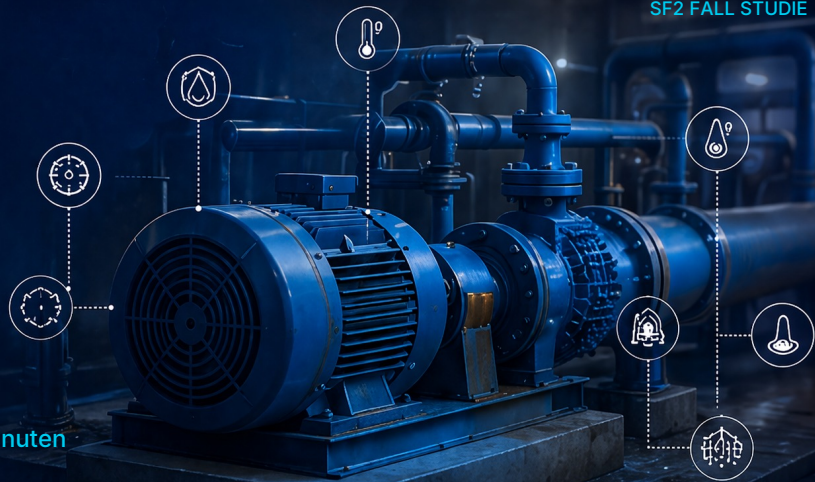


SF2 Systems - Intelligente Früherkennung von Pumpendefekten

Fehlererkennung 4 Tage vor Ausfall

Trainiert mit 220.000 Datensätzen in unter 15 Minuten
auf einem Standard-Notebook.



52

Sensoren
überwachen die Pumpe



220,000+

Datenpunkte
verarbeitet



<15 Min.

Training
auf Standard-Notebook



4 Tage

Vorlaufzeit
bei Fehlererkennung

DIE PROBLEMSTELLUNG – Warum Herkömmliche KI Hier Scheitert

Ein Datensatz einer kommunalen Wasserpumpe mit umfangreichen Sensordaten, aber nur wenigen Ausfallereignissen – was die frühzeitige Vorhersage von Störungen für klassische KI-Systeme erschwert.

- <1% Ausfallereignisse in 220k Datensätzen → nicht genug für ML
- Sensor-Metadaten unbekannt → kein Feature Engineering möglich
- Komplexe Sensorabhängigkeiten → manuell unmöglich zu modellieren
- Koneventionelle KI erfordert große gelabelte Datensätze, lange Trainingszyklen und hohe Rechenleistung.

Schwellenwertsysteme
erkennen nur, wenn
bereits etwas
schiefgelaufen ist.
**SF2 erkennt Degradations-
trends, nicht nur plötzliche
Ausfälle.**

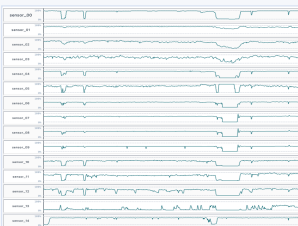


Nicht Datenmangel ist das Problem, sondern mangelndes Systemverständnis.

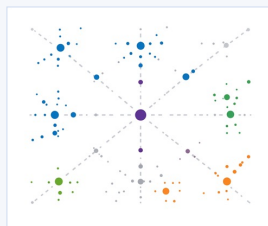
DIE SF2-LÖSUNG – Komplexe Systeme Entschlüsseln

SF2 wandelt Systemzustände in digitale Fingerabdrücke um – vergleichbar einer „FaceID für Maschinen“. Diese bilden zu jedem Zeitpunkt den vollständigen Kontext und die Wechselwirkungen aller Komponenten innerhalb des Systems ab.

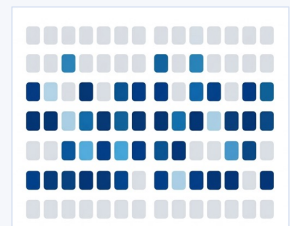
Rohsensordaten



SF2 Sensor Fusion

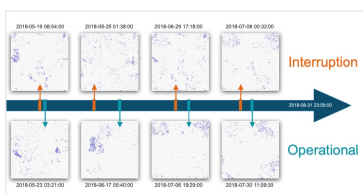


Systemzustands-Fingerabdruck

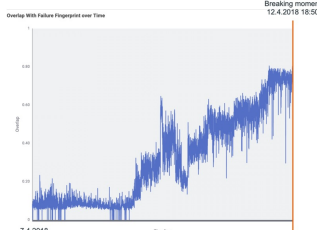


DAS ERGEBNIS – Predictive Maintenance in Minuten anstatt Monaten

Normaler Betriebszustand vs. Ausfall



Zeitstrahl des Fehlerverlaufs



Validierte Ergebnisse

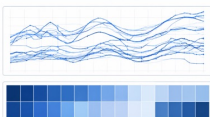
- ✓ Fehlerverlauf 4 Tage im Voraus erkannt
- ✓ Zuverlässige Ergebnisse selbst bei minimalen Ausfallsdaten
- ✓ Trainiert auf Standard-Hardware in ~15 Min.
- ✓ Keine System- oder Data-Science-Kenntnisse erforderlich

SF2 macht komplexe Systeme verständlich – und Ausfälle vorhersehbar.

WIE SF2 FUNKTIONIERT

1 Daten-Normalisierung (Binning)

Rohe Sensorwerte werden für das semantische Mapping in standardisierte diskrete Kategorien umgewandelt (255 Bins pro Sensor).



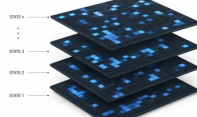
2 Semantisches Mapping (Library)

SF2 erstellt einen semantischen Repräsentationsraum („Retina“), in dem sich betrieblich ähnliche Maschinenkontexte gruppieren.



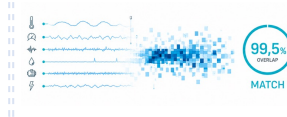
3 Fingerprint Aggregation (Stacking)

Jeder Sensorwert wird als binärer Vektor abgebildet und mit anderen Sensorwerten zu einem Gesamtsystem-Fingerabdruck kombiniert.



4 Echtzeit-Interpretation (Comparison)

Neue Fingerabdrücke werden mit bekannten Mustern verglichen, um Abweichungen zu erkennen und Trends vorherzusagen.



Einzelne Sensor-Fingerabdrücke werden zu einem Gesamtzustandsbild aggregiert. Jeder Zeitstempel definiert dabei einen Kontext, der den vollständigen Systemzustand zu diesem Zeitpunkt repräsentiert.

Warum Systemverständnis besser ist als statistische Schätzung

SF2 (Deterministisch)

- ✓ Präzise zustandsbasierte Analyse
- ✓ Erkennt schleichende Veränderungen in Echtzeit
- ✓ Kein gelabelter Trainingsdatensatz erforderlich
- ✓ Erklärbar und reproduzierbar (keine Black Box)
- ✓ Echtzeitfähig bei geringer Rechenlast
- ✓ 100 % Datenhoheit (vollständig lokal)
- ✓ 100% edge-fähig – läuft auf beliebiger Hardware

Traditional AI (Probabilistisch)

- ✗ Liefert unsichere Approximationen
- ✗ Erkennt Fehler erst nach Schwellwertüberschreitung
- ✗ Benötigt große Mengen gelabelter Daten
- ✗ Black-Box-Verhalten (schwer nachvollziehbar)
- ✗ Hoher Rechenaufwand & hohe Latenz
- ✗ Meist cloudabhängig (Daten & Sicherheitsrisiko)
- ✗ Meist nicht edge-fähig

MESSBARER BUSINESS IMPACT



Weniger Ausfälle

Vermeidung teuer Stillstände



Schnellere Wertschöpfung

Einsatz in Tagen statt Monaten



Vorhersehbarer Betrieb

Wartung sicher planen



Geringere Kosten

Keine schwere Infrastruktur erforderlich



Volle Kontrolle

100% lokal, sicher und transparent

SF2 macht Systemzustände in Echtzeit direkt vergleichbar. Abweichungen vom Normalbetrieb werden frühzeitig sichtbar und ermöglichen planbare Wartungen statt reaktiver Reparaturen – ungeplante Stillstände werden reduziert. Dies erfolgt ohne vordefinierte Schwellenwerte und ohne erneutes Modelltraining. Das Systemverhalten bleibt auch unter wechselnden Betriebsbedingungen konsistent interpretierbar. Alle Analysen erfolgen vollständig lokal und erfordern kein Vorwissen über das physische System, die Sensortypen oder bekannte Fehlermuster.

FAZIT

SF2 überführt beliebige, störbehaftete Sensordatenströme in eine konsistente Echtzeitrepräsentation des Systemverhaltens. In dieser Fallstudie wurden Ausfallindikatoren bereits 4 Tage vor dem Defekt erkannt – basierend auf 220.000+ Datensätzen und lediglich 7 Ausfällen, trainiert in unter 15 Minuten auf Standardhardware.

Weitere Informationen unter: www.SF2systems.com

ZUKUNFTSPOTENTIAL – Übertragbar auf alle sensorbasierten Systeme

Industrielle Fertigung

Chemie & Prozessindustrie

Pharmaindustrie

Industrieanlagen

Automotive Systeme

Energieinfrastruktur

Versorgungsinfrastruktur

Smart Buildings

Digitale Infrastruktur

Mobilität & Transport

SF²
SYSTEMS