

Beispielhafte Sensordaten-Auswertung



Wie wir aus Betriebsdaten ungewöhnliche Zustände erkennen – anonymisiertes Beispiel

Sämtliche Bezeichnungen, Messwerte, Einheiten und Zeitangaben in diesem Dokument sind bewusst verfremdet. Es geht ausschließlich darum, das Vorgehen und die Denkweise nachvollziehbar zu machen, nicht um konkrete Anlagen oder Kennzahlen.

Betrachtet wird eine Anlage mit mehreren gleichartigen Einheiten. Jede Einheit hat mehrere Messkanäle, die laufend aufgezeichnet werden. Aus diesem Datenstrom möchten wir früh erkennen, wenn sich etwas ungewöhnlich verhält – und zwar so, dass am Ende wenige, dafür belastbare Hinweise stehen und nicht eine Flut von Meldungen.

Der entscheidende Punkt vorweg: Im laufenden Betrieb schwanken die Werte ohnehin kräftig, das ist normal. Uns interessiert deshalb nicht die reine Höhe einer Abweichung, sondern ob sich ein Kanal anders verhält als sonst oder anders als seine unmittelbaren Nachbarn. Genau diese Unterscheidung trennt einen echten Hinweis vom alltäglichen Rauschen.

1 Datensichtung

Zuerst schauen wir uns die Rohsignale an: den zeitlichen Verlauf, Lücken, Ruhe- und Betriebsphasen sowie das typische Schwankungsband jedes Kanals. Diese Sichtung legt fest, was überhaupt als normal gelten darf, und ist die Grundlage für alles Weitere.

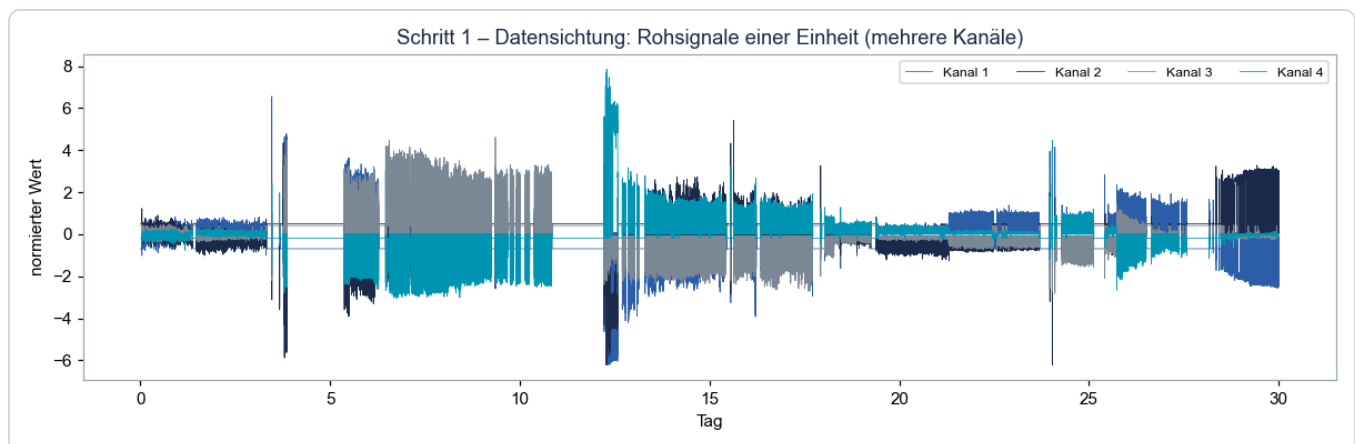


Abbildung 1: Rohsignale mehrerer Kanäle einer Einheit über den Auswertungszeitraum.

2 Aufbereitung und Merkmale

Anschließend werden die Daten bereinigt, auf ein einheitliches Zeitraster gebracht und robust normiert. Robust heißt: jeder Kanal wird an seinem eigenen normalen Bereich gemessen, sodass ein von Natur aus unruhiger Kanal nicht dauernd auffällt und ein sonst ruhiger Kanal schon bei kleinen Änderungen sichtbar wird. Aus jedem Kanal leiten wir wenige aussagekräftige Merkmale ab, etwa das Abweichungs-Niveau und die Streuung. Bereits diese beiden genügen, um auffällige von unauffälligen Kanälen zu trennen.

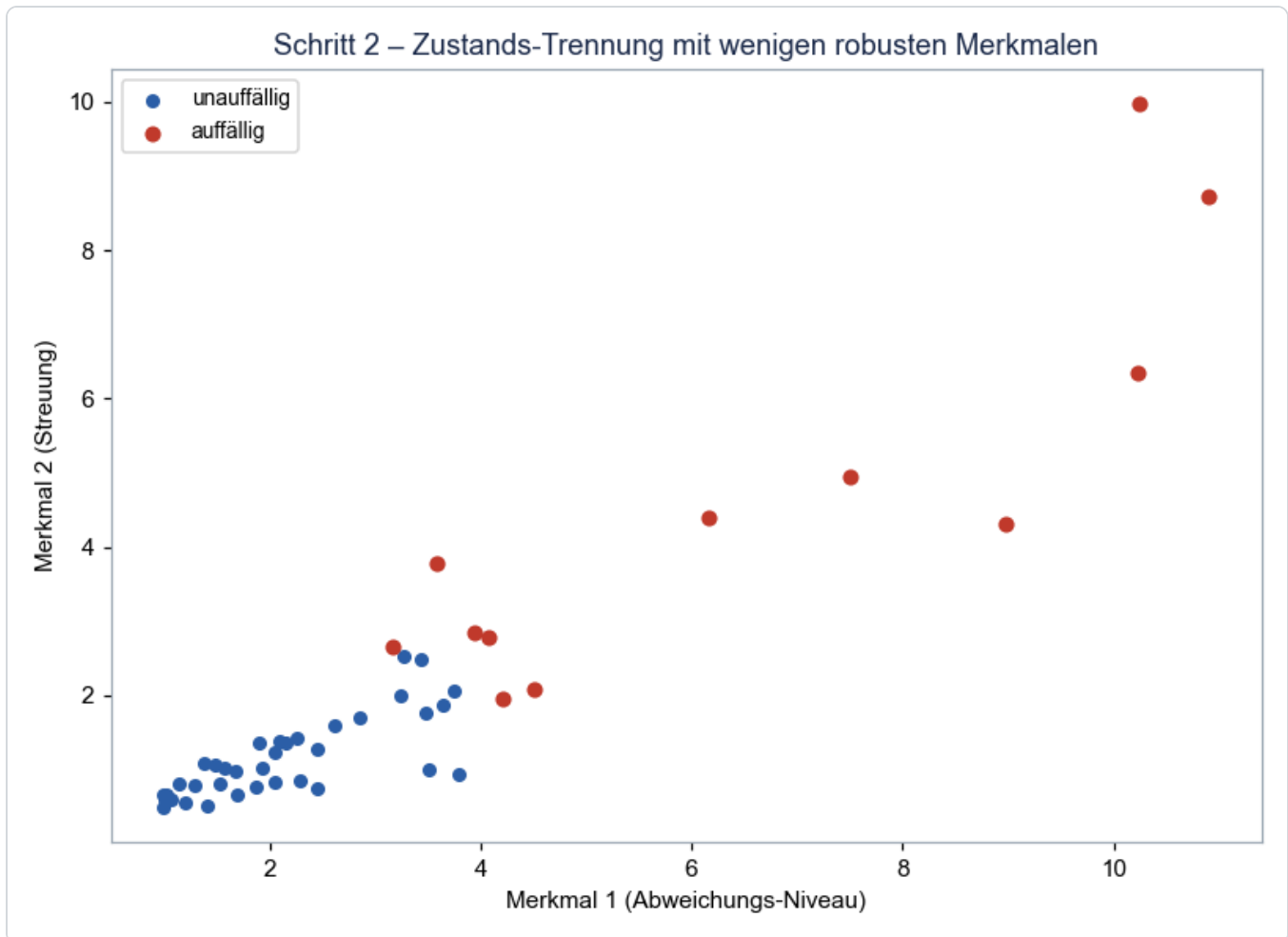


Abbildung 2: Jeder Punkt ist ein Kanal. Unauffällige Kanäle liegen dicht am Ursprung, auffällige heben sich klar davon ab.

3 Bewertung aus mehreren Blickwinkeln

Für die eigentliche Bewertung verlassen wir uns nicht auf ein einziges Verfahren, sondern setzen mehrere Verfahrens-Familien nebeneinander ein, die Auffälligkeiten unterschiedlich beurteilen:

Robuste statistische Kennzahlen messen, wie weit ein Kanal von seinem eigenen normalen Bereich abweicht. Unüberwachte, ensemble-basierte Verfahren finden seltene

Wertekonstellationen, ohne vorher zu wissen, wie ein Fehler aussieht.

Rekonstruktionsbasierte Verfahren lernen das normale Muster und melden, was sich daraus nicht mehr gut nachbilden lässt. Und multivariate Struktur-Verfahren prüfen das Zusammenspiel der Kanäle einer Einheit: hier ist eine ungewöhnliche Umverteilung zwischen den Kanälen das eigentliche Warnzeichen.

Der Nutzen dieser Vielfalt zeigt sich, wenn mehrere unabhängige Verfahren denselben Zeitpunkt hervorheben. Dann ist ein Hinweis deutlich vertrauenswürdiger als bei einem einzelnen Ausschlag. Die musterbasierten Verfahren reagieren dabei am gezieltesten und bleiben ansonsten ruhig.

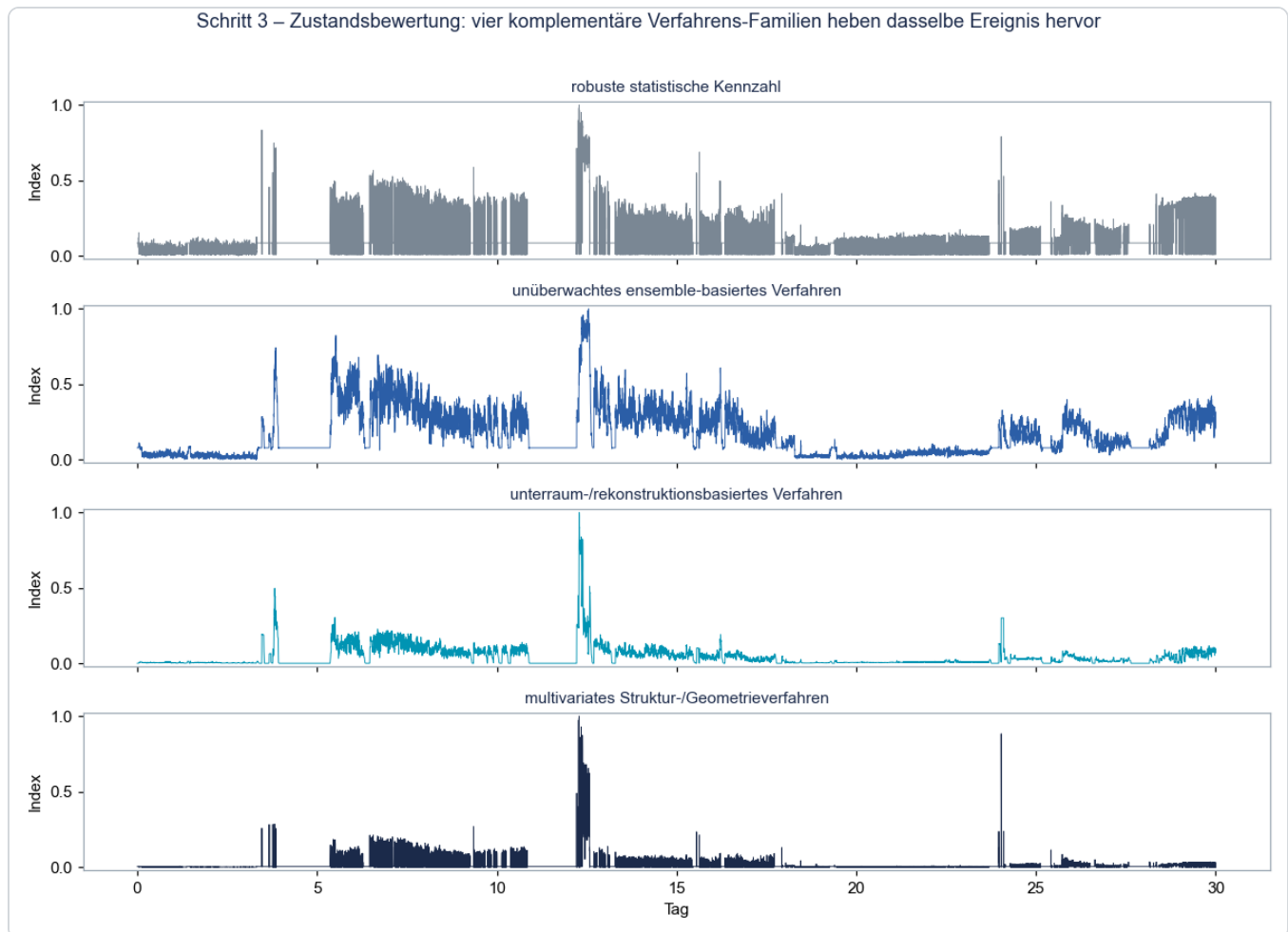


Abbildung 3: Vier Verfahrens-Familien auf derselben Einheit. Der Anomalie-Index ist einheitenlos auf 0 bis 1 skaliert.

4 Lokalisierung

Ein Hinweis ist nur dann brauchbar, wenn er sagt, wo man hinschauen soll. Deshalb brechen wir die Bewertung bis auf den einzelnen Kanal herunter. Eine Übersichtskarte zeigt für jede Einheit und jeden Kanal, wann und wie stark auffälliges Verhalten aufgetreten ist.

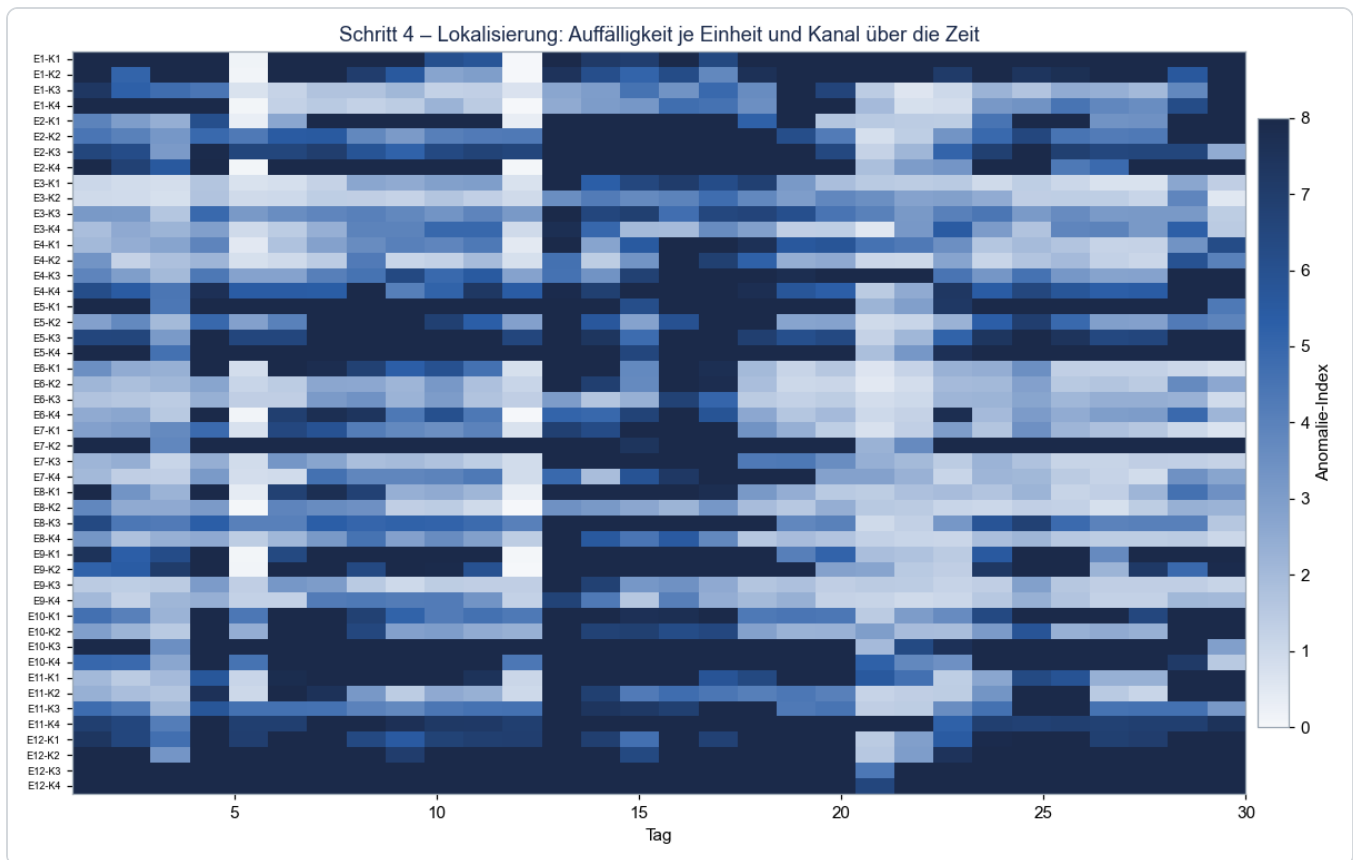


Abbildung 4: Auffälligkeit je Einheit und Kanal über die Zeit. Kräftig eingefärbte Bereiche kennzeichnen ungewöhnliches Verhalten.

5 Von der Bewertung zum Hinweis

Am Ende sollen aus den Bewertungen wenige, verlässliche Hinweise werden. Dafür glätten wir die Werte, verlangen eine Mindestdauer, damit kurze Ausschläge nicht sofort melden, und wählen die Auslöse-Schwelle rückwärts: wir legen fest, wie viele Hinweise pro Zeitraum vertretbar sind, und stellen die Empfindlichkeit entsprechend ein. So bleibt das System nachvollziehbar und lässt sich bewusst justieren.

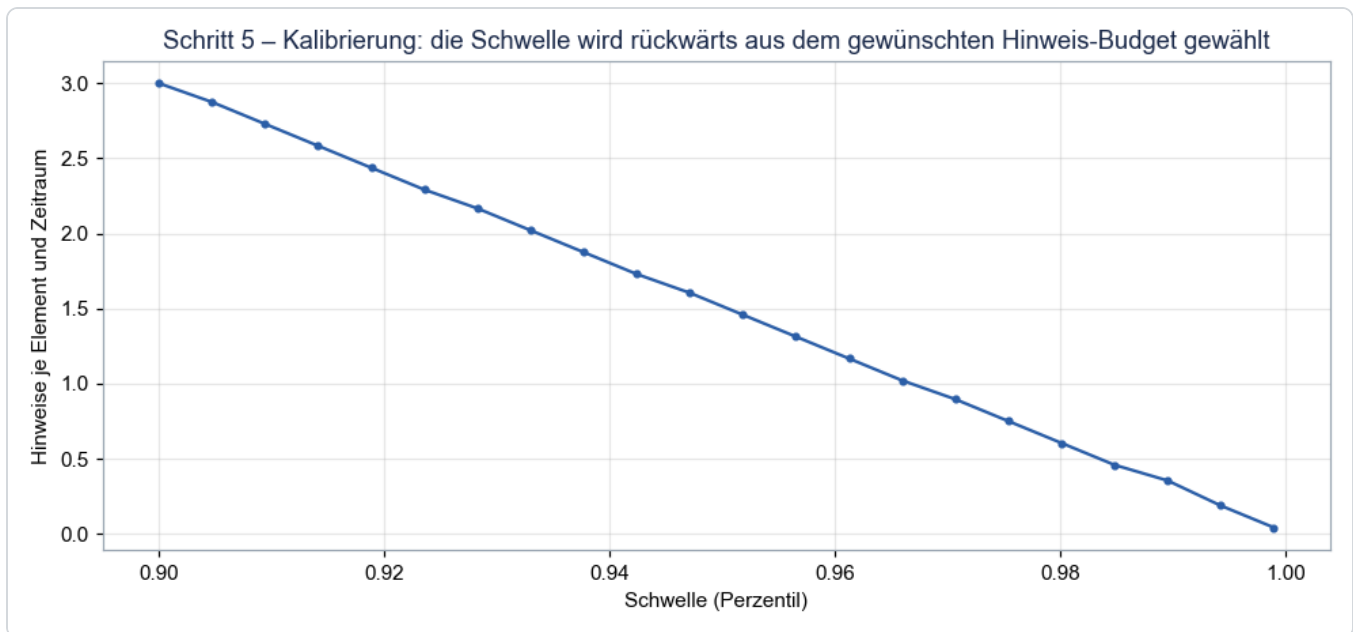


Abbildung 5: Die Schwelle steuert die Zahl der Hinweise je Element und Zeitraum und wird aus dem gewünschten Budget bestimmt.

6 Einordnung

Das Verfahren liefert eine priorisierte, lokalisierte Sicht auf ungewöhnliche Zustände. Es ersetzt keine fachliche Beurteilung, sondern richtet den Blick dorthin, wo er sich lohnt; die abschließende Einordnung trifft eine fachkundige Person. Eine belastbare Aussage über Treffer- und Fehlerquoten setzt eine Referenz aus bestätigten Fällen voraus. Solange diese noch aufgebaut wird, steuern wir die Empfindlichkeit über das Hinweis-Budget und nutzen die Übereinstimmung mehrerer Verfahren als Maß für das Vertrauen in einen Hinweis.

Kurz gefasst. Der rote Faden ist einfach: erst verstehen, was normal ist, dann jeden Kanal an seinem eigenen Normalzustand messen, mit mehreren Verfahren aus verschiedenen Richtungen bewerten, das Ergebnis bis auf den Kanal genau lokalisieren und die Meldeschwelle bewusst so setzen, dass wenige, gezielte Hinweise entstehen. Das Ergebnis ist keine Blackbox, sondern eine transparente Grundauswertung, die zeigt, wo genauer hinzusehen ist – und die sich Schritt für Schritt nachvollziehen lässt.



Web	secure-galvano-ai.com
E-Mail	smaier@rvh.at
Telefon	+43 681 8148 3538
Termin	outlook.office.com/book/DatenintegrationKIEntwicklung@rvh.at

Anonymisiertes Beispiel-Dokument. Bezeichnungen, Werte, Einheiten und Zeitangaben wurden verfremdet; die eingesetzten Verfahren sind bewusst nur als Familien benannt.