ThermalDIAG – Rules

Bedingungen, Filter und Aktionen für programmierbare Mess- und Überwachungsabläufe.

Softwarebasis	**V1.440**	Stand	**2026-11-24**
Sprache	**Deutsch**		

Inhalt

1. Bedingungen: Quellen und Vergleiche
2. Filter: Wann darf eine Regel auslösen?
3. Numerische Berechnung und NumX-Variablen
4. Alle 20 Aktionen und ihre Ausführungsmodi
5. Ausführung und Beobachtung
6. Zeit-Delta und MQTT-Berechnung

Diese Beschreibung erläutert die Rules-Funktionen von **ThermalDIAG V1.440, Stand 2026-11-24**.

Jede Regel hat einen Namen, einen Schweregrad von **1–10**, eine Wiederanlaufsperre (**Cooldown**), eine Reihenfolge und einen Aktivierungszustand. Bedingungen werden mit **UND** (alle müssen erfüllt sein) oder **ODER** (mindestens eine muss erfüllt sein) verknüpft. So lässt sich das gewünschte Verhalten in einer Rule-Liste ohne klassischen Programmcode festlegen.

1. Bedingungen: Quellen und Vergleiche

Die verfügbaren Quellen hängen von den eingerichteten Geräten und Projektvariablen ab.

Quelle	Verfügbare Werte
AX8-Wärmebildmessungen	Spot-Temperatur sowie minimale, maximale und mittlere Temperatur einer Box.
Kamera- und Modbus-I/O	Konfigurierte numerische Messwerte, digitale Zustände und unterstützte steigende/fallende Flanken; zählerfähige Modbus-Eingänge liefern auch Zählerstand und Zählerzuwachs.
MQTT-Geräte	Numerische und boolesche Signale, einschließlich konfigurierter OpenMV- und Shelly-Werte; auch der Zustand „Kommunikation verloren“ ist verfügbar.
OPC-UA-Variablen	Lesbare Boolean-, Int32- und Double-Variablen; String-Variablen unterstützen Textvergleiche auf Gleichheit und Ungleichheit.
Kanäle des TUF-2000M Durchflussmessers	Konfigurierte Modbus-Kanäle für Durchfluss, Strömungsgeschwindigkeit, Netto-/Positiv-/Negativ-Gesamtvolumen, Messmenge sowie die Zustände „Messung läuft“ und „Messung gültig“.
Numerische Variablen	Projektvariablen Num1–Num100 als Werte, Referenzen, Grenzwerte und Rechenergebnisse; ein in NumX gespeichertes Ergebnis der OpenMV-N6 Kamera kann eine weitere Regel prüfen.
Systemvariablen	`timer_sec` (Unix-Sekunden), `local_minute_of_day` (0–1439), `local_day_of_week` (1 = Montag, 7 = Sonntag); CPU-Auslastung, CPU-Temperatur und RAM-Auslastung.
Konstanten	Numerische Grenz- und Referenzwerte, auch als linker Delta-Operand; Textkonstanten für OPC-UA-String-Vergleiche.

Bedingung	Auswertung
Direkter Vergleich	Kompatible Werte mit >, ≥, <, ≤, = oder ≠ vergleichen; digitale Zustände und OPC-UA-Texte verwenden = oder ≠.
Delta	Den Betrag der Differenz, `abs(A − B)`, mit einem konstanten oder NumX-Grenzwert über >, ≥, < oder ≤ vergleichen. Unterstützt werden numerische Variablen, Systemvariablen, Konstanten, Messwerte, Zähler und digitale Werte als 0/1.
Temperaturänderung	Anstieg oder Abfall eines AX8-Spot-/Box-Werts über **1–899 Sekunden** anhand aktueller Messproben erkennen; ohne Mindestdauer und Hysterese.
Digitale Flanke	Unterstützte steigende oder fallende Kamera-/Modbus-Flanke erkennen; das Abtastintervall wird passend zur Impulsdauer gewählt.
Kommunikation verloren	Für MQTT-Quellen: direkter =/≠-Vergleich mit 0 (Kommunikation in Ordnung) oder 1 (veraltet/offline); ohne Hysterese.
Vision-Inspektionsstatus	Den Status eines Vision-Auftrags aus einer ausgewählten Regelaktion prüfen.

2. Filter: Wann darf eine Regel auslösen?

Filter entscheiden, ob erfüllte Bedingungen einen Vorfall (Incident) öffnen oder reaktivieren dürfen. Pro Regel ist ein Filter je Typ möglich. Deaktivierte Filter werden ignoriert, und **alle aktivierten Filter müssen erfüllt sein**. Die Auswertung erfolgt in der Reihenfolge **Zeitplan → Vorheriger Vorfall → Zählfenster**.

Filter	Zweck
Zeitplan (Schedule)	Auslösen nur an ausgewählten Wochentagen innerhalb täglicher Zeitfenster gemäß Projektzeitzone erlauben. Bei aktiviertem Filter sind nicht ausgewählte Wochentage gesperrt.
Vorheriger Vorfall (Previous incident window)	Verlangen, dass eine andere Regel desselben Projekts innerhalb des gewählten Zeitfensters, bis zu **24 Stunden**, einen Vorfall geöffnet/reaktiviert hat oder dies nicht getan hat.
Zählfenster (Count window)	Eine festgelegte Anzahl einzelner Falsch-zu-Wahr-Aktivierungen innerhalb eines Zeitfensters verlangen. Dauerhaft wahre Bedingungen zählen einmal; nach dem Auslösen wird der Zähler zurückgesetzt.

Stabilisierung und Aktualität: Die Mindestdauer (Threshold time) verlangt, dass eine unterstützte Bedingung für die eingestellte Dauer wahr bleibt. Eine NumX-Dauer wird beim Beginn der Wahr-Phase abgerundet und festgehalten; die NumX-Hysterese wird bei jeder Auswertung neu gelesen. Hysterese gilt nur für unterstützte numerische Vergleiche. MQTT- und OPC-UA-Quellen verwenden direkte Vergleiche und Delta.

Die Auswertung verwendet aktuelle, gültige Messwerte. Für CPU-/RAM-Werte des IPC gilt eine Aktualitätsgrenze von **15 Sekunden**. Lokale Zeitwerte verwenden die Projektzeitzone. Projekttextvariablen dienen der Aktion „Text setzen“, OPC-UA-String-Quellen den Textbedingungen.

3. Numerische Berechnung und NumX-Variablen

Eine Rechenaktion kann einen Wert zuweisen oder mit **+, −, ×, ÷, MOD und FMOD** berechnen und in NumX speichern. Als Quellen dienen Konstanten, NumX, Systemvariablen, AX8-Temperaturen, passende numerische/digitale Modbus-Werte und Zähler, numerische OPC-UA-Werte sowie numerische und boolesche MQTT-Signale. Boolesche Werte verwenden 0/1. Systemvariablen werden als Quellen gelesen; Ergebnisse werden in numerischen Projektvariablen gespeichert.

MOD verwendet gerundete ganzzahlige Beträge, FMOD ungerundete Beträge. Ein Divisor von null wird abgewiesen. Konstanten erlauben bis zu **sechs Nachkommastellen**. Das Endergebnis wird mit **ROUND_HALF_UP** auf die Zielgenauigkeit gerundet. Messoperanden werden für den eingereihten Aktionsauftrag festgehalten; eine frühere Rechenaktion kann eine Variable für eine spätere Aktion ändern.

4. Alle 20 Aktionen und ihre Ausführungsmodi

Bei geordneter Ausführung werden Regeln und ihre Aktionen in der festgelegten Reihenfolge verarbeitet. Die nächste Regel liest die aktualisierten Werte nach Abschluss der synchronen Aktionen. Vision-Inspektionen werden im Hintergrund ausgeführt.

Die drei Ausführungsmodi einer Aktion

Der Ausführungsmodus bestimmt, ob eine Aktion **beim Aktivwerden der Regel, während ihres aktiven Zustands oder beim Ende dieses Zustands** gestartet wird.

„Aktiv“ bezeichnet hier das Bestehen des von der Regel überwachten Zustands. Davon zu unterscheiden ist, ob die Regel in den Einstellungen zur Auswertung freigegeben ist.

A – Wenn die Regel aktiv wird

Die Aktion startet, wenn die Bedingungen erfüllt sind, die Filter die Aktivierung zulassen und die Regel vom inaktiven in den aktiven Zustand wechselt.

Bei dieser Aktivierung wird die Aktion einmal gestartet. Solange die Regel durchgehend aktiv bleibt, startet der Modus A sie nicht erneut. Endet der aktive Zustand später und wird die Regel anschließend erneut aktiv, startet die Aktion wieder.

Beispiel: Zu Beginn eines Übertemperaturalarms einen Snapshot speichern und eine Signalleuchte einschalten.

W – Solange die Regel aktiv ist

Die Aktion kann während des aktiven Zustands wiederholt ausgeführt werden. Dieser Modus eignet sich für Vorgänge, die während des überwachten Zustands regelmäßig wiederholt werden sollen.

Die Wiederholung im Modus W dauert an, solange die Regel aktiv ist. Nach dem Ende des aktiven Zustands werden in diesem Modus keine weiteren Wiederholungen gestartet.

Beispiel: Solange der Alarm aktiv ist, aktualisiert eine Berechnung wiederholt eine numerische Variable.

C – Wenn der aktive Zustand der Regel endet

Die Aktion startet, wenn eine zuvor aktive Regel in den inaktiven Zustand zurückkehrt, beispielsweise weil die alarmgebende Bedingung nicht mehr erfüllt ist.

Dies ist ein einmaliger Start zum Abschluss dieses aktiven Zustands. **Die gewünschte Abschlussaktion muss separat konfiguriert werden: Der Modus C macht die beim Aktivwerden ausgeführten Aktionen nicht automatisch rückgängig.**

Beispiel: Wenn der Übertemperaturalarm endet, die Signalleuchte ausschalten.

Verschiedene Aktionen derselben Regel können unterschiedliche Ausführungsmodi verwenden. Bei jeder Aktion sind nur die von ihr unterstützten Modi auswählbar.

Die Spalte „Modus“ nennt die verfügbaren Möglichkeiten; sie bedeutet keine automatische gleichzeitige Ausführung aller Modi.

Aktion	Beschreibung	Modus
Ereignis erstellen	Ein Ereignis mit optionaler Meldung und Tags aufzeichnen.	A
E-Mail	Eine Benachrichtigung an konfigurierte Empfänger senden.	A
Sprachausgabe	Eine konfigurierte englische, deutsche oder italienische Meldung mit optionalen numerischen Platzhaltern und Verzögerung ausgeben.	A, C
Snapshot	Ein Bild einer unterstützten Kamera am ausgewählten Messort speichern. Eine Snapshot-Aktion kann für die AX8 einen eigenen Bildmodus festlegen.	A
Ausgang setzen	Einen freigegebenen Kamera-, Modbus- oder MQTT-/Shelly-Ausgang EIN/AUS schalten, optional verzögert.	A, C
Wartenden Ausgangsauftrag abbrechen	Einen wartenden Ausgangsauftrag für das Ziel abbrechen, ohne AUS zu erzwingen.	A, C
Impuls setzen	Einen zeitgesteuerten Impuls oder eine Folge mit Dauer, Pause, Wiederholung und optionaler Verzögerung erzeugen.	A
Impuls stoppen	Eine laufende Folge nach höchstens einem weiteren Impuls beenden lassen und ältere wartende Zielaufträge abbrechen.	A, C
Kamerabeleuchtung	Die unterstützte Kamerabeleuchtung EIN/AUS schalten, optional verzögert.	A, C
Wartenden Lichtauftrag abbrechen	Einen wartenden Kamera-Lichtauftrag abbrechen, ohne die Beleuchtung auszuschalten.	A, C

Aktion	Beschreibung	Modus
Numerische Berechnung	Einen Wert zuweisen oder berechnen und in NumX speichern; numerische und boolesche MQTT-Signale als Quellen nutzen.	A, W, C
DI-Zähler zurücksetzen	Einen digitalen Eingangszähler zurücksetzen, sofern unterstützt und freigegeben.	A
OPC UA schreiben	Eine konfigurierte, typgerechte Konstante in eine freigegebene OPC-UA-Variable schreiben.	A, C
Prüfung mit der OpenMV-N6 Kamera starten	Eine Prüfung auf der zugeordneten OpenMV-N6 Kamera mit konfigurierten NumX-Variablen für Ergebnis und Sendezeit starten.	A
Prüfstatus der OpenMV-N6 Kamera abfragen	Die aktuelle Prüfung der OpenMV-N6 Kamera abfragen und ihr validiertes Ergebnis in der konfigurierten NumX-Variablen veröffentlichen.	A, W, C
Text setzen	Eine Projekttextvariable durch konfigurierte sprachabhängige Texte ersetzen.	A, W, C
Anzeigefarben setzen	Vordergrund- und/oder Hintergrundfarbe einer ausgewählten Anzeigezelle ändern.	A, W, C
Messung mit dem TUF-2000M Durchflussmesser starten	Eine Messsitzung mit frischer Zählerablesung als Startgrenze und konfigurierter maximal zulässiger Verzögerung starten.	A, C
Messung mit dem TUF-2000M Durchflussmesser stoppen	Die Messsitzung mit frischer Ablesung an der Endgrenze stoppen und Messmenge sowie Sitzungsstatus speichern.	A, C
Vision-Inspektion starten	Eine Inspektion im Hintergrund starten und ausgewählte numerische Ergebnisse einer NumX-Variable zuordnen.	A, C

OpenMV-N6 Kamera: Die Startaktion beginnt die Prüfung; die Statusabfrage übernimmt anschließend das validierte Ergebnis.

TUF-2000M Durchflussmesser: Die Aktionen legen Beginn und Ende einer Software-Messsitzung anhand des Gerätesummenzählers fest. Pumpensteuerung und Verwaltung des Gerätezählers werden separat eingerichtet.

5. Ausführung und Beobachtung

Cooldown legt die Wartezeit vor einer erneuten Aktivierung fest. Aktionen werden in der konfigurierten Reihenfolge einzeln bearbeitet. Verzögerte Aufträge werden eingeplant; Abbrechen entfernt wartende Aufträge. „Impuls stoppen“ beendet die Sequenz geordnet entsprechend ihrer Impulsparameter.

Gerätefähigkeiten, Schreibrechte, aktive Laufzeit und Lizenz gelten weiterhin. Die Ansicht **Incidents** zeigt Aktivierungen, Filtersperren und Aktionsergebnisse.

6. Zeit-Delta und MQTT-Berechnung

Zeit-Delta: Delta verwendet den Betrag der Differenz, `abs(A − B)`, auch mit `timer_sec`. Bei `timer_sec` und NumX ist das Ergebnis `abs(timer_sec − NumX)`, unabhängig von der Reihenfolge der Operanden.

MQTT-Rechenoperanden: Numerische Signale und boolesche Signale als 0/1 werden unterstützt. Der aktuelle, gültige Messwert wird mit seiner konfigurierten Quelle abgeglichen und für den eingereihten Aktionsauftrag festgehalten.