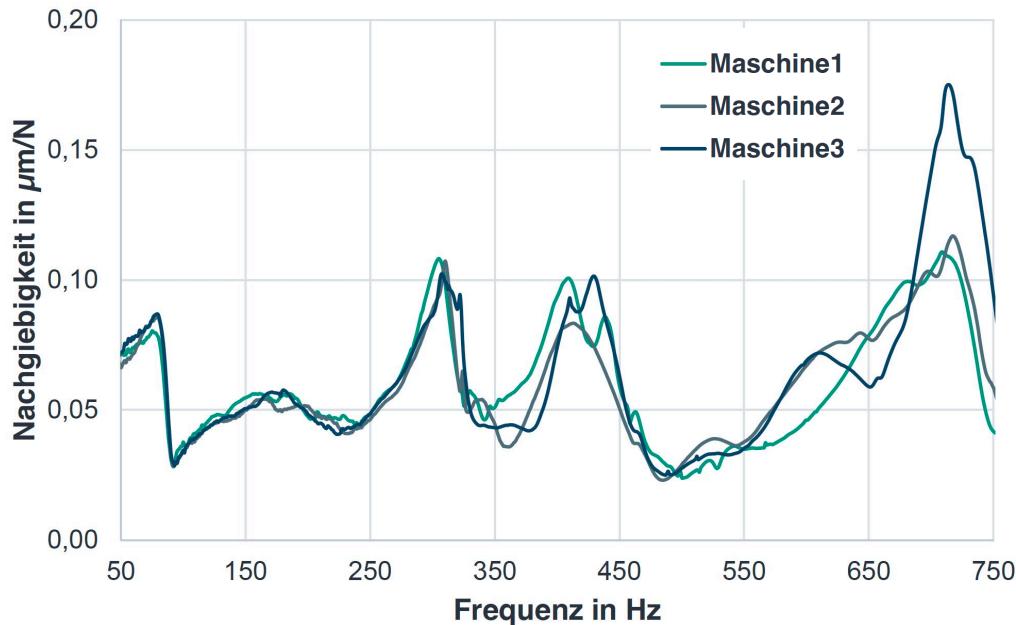
- Vorstellung des Rahmenantrag, Diskussion
- Vorträge TP 4 – TP 3, Diskussion
- Vorträge TP 2 – TP1, Diskussion
- Posterpräsentation und Mittagessen

TP2: Identifikation des nichtlinearen individuellen maschinendynamischen Verhaltens von Fräsmaschinen

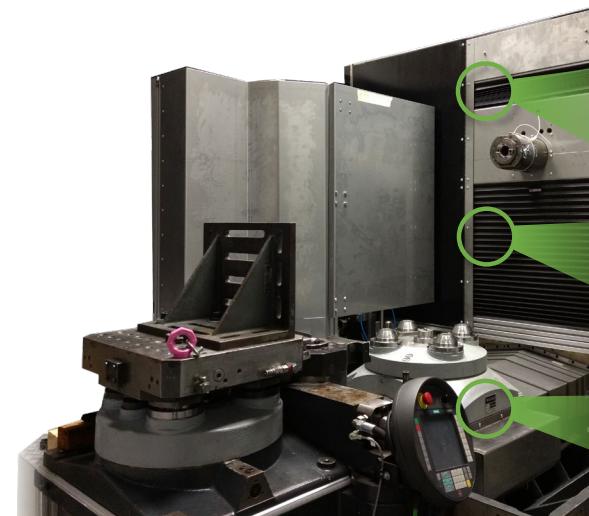
Jürgen Fleischer



Jede Maschine weist ein individuelles maschinendynamisches Verhalten auf.



Dieses Verhalten enthält von der Amplitude der Kraftanregung abhängige nichtlineare Effekte, die maschinenindividuell identifiziert werden müssen.



Mechanische Verbindungen

- Nichtlineare Reibung
- Nichtlineare Steifigkeiten

Führungen

- Nichtlineare Reibung
- Nichtlineare Steifigkeiten

Aktuatoren/Getriebe

- Drehmoment-Welligkeiten
- Mechanisches Spiel

Zentraler Beitrag zum Konzept der prozessinformierten Modelle:

- **Maschinenindividuelle Identifikation des maschinendynamischen Verhaltens** von Fräsmaschinen unter besonderer Berücksichtigung **amplitudenabhängiger nichtlinearer Effekte im Bezug zur Kraftanregung**
- **Bereitstellung der Modelle** als maschinenindividuelle Bausteine für prozessinformierte Modelle (PIM)

Sensorintegration in Bestandsmaschinen

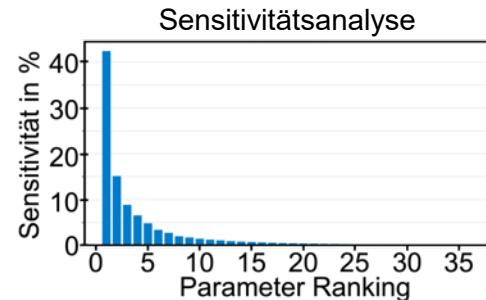
- Arbeitsraumüberwachung mit Stereo-Vision-Kamera
- Externe Sensorik, z. B.
 - Beschleunigungssensoren
 - Körperschallsensoren
 - Prozesskraftdynamometer
 - ...
- **Synchronisation** Messdaten aus heterogenen Datenquellen



Barton et al., Procedia CIRP (2019); Barton et al., wt Online (2020)

Reduktion des Parameterraums von Simulationsmodellen

- Automatisierte Bestimmung relevanter Modellparameter
- **Jacobi-Sensitivitätsanalyse und Random Search** für schnellere und robustere Parametrisierung gegenüber Globaler Sensitivitätsanalyse



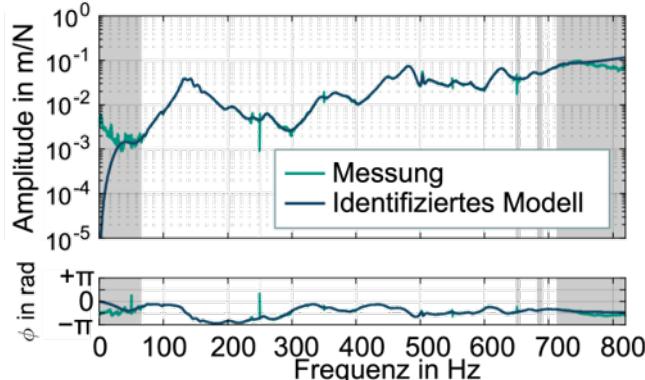
Oexle et al., Procedia CIRP (2024)

Autonome Datenaufnahme und Identifikation des linearen maschinendynamischen Verhaltens

- Automatisierte Durchführung von Impulshammer-Messungen



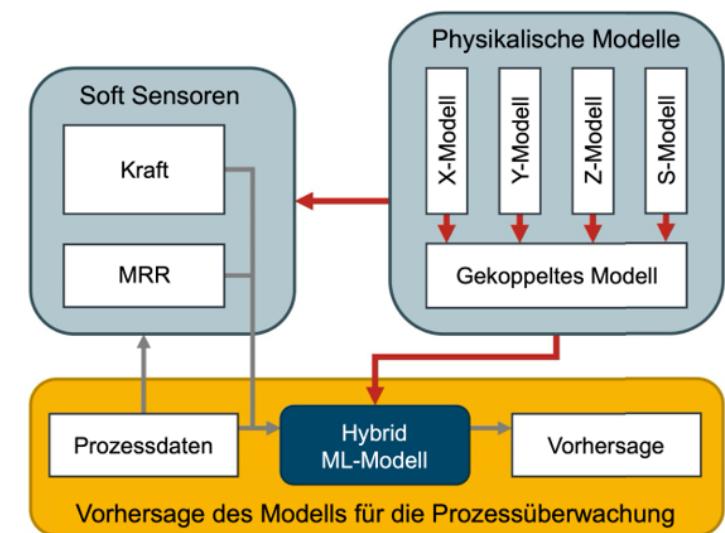
- Automatisierte Identifikation linearer Modelle des maschinendynamischen Verhaltens



Oexle et al., NAMRC53 (2025)

Physics-informed Machine Learning zur Vorhersage idealer Achs- und Spindelströme

- Modellierung des **nichtlinearen Zusammenhangs** zwischen Prozessdaten und zeitlichem Verlauf von Motorströmen
- **Integration von physikalischem Wissen**
 - ... in die Netz-Struktur des ML-Modells
 - ... in die Trainingsdaten



Ströbel et al., IEEE Access (2025)



Identifikationsverfahren – AP1-5

Methodische Eingrenzung geeigneter Verfahren

- Vergleich und Vorauswahl Identifikationsverfahren (z. B. NARX, kSINDYc, ...)
- Gezielte Einbringung von Domänenwissen über Vorgabe der Struktur sowie Versuchsplan

Integration von physikalischem Wissen in die Struktur



Untersuchung der Verfahren

- **Virtuelle Umgebung:** Ablation Studies
 - Messbedingungen
 - Nichtlinearer Systemdynamik
- **Anwendung auf Realdaten**
 - Bestimmung Nichtlinearitätsmaß
 - Anpassung Identifikationsverfahren
 - Bewertung der Modellgüte

Kooperation: **TP1** **TP4**

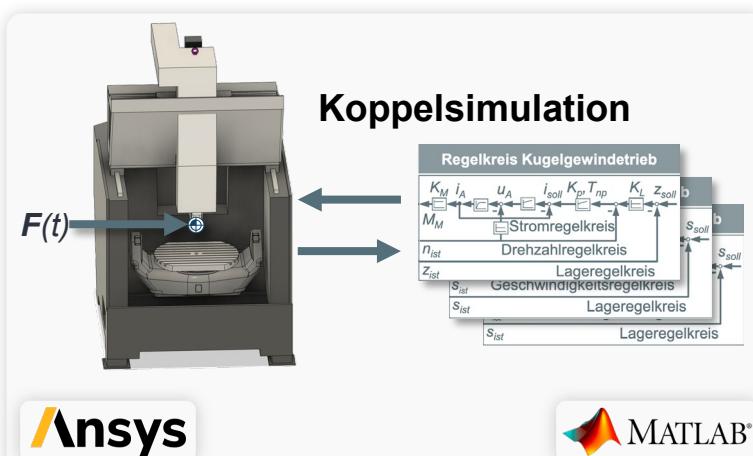
Virtueller Versuchsträger – AP2

Anforderungen

- Komponentennachgiebigkeit
- Relevante dynamische Nichtlinearitäten
- Verhalten kaskadierter Regelkreise

Umsetzung

- Maschinenkomponenten durch lineare FEM
- Nichtlineare dynamische Kopplung durch Mehrkörpersimulation



Kooperation: **TP1**

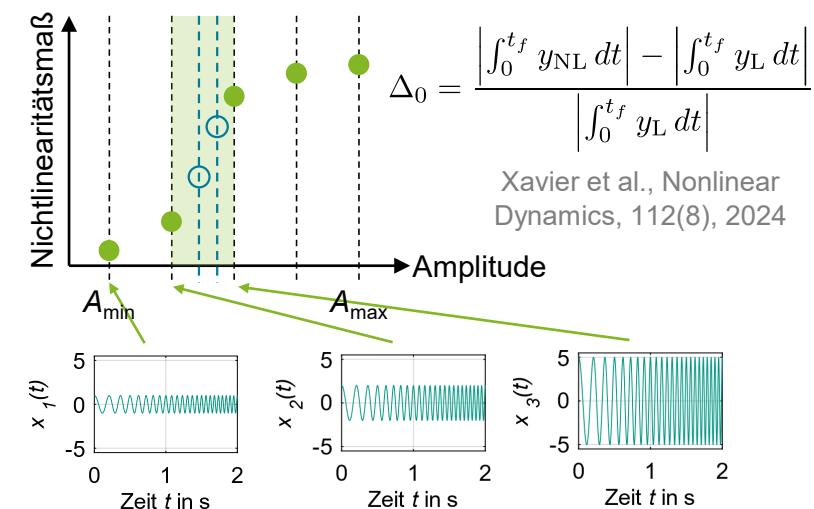
Datenaufnahme an der Maschine – AP2-5

Realisierung des Messaufbaus

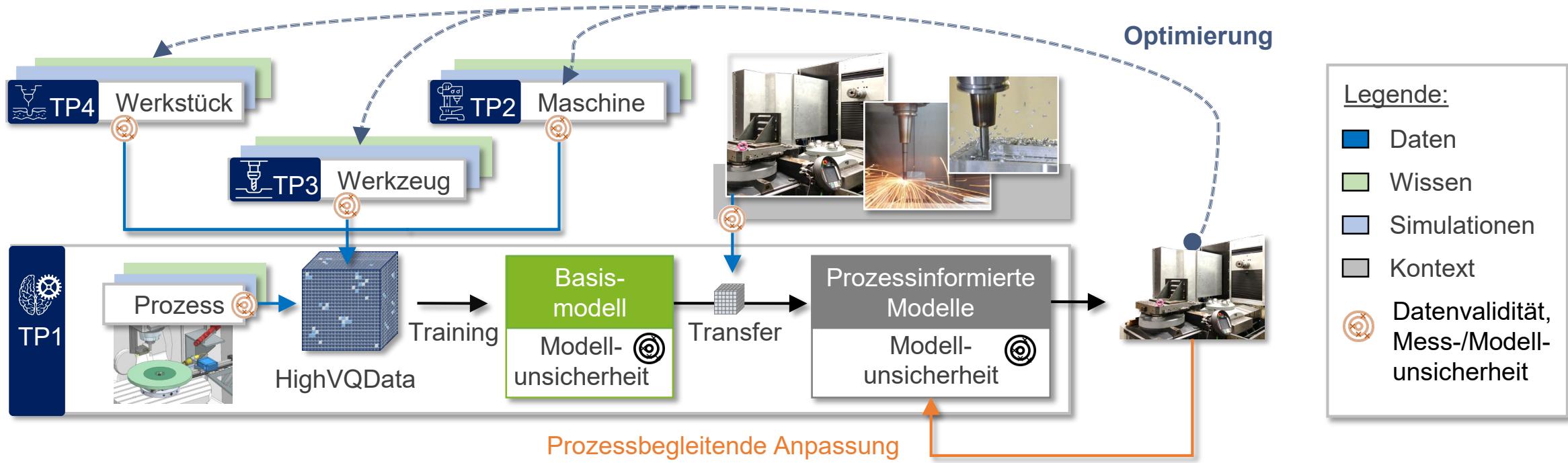
- Achs-individuelle Aufnahme von Motorströmen, Achspositionen, Regelabweichungen
- Externe Sensorik
 - Kraftsensor
 - Schwingungsantwort
- Kraftanregung mittels Relativerreger

HighVQData
Prüfstand

Untersuchung der Kraftanregung



Kooperation: **TP1** **TP3** **TP4**

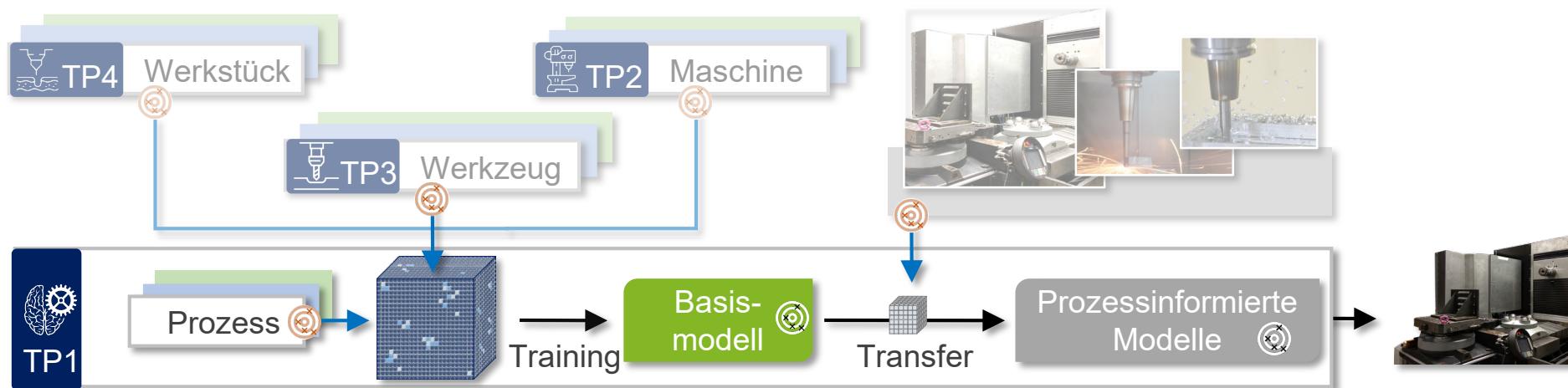


Phase II:

- Entwicklung von Methoden zur Detektion von **Veränderungen im maschinendynamischen Verhalten** auf Basis **prozessbegleitend aufgenommener Daten**
- Erforschung von Methoden zur **kontinuierlichen Aktualisierung** der nichtlinearen Maschinendynamik-Modelle über die Lebensdauer der Maschine hinweg

TP1: Entwicklung prozessinformierter Modelle für die NC-Fräsbearbeitung

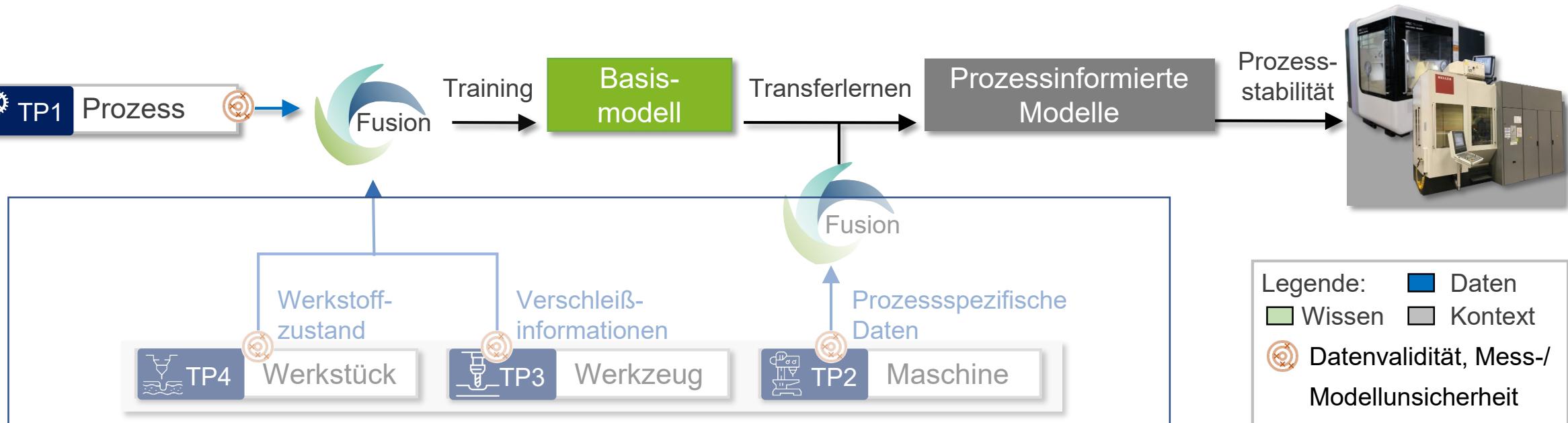
Petra Wiederkehr, Florian Stamer, Gisela Lanza



Zentrale Forschungsfragen:

- Wie kann eine breite und effektive Datenbasis im Prozess ressourceneffizient gewonnen werden?

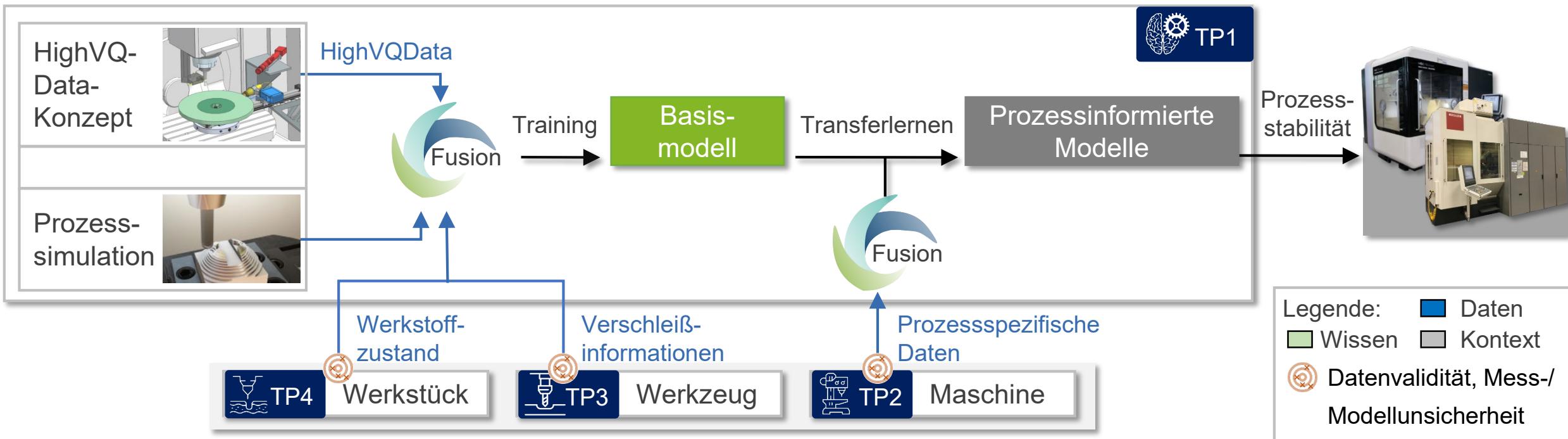
Konzept



Zentrale Forschungsfragen:

- Wie kann eine breite und effektive Datenbasis im Prozess ressourceneffizient gewonnen werden?
- Wie muss eine Modellarchitektur und der methodische Transfer aussehen, um Modelle effizient wiederverwenden zu können?

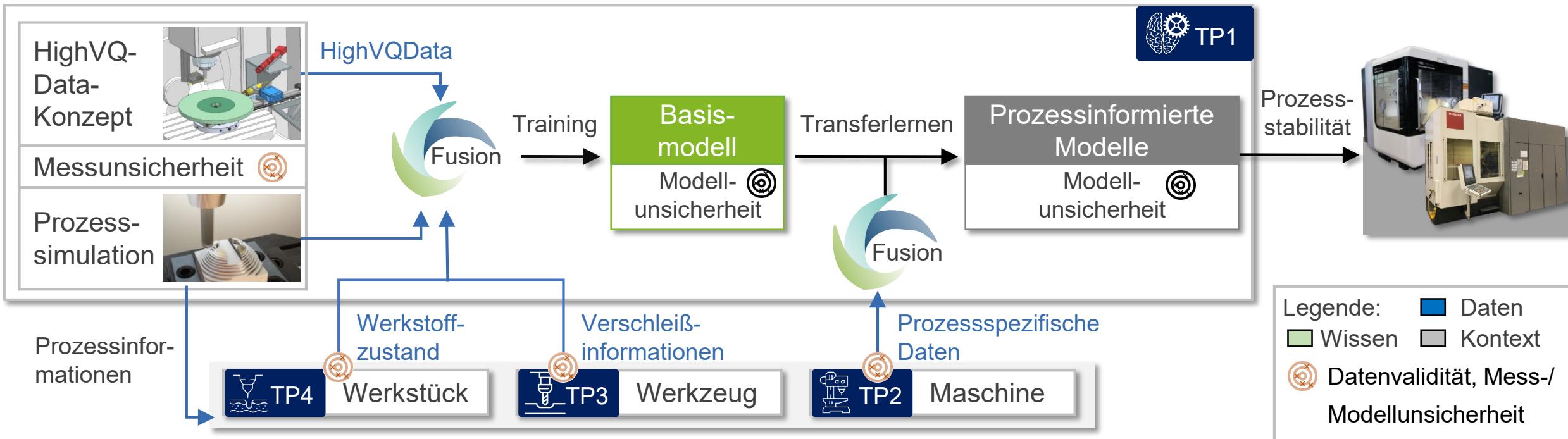
Konzept



Zentrale Forschungsfragen:

- Wie kann eine breite und effektive Datenbasis im Prozess ressourceneffizient gewonnen werden? VM1
- Wie muss eine Modellarchitektur und der methodische Transfer aussehen, um Modelle effizient wiederverwenden zu können? VM2
- Wie kann die Mess- und Modellunsicherheit als ein zentrales Bewertungskriterium geeignet quantifiziert werden? wbk IPTS

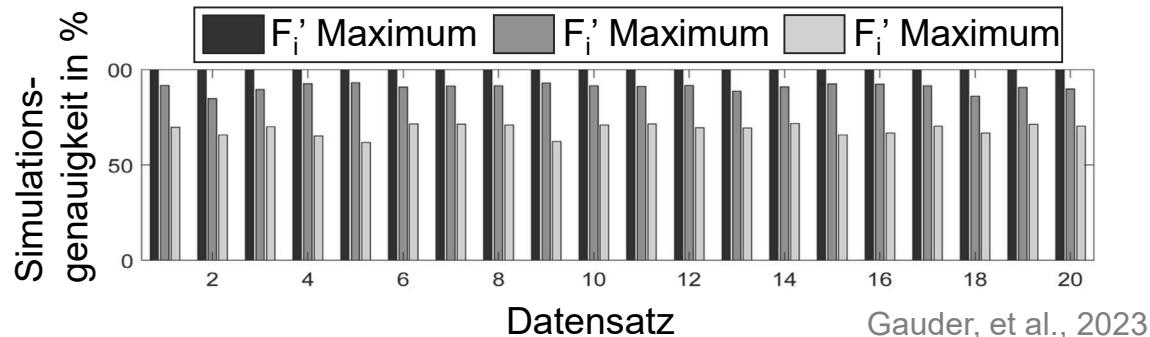
Konzept



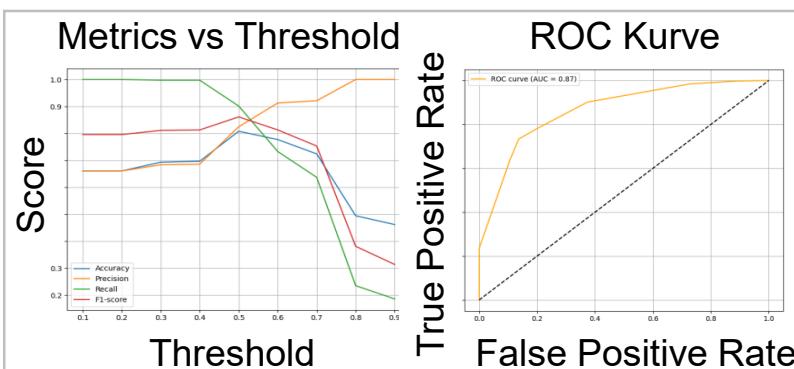
Datenqualität und Unsicherheitsquantifizierung

wbk

- Monte Carlo Simulation



- Evaluation eines MLLM in der Inspektion



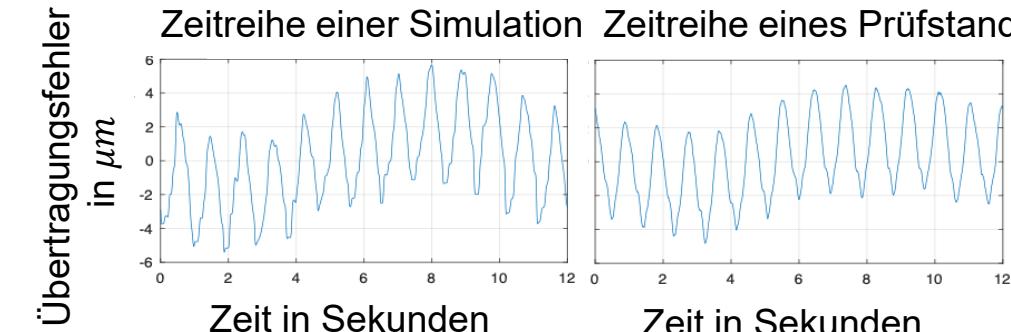
IPTS

wbk

Modellierungen im Bereich Messtechnik

- Vergleich zwischen Simulation und Prüfstand

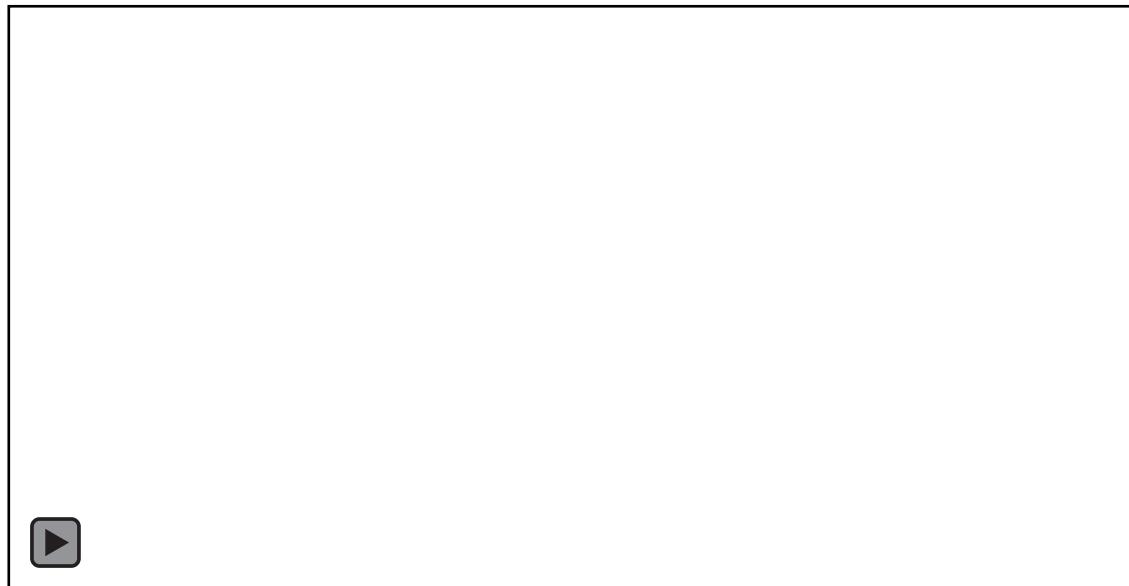
Zeitreihe einer Simulation Zeitreihe eines Prüfstands



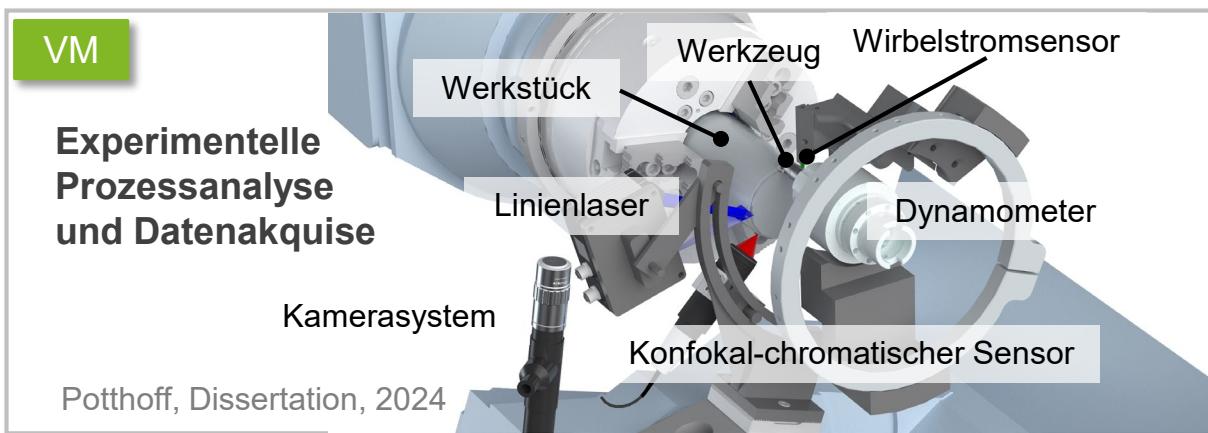
Gauder, et al., 2022

- Defektsimulation bei der Mikroverzahnung





Wiederkehr et al., CIRP Annals 2024



VM

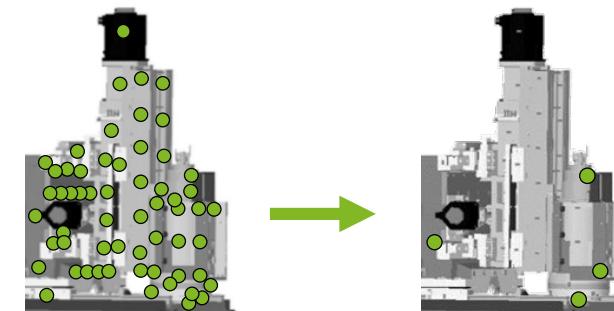
Experimentelle
Prozessanalyse
und Datenakquise

Potthoff, Dissertation, 2024

VM

Datengetriebene Modellierung in der Produktionstechnik

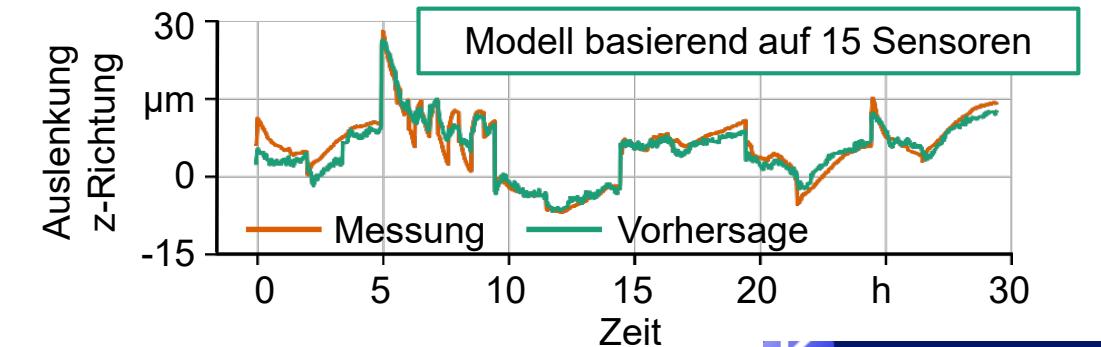
- Beispiel: Modellierung thermischer Deformationen



Adressierte Herausforderungen:

- Datenmenge
- Dataqualität
- Redundanz
- Informationsgehalt

- Vorgehen: Permutationswichtigkeit von 300 Temperatursensoren

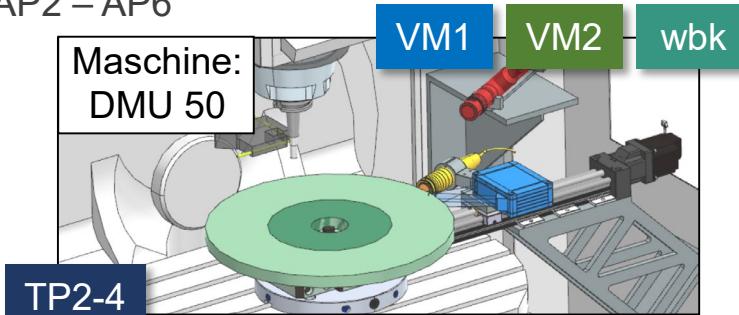


Finkeldey et al., CIRP Annals, 2025

 Kakinuma Lab.
Advanced Manufacturing Science



HighVQData-Konzept inkl. Datenanalyse – AP2 – AP6

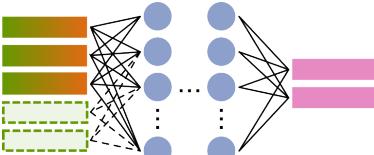


TP2-4
Entwicklung, Integration, Simulation, Fusion, Bewertung von Datenvalidität/-unsicherheit

Wiederverwendbare Modellklasse – AP7

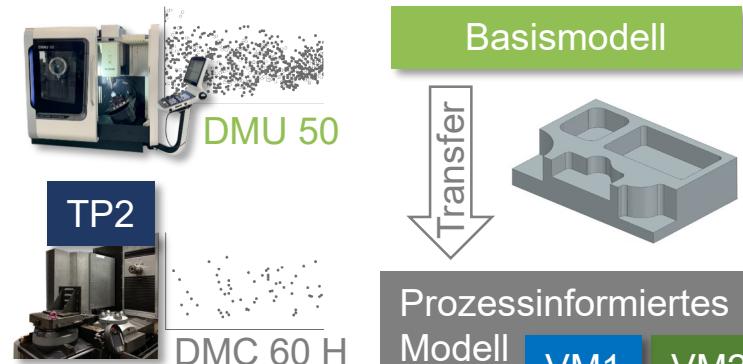
Multimodale Modellarchitektur

- Berücksichtigung variabler Eingabegrößen
- Verarbeitung unterschiedlicher Datentypen
- Integrierte Unsicherheitsmodellierung
- Feature Engineering
- Softsensoren



VM1

Methodischer Modelltransfer – AP1, AP8



Basismodell

Transfer

Prozessinformiertes Modell

VM1 VM2

TP1

HighVQData¹-Konzept



Training

Basis-
modell

Transferlernen

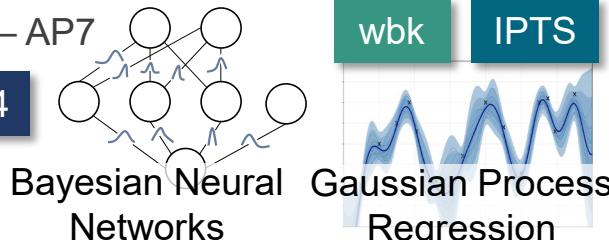
Prozessinformierte
Modelle



Integrierte Unsicherheitsmodellierung – AP7

- Integration von Unsicherheitsmaßen (epistemische Unsicherheit) in ML-Modelle

TP2-4



Quantifizierung von Unsicherheiten – AP9

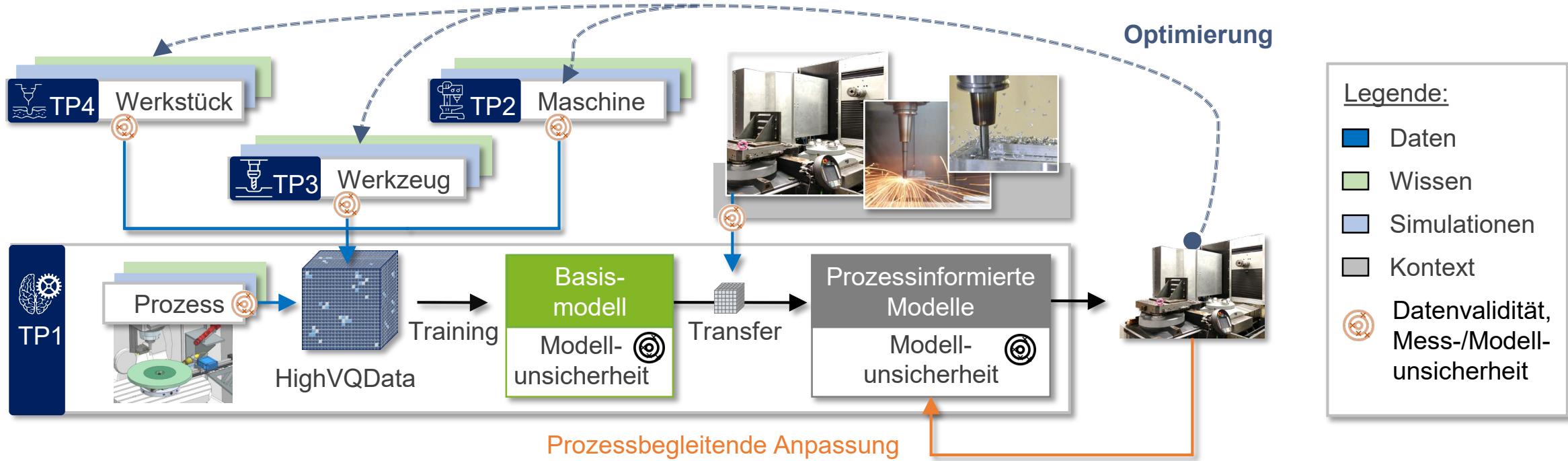
1.a Taylor Approximation

1.b Monte Carlo Simulation

wbk IPTS

2
Unsicherheitsvergleich
Ex-Ante / Ex-Post

TP2-4



Phase II:

- Prozessbegleitende Modelladaption zur aufwandsarmen Berücksichtigung zeitvarianter dynamischer Eigenschaften
- Prozessoptimierung durch fortlaufende Integration neuer Daten aus dem Produktionsprozess
- Entwicklung ML-getriebener Qualitätsmetriken der prozessinformierten Modelle zur integrierten Qualitätssicherung
- Explainability zur Unsicherheit mit Entscheidungsunterstützung zur Optimierung der Messung/des Messaufbaus



D. Biermann
J. Saelzer
V. Schulze S. Dietrich



TP4 Werkstoff



TP3 Werkzeug



TP2 Maschine



Mercator Fellow
Kaan Erkorkmaz

P. Wiederkehr



TP1 Prozess

Basis- und prozessinformierte Modelle

G. Lanza



F. Stamer



Datenqualität und -unsicherheit

Agenda

- Vorstellung des Rahmenantrag, Diskussion
- Vorträge TP 4 – TP 3, Diskussion
- Vorträge TP 2 – TP1, Diskussion
- Posterpräsentation und Mittagessen



D. Biermann
J. Saelzer
V. Schulze S. Dietrich



TP4 Werkstoff



TP3 Werkzeug



TP2 Maschine



Mercator Fellow
Kaan Erkorkmaz

P. Wiederkehr



TP1 Prozess

Basis- und prozessinformierte Modelle

G. Lanza



F. Stamer



Datenqualität und -unsicherheit

Agenda

- Vorstellung des Rahmenantrag, Diskussion
- Vorträge TP 4 – TP 3, Diskussion
- Vorträge TP 2 – TP1, Diskussion
- Posterpräsentation und Mittagessen