



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Hes·so

SeSi

Sustainable Engineering
Systems Institute

iCoSys

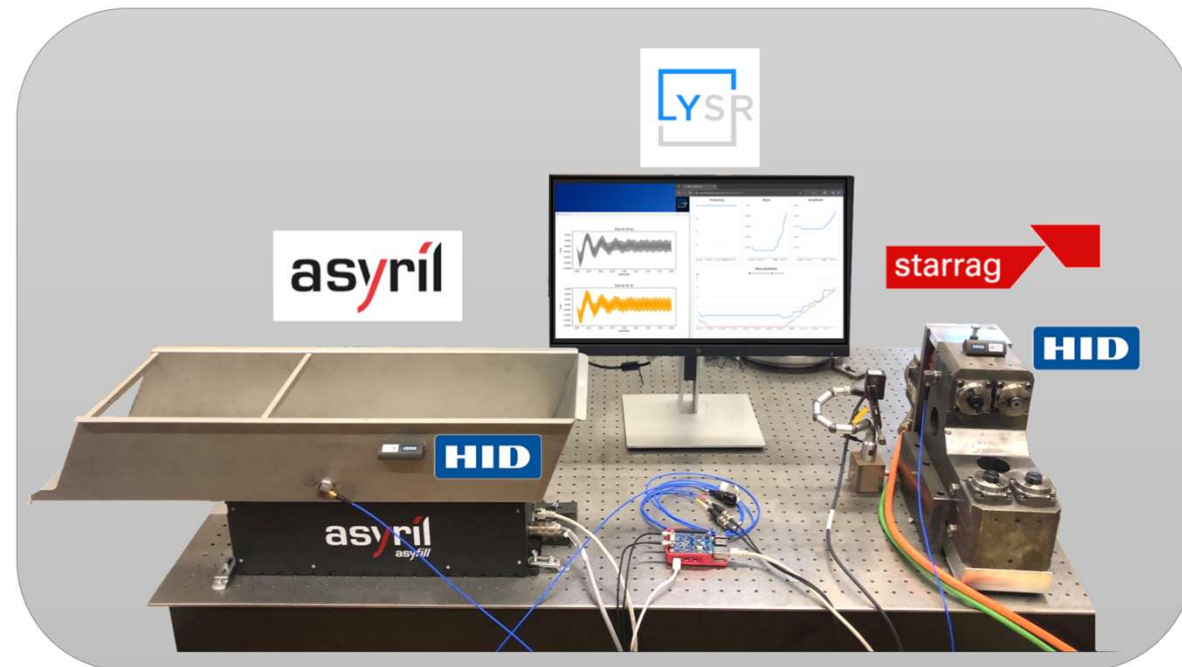
Institute of Artificial Intelligence
and Complex Systems

Projekt ModIA



Projekt

- Verwendung von künstlicher Intelligenz und Physik Simulationen um einen Digitalen Zwilling zu erstellen
- Ziel:
 - Abnutzung und Zustand der Maschinen vorhersagen indem künstliche Intelligenz und Simulation kombiniert werden





Industrielle Partner



Grosses Portfolio,
unter anderem
Monitoring Sensoren



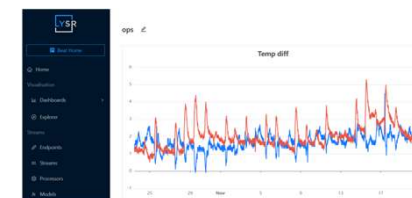
Grosse Industrie
Maschinen,
insbesondere CNC

asyril



Spezialisierte
Komponenten für
Produktionsketten

YSR



Cloud basierte KI für
predictive maintenance

Messungen



Anwendungsbeispiele



Datenanalyse



Akademische Partner



Jean-Luc Robyr



Sivanesan Nirosh

SeSi

Sustainable Engineering
Systems Institute

- Erstellung und Simulation
- Industrie 4.0 Prozesse
- Angewandte Mechanik
- Vorschauende Wartung
- **Team:** 13 Professoren und 12 Mitarbeiter

iCoSys

Institute of Artificial Intelligence
and Complex Systems

- IKT für Industrie 4.0
- Angewandte Künstliche Intelligenz
- Verteiltes Rechnen
- Nachhaltige IKT für intelligentes Wohnen
- **Team:** 8 Professoren und 40 Mitarbeiter



Beat Wolf



Vincent Magnin



Projekt Partner

starrag

Starrag Group



Hes·so // FRIBOURG
FREIBURG



asyril

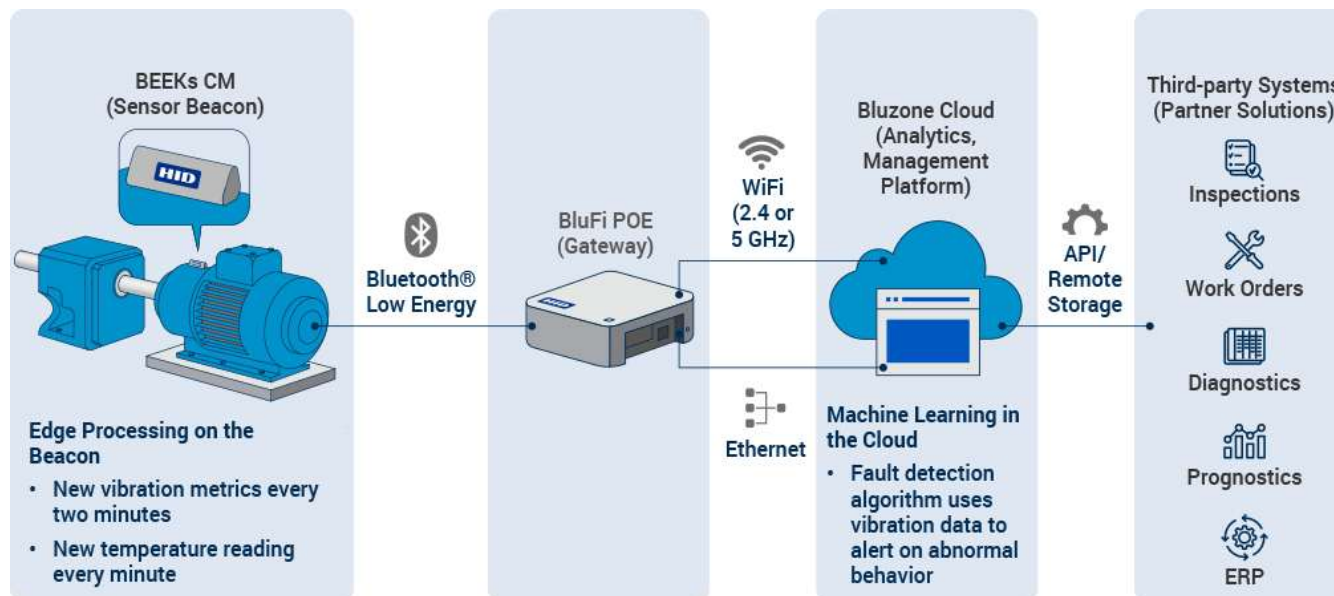


Projekt Aufbau

- Projekt Aufbau mit starker Zusammenarbeit mit der NPR
- Mehrere Projektidee Iterationen von der Akademischer Seite
- Effiziente Projektpartner Suche von der NPR organisierten Informationssitzungen

HID

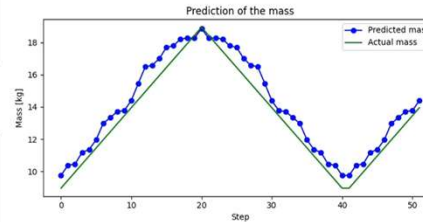
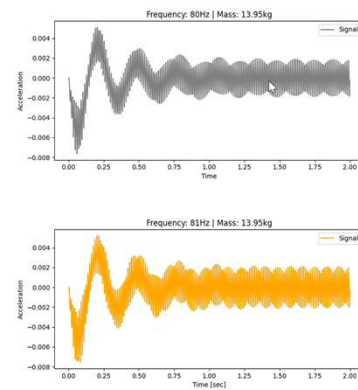
- HID hat eine intelligente Sensorlösung welche um aktuelle Maschinen mit Sensoren nachzurüsten
- **Projekt Ziel:** Mit eingebauten Methoden vergleichen



Asyriil

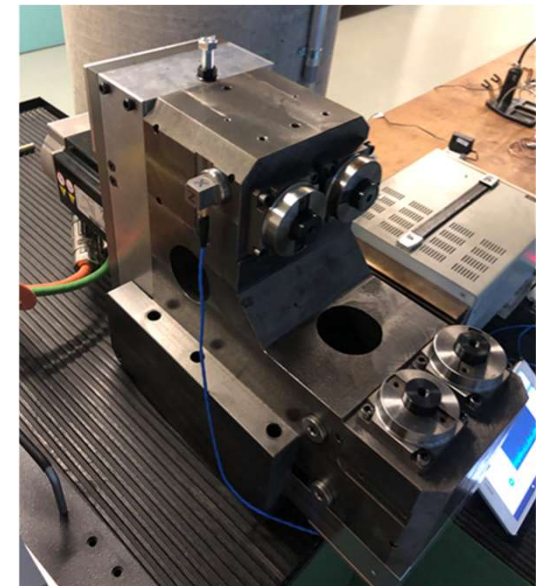


- **Projekt Ziel:** Verbleibende Masse vorhersagen



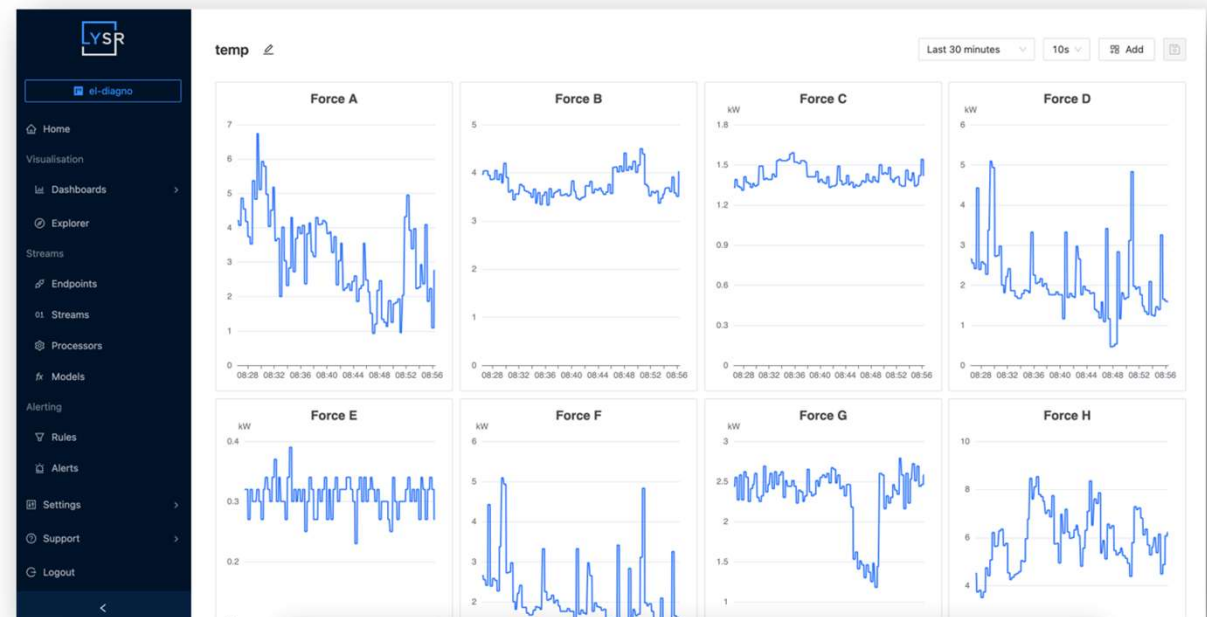
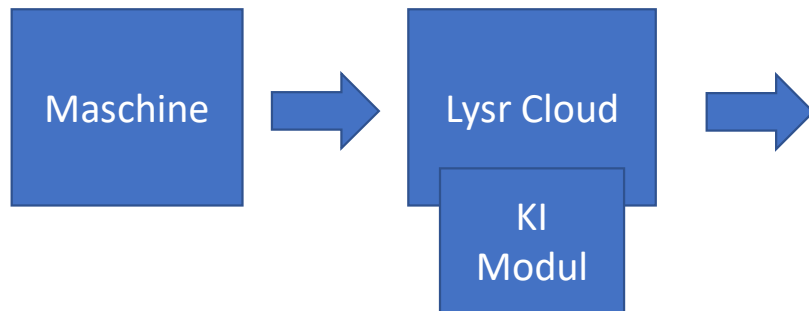
Starrag

- **Projekt Ziel:** Abnutzung vorhersagen



LYSR

- **Projekt Ziel:** Live KI-Modelle auf der Plattform integrieren

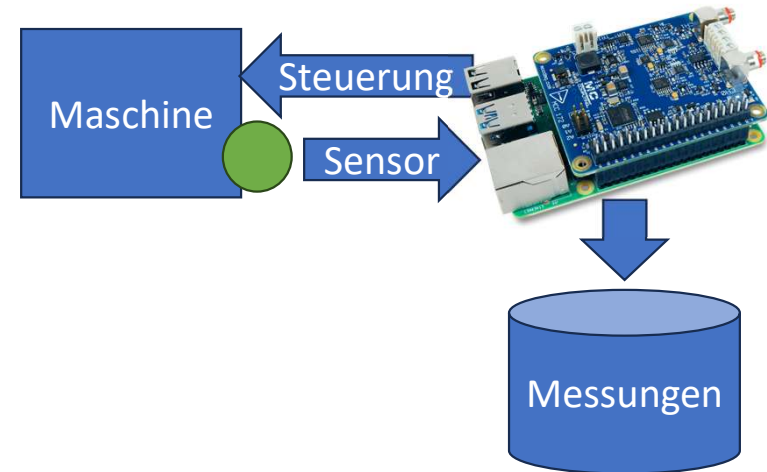


Grundidee

- Gute Physiksimulationen für digitale Zwillinge zu erstellen:
 - Ist sehr **Zeitaufwendig**
 - Braucht Physik und Maschinen**experten**
 - Brauchen viel **Ressourcen** beim ausführen
 - Aber sehr gut **interpretierbar**
- Gute KI Modelle für digitale Zwillinge zu erstellen:
 - Braucht viele **Messungen**, was oft nicht möglich ist
 - Die Resultate sind schwer **intepretierbar**
 - Die Ausführung der Modelle ist **sehr schnell**
 - Es werden aber **weniger Experten** gebraucht
- Wir wollen die Kombination der beiden Welten erkunden

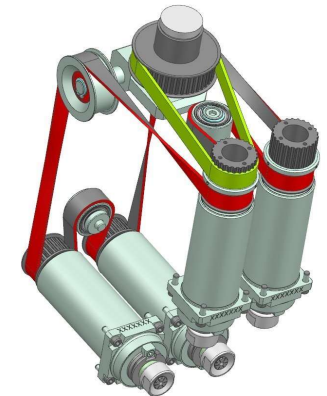
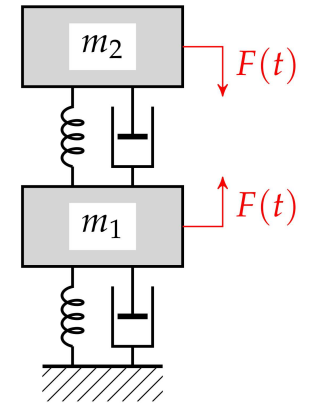
Setup

- Es war zentral ein effizientes Messsystem zu erstellen, welches für alle Anwendungsbeispiele funktioniert
- Die Messungen wurden automatisch Protokoliert und die Daten versioniert
 - Dies verringert manuelle Arbeit und dadurch Fehler
- Reproduzierbare und genau definierte Messungen zu erstellen war schwieriger als Anfangs gedacht



Simulationen

- Für beide Maschinen wurden Simulationen erstellt
 - Eine vereinfachte Physiks simulation der echten Maschine
- Die Resultate der Simulationen wurde im gleichen Format wie die echten Messungen gespeichert
- Gute (realitätsnahe) Simulationen zu erstellen ist ein Element das in der Planungsphase unterschätzt wurde



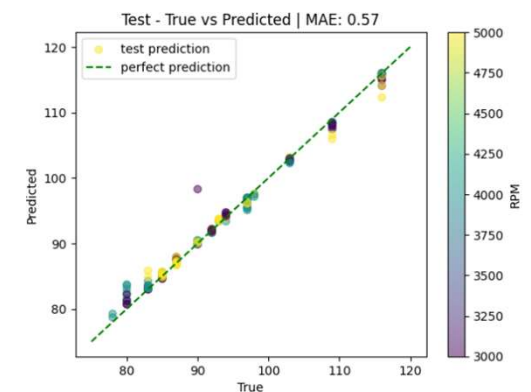
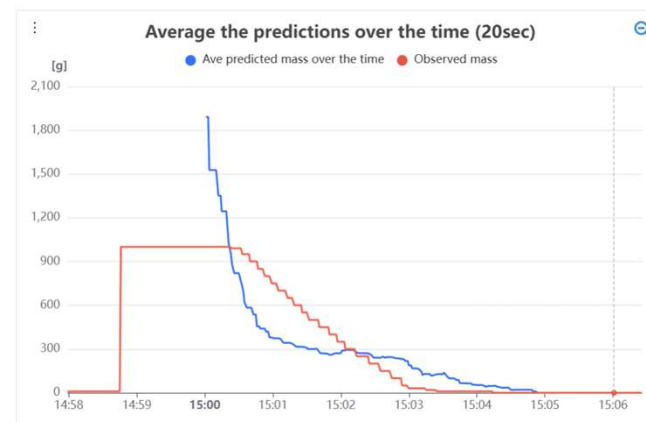
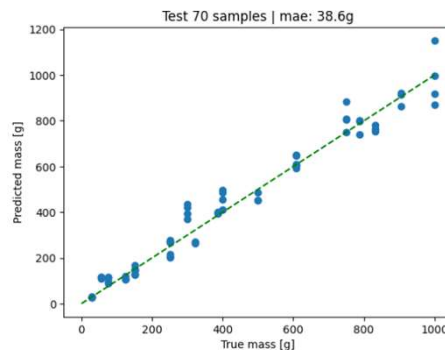


Künstliche Intelligenz

- Zwei Lösungsansätze wurde getestet
 - Mischung aus Simulation und Messungen
 - Nur Messungen
- Verschiedene Kombinationen für die Mischung wurden getestet
 - Gemischtes Datenset (Simulationen und Messungen)
 - Vortrainieren auf Simulationen, erweitertes Training auf echten Messungen
- Die Resultate mit Messungen waren besser, als die gemischten Tests
- Wir sind zuversichtlich, dass erweiterte Physiksimulationen dieses Resultat ändern könnte

Resultate

- Die Resultate waren sehr gut für die Testdaten die erstellt wurden
- Bei Tests auf den realen Maschinen wurden Limitationen festgestellt
 - Hauptsächlich in Hinsicht auf die Sensorplatzierung und den Testsituationen





Zusammenfassung

- End-to-end Datenanalysenpipeline für digitale Zwillinge aufgebaut
 - Mit einfacher Anpassung zwischen beiden Anwendungsbeispielen
- Wir konnten das Zusammenarbeiten der verschiedenen Partner standardisieren und vereinfachen
 - Das einbinden der Maschinenexperten ist kritisch
- Die KI-Modelle zeigen ein grosses Potential, müssen aber noch weiterentwickelt werden
 - Viel Zeit wurde in Messungen und dem Maschinenverständnis investiert
- Die hybride KI und Simulationslösung war weniger gut als die reine KI Lösung, weil die Simulation zu vereinfacht waren
 - Folgeprojekte fangen Anfangs 2025 an



Fragen?

- Kontakt: beat.wolf@hefr.ch