Software-Anleitung | matriq AG

Juli 2026 | Ab Softwareversion 3.2.0

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbedingungen 1

2 Software-Layout 1

2.1 Navigationsbereich (linke Seitenleiste) 2

2.1.1 Spracheinstellungen 3

2.2 Statusleiste (obere Leiste) 3

2.3 Inhaltsbereich (zentraler Content-Bereich) 4

3 Betriebszustand 4

3.1 Systemzustände in der Software 4

3.2 Fehlermeldungen und Warnungen 5

3.2.1 UI-Interaktion mit Fehlern und Warnungen 5

4 Markierungen 5

4.1 Einstellung der Markierungsmuster 6

4.2 Fine-Tuning des Markierungskontrastes 9

4.3 Design of Experiments (DoE) 10

4.3.1 Schritt 1 10

4.3.2 Schritt 2 11

4.3.3 Schritt 3 12

4.3.4 Durchführung 13
4.3.5 Resultat 14
4.4 Anzeige der Markierungen 15
4.5 Export der Markierungen 17
5 Schnittstellen 18
5.1 Netzwerk 18
5.2 OPC UA 19
5.2.1 OPC UA Client-Modus 19
5.2.1.1 Funktionsprinzip (Beispiel Arburg Maschine) 19
5.2.1.1.1 Arbeitsablauf bei Arburg-IMM 20
5.2.1.1.2 Konfiguration im LinQ UI 20
5.2.2 OPC UA Server-Modus (Beta Stand) 21
5.2.2.1 Node – Struktur 21
5.2.2.1.1 Zentrale Nodes 22
6 MQTT 22
6.1 Anforderungen 22
6.2 Allgemeine technische Spezifikationen 23
6.3 Benutzeroberfläche 23
6.3.1 Produktionsansicht 23
6.3.2 Modusauswahl 25
6.4 MQTT-Betriebsmodi 28
6.4.1 MQTT-Servermodus 28

6.4.2 MQTT-Clientmodus 29

7 Einstellungen 30

7.1 NTP-Server und Zeitzonen 30

7.1.1 Vorgehensweise beim Einrichten der Zeitserver 31

8 Updates der matriq Plattform 31

8.1 Vorgehensweise bei matriq Updates 32

9 Informationen und Diagnostik 33

9.1 Kontaktinformationen 33

9.2 Statusbericht 34

9.3 Übersicht der angeschlossenen Hardware 34

10 Diagnose 35

10.1 Insert-Zustand 35

10.2 Live-Sensoren 37

1 Vorbedingungen

Diese Anleitung setzt voraus, dass die Betriebsanleitung gemäss matriq_DM-qode_BA1_Rev03 erfolgreich abgeschlossen wurde. Das Gerät muss eingeschaltet und das matriq Tablet daran angeschlossen sein. Das Dashboard wird automatisch geladen.

2 Software-Layout

Die Benutzeroberfläche kann plattformübergreifend verwendet werden sowohl auf Touch-basierten Tablets als auch auf Desktop-PCs mit Maus- und Tastatureingabe. Von nicht matriq Geräten aus kann das Dashboard per Eingabe der IP im Browser aufgerufen werden.

Die Anwendung gliedert sich in drei zentrale Bereiche: Navigationsbereich, Statusleiste und der Inhaltsbereich.

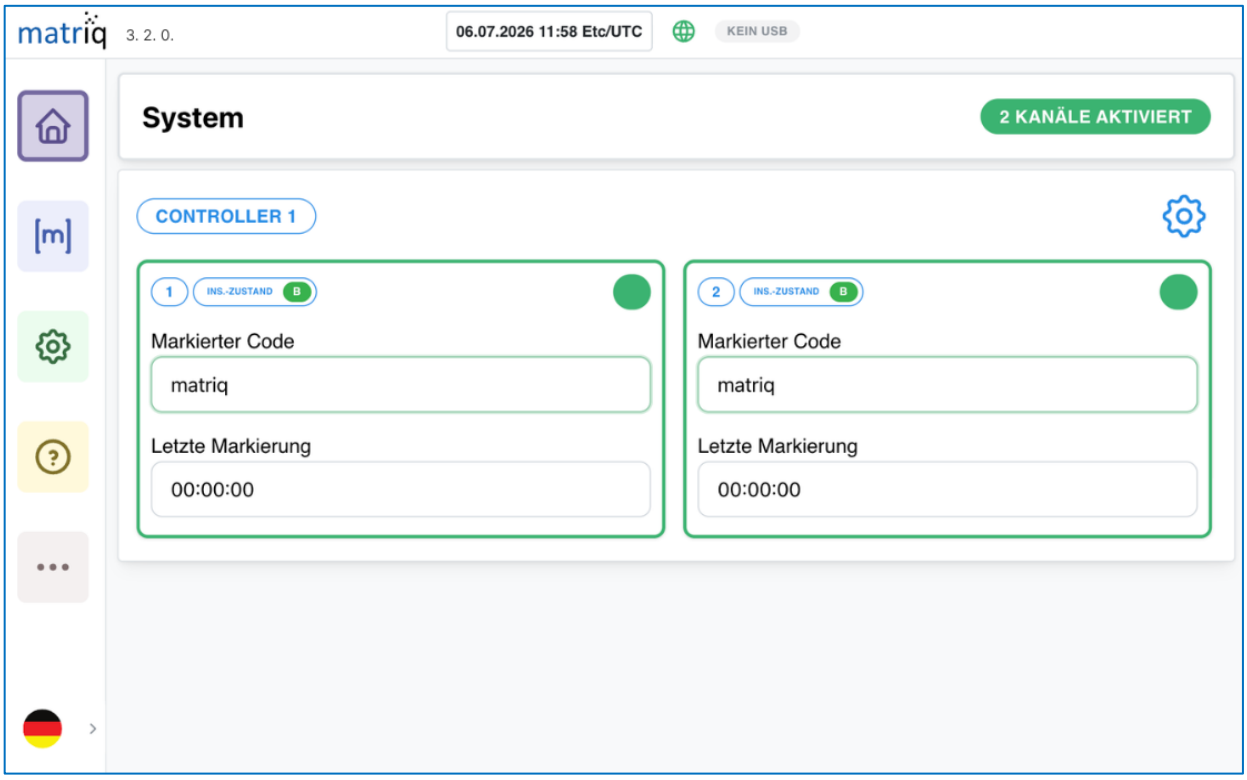

Abbildung 1 Darstellung Dashboard mit Navigationsbereich (links), Statusleiste (oben), Inhaltsbereich (mittig)

2.1 Navigationsbereich (linke Seitenleiste)

Links befindet sich eine vertikale Seitenleiste, mit Icons zur Navigation:

Startseite
Übersicht mit allen zentralen Informationen auf einen Blick: aktueller Produktionsstatus, Systemmeldungen, Zugang zur Steuerung der Markierungen.

Markierungen
Zeigt eine Historie der zuletzt erzeugten DataMatrix-Codes inkl. deren Metadaten und Statusinformationen.

Einstellungen
Zugang zu Systemkonfigurationen: Netzwerk- und Geräteeinstellungen, sowie Anpassung von Schnittstellen (z. B. OPC UA, Time Server etc.).

Hilfe
Systeminformationen wie Software-Version, aktuelle Hardwarekonfiguration und verbundene Module.

Weitere Optionen
Bietet zusätzliche Funktionen: Diagnose, Aktualisieren, Screenshot und Admin-Login. Die Abbildung unten zeigt das Dashboard im Admin-Modus.

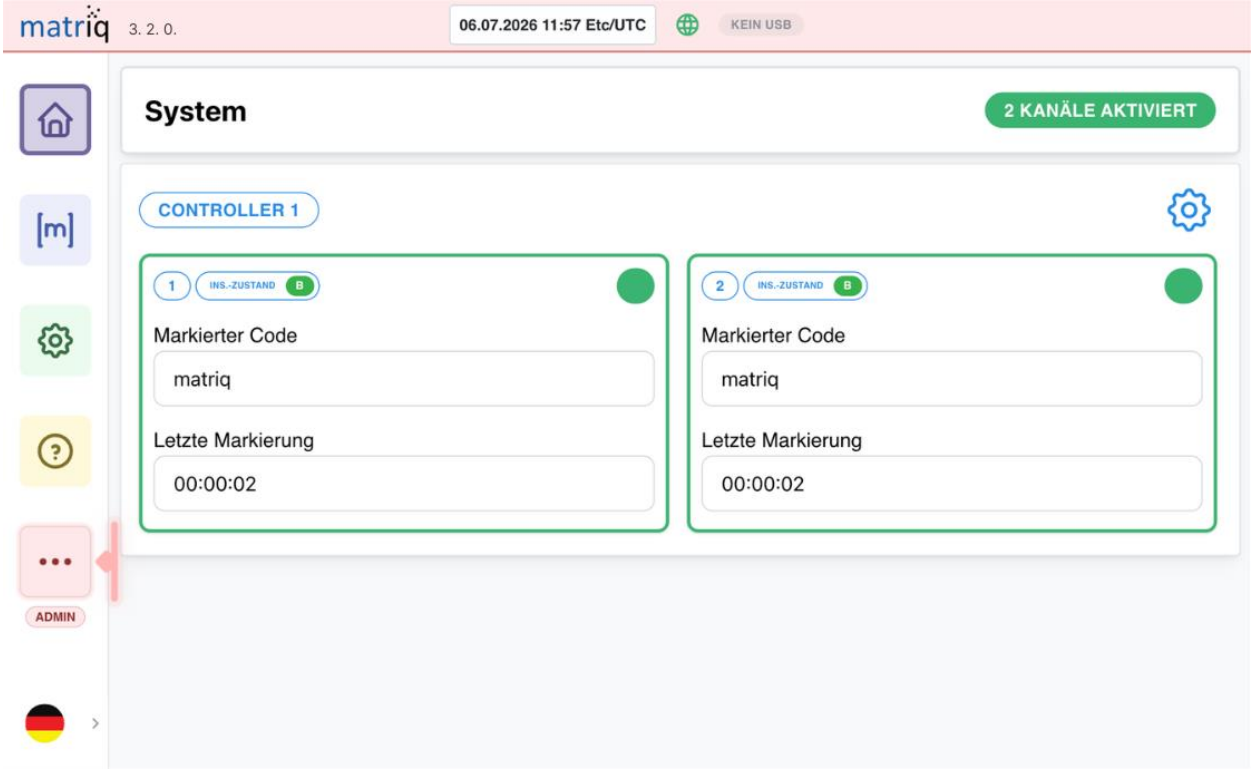

Abbildung 2 Aktiver Admin-Modus

Der Admin-Modus kann über den Button „Weitere Optionen“ mit den drei Punkten verlassen werden. Dazu im Popover-Menü „Admin-Modus verlassen“ auswählen.

2.1.1 Spracheinstellungen

Am unteren Rand des Navigationsbereiches befindet sich die Sprachauswahl. Über das Länder-Icon kann die Sprache gewechselt werden. Zurzeit werden Deutsch und Englisch unterstützt.

2.2 Statusleiste (obere Leiste)

Am oberen Rand der Anwendung befindet sich eine horizontale Statusleiste:

- Zentriert: Die aktuelle UTC-Systemzeit kombiniert mit der Darstellung, ob die Zeit aktiv mit konfigurierten Zeitservern synchronisiert wurde.
- Rechtsbündig: Kontextabhängige Systemstatusmeldungen, wie z. B. «Neustart erforderlich», «Aktualisierung bereit» etc.

Die Statusleiste liefert kontinuierlich Feedback über den Zustand des Systems.

2.3 Inhaltsbereich (zentraler Content-Bereich)

Der Hauptbereich der Benutzeroberfläche zeigt jeweils die aktuell gewählte Ansicht an, abhängig von der im Navigationsmenü getroffenen Auswahl. Typische Inhalte sind:

- Übersicht der angeschlossenen Module
- Detailansichten zu einzelnen Markierungen
- Formularmasken zur Konfiguration von Geräten oder Schnittstellen
- Systemlogs oder Diagnoseinformationen

3 Betriebszustand

Die DynamicMold® Software signalisiert unterschiedliche Betriebszustände der Applikation, sowohl im Dashboard als auch auf dem Gehäuse des LinQ durch die Status-LEDs. Zur Weitergabe des Zustands an die Maschine besteht auch ein Error-Kontakt. Diese Zustände spiegeln sowohl software- als auch hardwarebezogene Systeminformationen wider.

3.1 Systemzustände in der Software

Es gibt mehrere Zustände das das System einnehmen kann:

Zustand	Beschreibung	UI - Status Farbe	LED am LinQ	Error Kontakt
Stillstand	Das System ist betriebsbereit, führt aber keine Markierungen aus.	Orange	Blau	Aktiv
Aktiv	Der Markierprozess läuft fehlerfrei. Alle Systeme sind im Normalbetrieb.	Grün	Grün	Inaktiv
Fehler	Ein kritischer Fehler ist aufgetreten. Der Markierprozess ist nicht gewährleistet.	Rot	Rot	Aktiv
Boot-Mode	Das System befindet sich im Boot-Modus. Dieser Modus ist primär für Techniker relevant.	Blau	Blau	Aktiv

3.2 Fehlermeldungen und Warnungen

Der Controller meldet sowohl Fehlermeldungen als auch Warnmeldungen welche im UI-Dashboard angezeigt werden:

- Warnungen: Haben keinen direkten Einfluss auf den Systemstatus.
- Fehler: Führen unmittelbar zur Auslösung des Error-Zustands. In diesem Fall wird der Error-Kontakt aktiviert.

3.2.1 UI-Interaktion mit Fehlern und Warnungen

Im Tablet-Dashboard wird stets angezeigt, welcher Kanal bzw. welches Modul eine Warnung oder einen Fehler gemeldet hat. Bei Auswahl des betroffenen Moduls öffnet sich ein Informationsfenster, das detaillierte Angaben zur jeweiligen Meldung enthält, einschliesslich Klassifikation (Warnung/Fehler), Beschreibung sowie mögliche Handlungsempfehlungen (wie z. B. das Zurücksetzen des Moduls).

4 Markierungen

Das System kann mit bis zu vier Kanälen mit je einem Insert daran ausgerüstet sein.

Die Konfiguration der einzelnen Kanälen erfolgt mittels:

- Auswahl des Inhalts der Markierung (z. B. alphanumerische oder codierte Inhalte).
- Anpassung des Markierungsverhaltens je nach eingesetztem Material, sowie die Festlegung des Markierungsmodus pro Modul.

Damit die Markierungsfunktion aktiv ist, muss erfüllt sein:

- Der Controller ist korrekt mit dem LinQ verbunden.
- Mindestens ein Insert ist an einem Kanal des Controllers angeschlossen.
- Der betreffende Kanal hat die Markierung auf «AKTIVIERT» gesetzt und befindet sich in einem fehlerfreien Zustand.

Sobald alle Voraussetzungen erfüllt sind, läuft der Markierungsprozess vollständig autonom ab:

- Das System erkennt den eintreffenden Kunststoff am Insert (per Sensor).
- Die Markierung wird automatisch ausgelöst, ohne manuelles Eingreifen.

Im UI-Dashboard der matriq Plattform sind alle aktiven Markierungsvorgänge einsehbar. Für jedes aktive Modul werden folgende Informationen angezeigt:

- Der aktuelle Status.
- Ein visuelles Feedback zur letzten erfolgreichen Markierung.
- Zustand des angeschlossenen Inserts.
- Mögliche Warnungen oder Fehlerhinweise.

Die Markierungen werden fortlaufend erstellt, solange die Maschine Bauteile produziert und die Markierung für den jeweiligen Kanal aktiviert («AKTIVIERT») ist.

4.1 Einstellung der Markierungsmuster

Die matriq Plattform ermöglicht die Definition und Konfiguration individueller Markierungsmuster, die beim Markiervorgang im Spritzgussprozess verwendet werden. Je nach Anwendungsfall stehen verschiedene Muster-Typen (Codequelle) zur Verfügung, um den Markierungsinhalt dynamisch oder statisch zu gestalten.

Um diese Einstellungen vorzunehmen, muss im UI-Dashboard der entsprechende Kanal ausgewählt werden. Hier öffnet sich ein Pop-Up mit der Musterkonfiguration-Sektion «Markierung» vorausgewählt. Um Änderungen an den Einstellungen vorzunehmen, muss die Markierfunktion deaktiviert sein. Falls eine Warnung oder Fehler vorhanden ist, wird die detaillierte Anzeige zur Warnung oder Fehler als erstes Fenster dargestellt.

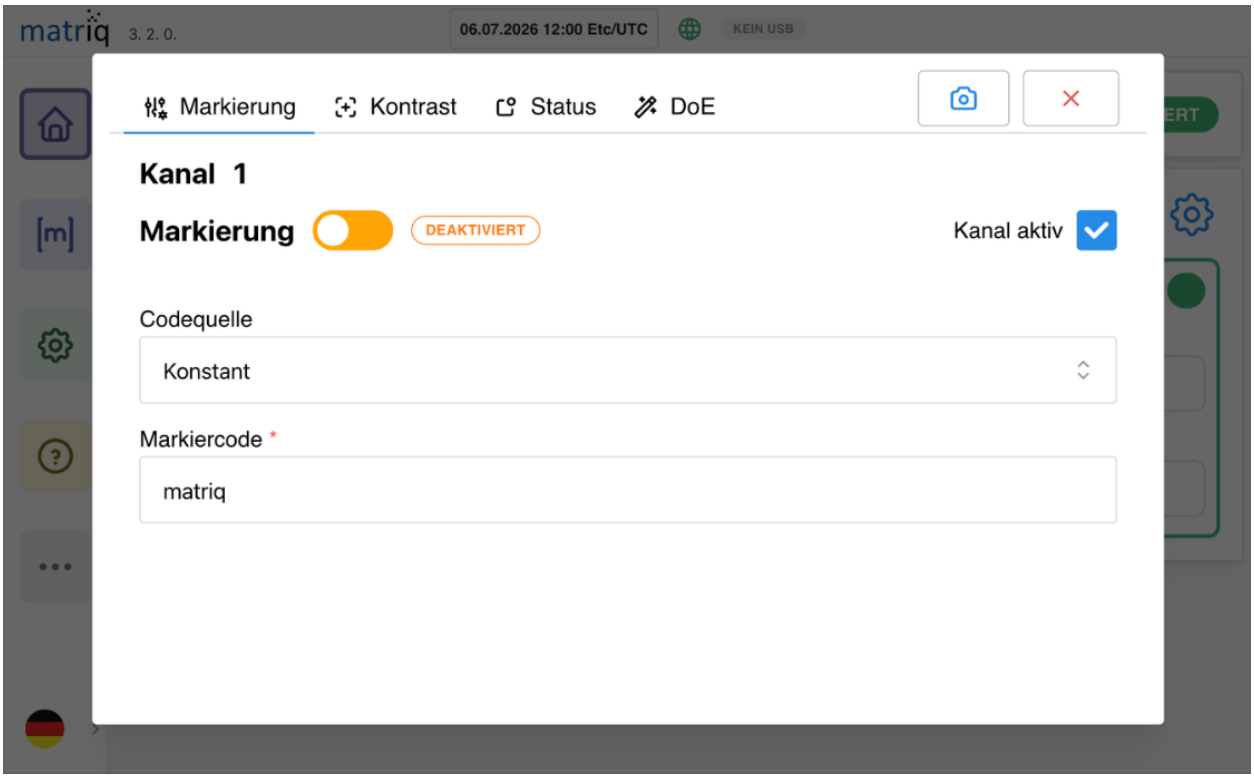

Abbildung 3 Markierkonfiguration Popup

Verfügbare Markierungsmuster:

- **Konstant**: ein konstanter, alphanumerischer Code (Zeichen A-Z, a-z, 0-9)
- **Hochzählen**: Eine zehnstellige Nummer welche automatisch hochgezählt wird; Startwert und Schrittweite sind einstellbar
- **Konstant + Hochzählen**: Eine Kombination aus einem festen Präfix (bestehend aus zwei alphanumerischen Zeichen) und einem Zähler mit sechs Stellen. Bsp.: AB000001, AB000002, AB000003 etc.
- **Unix-Zeitstempel**: Der aktuelle Zeitstempel der Markierung in UTC-Zeit. Die Darstellung erfolgt im Format eines 10-stelligen Unix-Timestamps (Sekunden seit dem 01.01.1970, 00:00 UTC). Beispiel: 1747778400 entspricht z. B. dem 21. Mai 2025, 00:00:00 UTC.
  Hinweis: Die Genauigkeit des Zeitstempels hängt direkt von der Synchronisation mit einem zuverlässigen Zeitserver ab (siehe Kapitel *7.1 NTP-Server und Zeitzonen*).
- **Zufällig**: Für jedes Bauteil wird eine quasi-zufällige zehnstelliger Nummer markiert. Dieser Modus eignet sich primär für Testzwecke und ist nicht für produktive Serienfertigung empfohlen.
- **MQTT-Dienst:** Markiert Seriennummern, die über die MQTT-Schnittstelle empfangen werden. Verfügbare Nummern werden von den Kanälen abgerufen. Detaillierte Informationen hierzu sind in Kapitel *6 MQTT* beschrieben.

Alle Konfigurationsänderungen werden automatisch gespeichert, sofern keine Fehler vorliegen. Der Markiervorgang startet, sobald «Marking» auf ENABLED gesetzt wird, wodurch die konfigurierte Markierlogik für den Kanal aktiviert wird. Dies ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt.

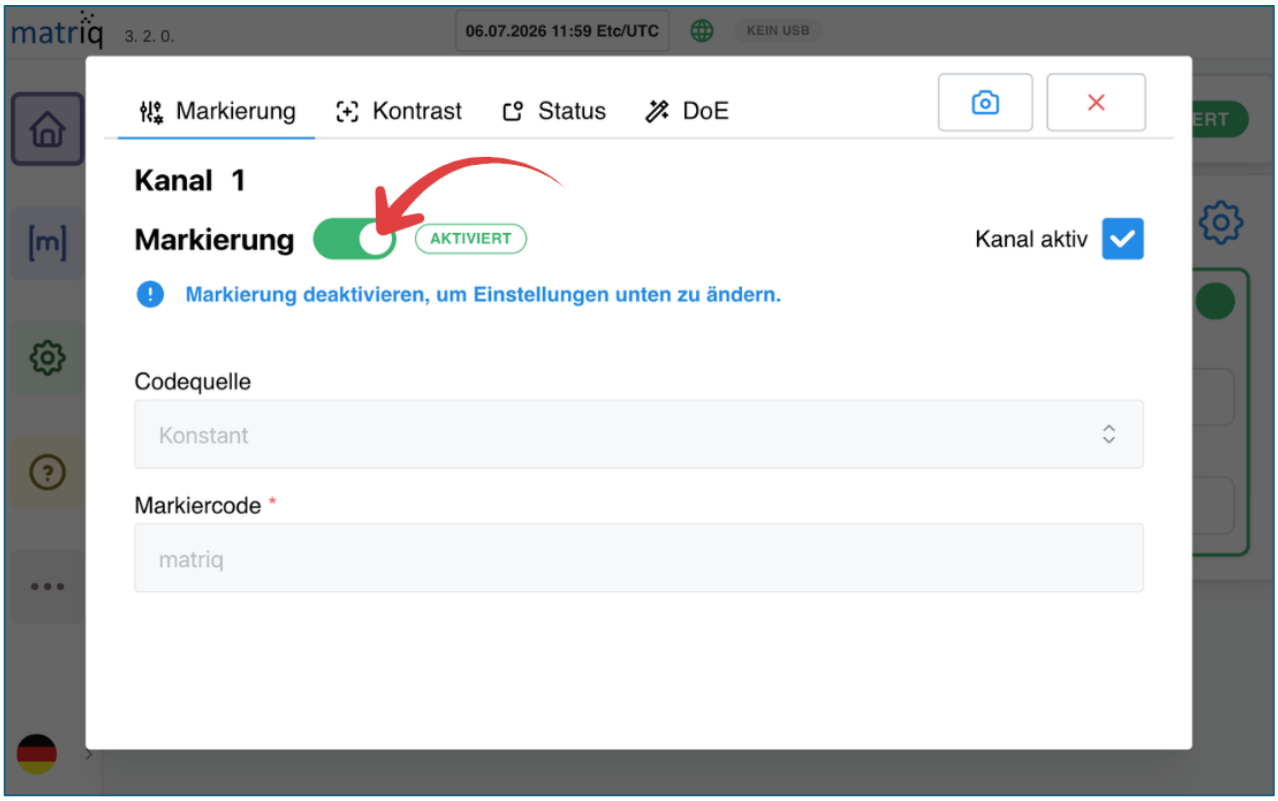

Abbildung 4 Kanalstatus auf AKTIVIERT setzen

4.2 Fine-Tuning des Markierungskontrastes

Je nach Material und Bauteilform sind unterschiedliche Heizparameter einzustellen, um den besten Markierkontrast zu erhalten. Die Parameter können sowohl bei aktivierter als auch bei deaktivierter Markierung angepasst werden. Hinweise zur Ermittlung geeigneter Parameterkombinationen sind in Kapitel *4.3 Design of Experiments (DoE)* zu finden.

Die manuelle Anpassung erfolgt in der Kanal-Konfigurationsansicht unter «Kontrast»:

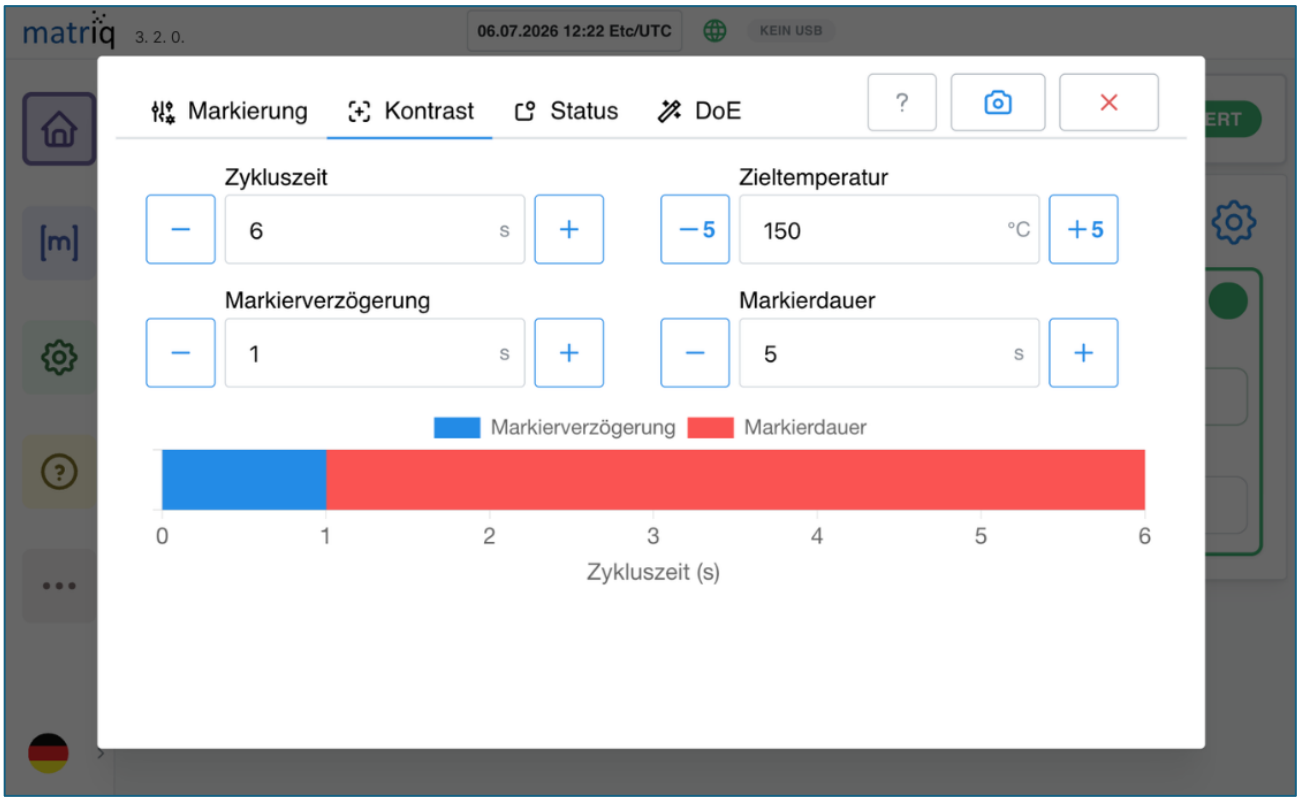

Abbildung 5 Kontrast Einstellungen Pop-Up

- Zykluszeit: Gesamtdauer eines Spritzgusszyklus, damit der Markierprozess stoppt, bevor der nächste Bauteil erzeugt wird (typischerweise 5-20s).
- Markierverzögerung: Verzögerung zwischen Materialerkennung (Trigger) und Markierbeginn (typischerweise 0-10s).
- Markierdauer: Zeitfenster für den Markierprozess.
- Zieltemperatur: Zieltemperatur Insert (typischerweise 90-150°C)

Änderungen werden automatisch gespeichert und ab der nächsten Markierung angewendet.

4.3 Design of Experiments (DoE)

Die Funktion Design of Experiments (DoE) bietet einen strukturierten Ansatz zur Ermittlung der optimalen Parameterkombination für einen bestimmten Polymertyp. Dabei werden die drei Parameter Markierdauer, Markierverzögerung und Zieltemperatur berücksichtigt. Der Prozess kann in der Kanalansicht über den Reiter «DoE» gestartet werden und besteht aus drei Schritten.

4.3.1 Schritt 1

Zu Beginn muss ein Preset ausgewählt werden. Dieser Preset dient als Ausgangspunkt für die Parameteroptimierung. Die im nächsten Schritt vorgeschlagenen Parameterwerte werden daraus abgeleitet. Standardmässig wird die aktuelle Konfiguration von Kanal 1 verwendet.

Zusätzlich müssen die Zykluszeit der entsprechenden Maschine sowie ein Code-Präfix angegeben werden. Das Präfix bildet den ersten Teil des Markiercodes. Der vollständige Markiercode setzt sich aus dem Präfix, der Kanalnummer und einer fortlaufenden Nummer beginnend bei 001 zusammen.

Abschliessend können die Kanäle ausgewählt werden, die in den DoE-Lauf einbezogen werden sollen. Die gleiche DoE-Konfiguration wird auf alle ausgewählten Kanäle und Inserts angewendet.

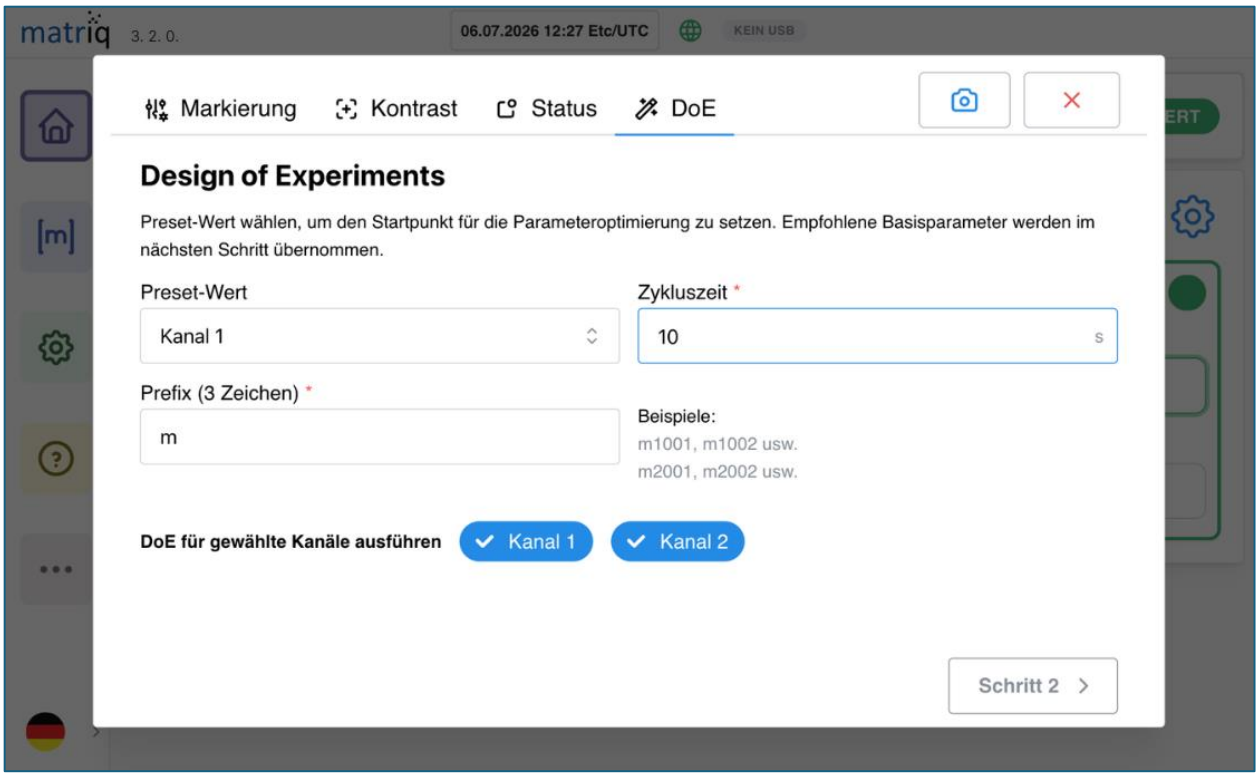

Abbildung 6 DoE Konfiguration - Schritt 1

4.3.2 Schritt 2

Im zweiten Schritt werden die Parameterwerte definiert, die während des Experiments getestet werden sollen.

Für jeden Parameter kann die Anzahl der zu testenden Werte zwischen eins und sieben festgelegt werden. Die einzelnen Werte werden automatisch anhand eines Mittelwerts und einer Schrittweite berechnet. Diese Einstellungen können für die Markierdauer, die Markierverzögerung und die Zieltemperatur jeweils individuell angepasst werden.

Aus den definierten Parameterwerten werden automatisch alle möglichen Parameterkombinationen erzeugt.

Zusätzlich kann die Anzahl der Wiederholungen festgelegt werden. Ein Wiederholungswert grösser als eins führt dazu, dass jede Parameterkombination mehrfach markiert wird. Dadurch kann die Konsistenz und Wiederholbarkeit der Markierergebnisse beurteilt werden.

Anhand der ausgewählten Parameterwerte, der Anzahl der Iterationen sowie der Zykluszeit der Maschine werden die Gesamtanzahl der Schüsse und die voraussichtliche

Ausführungsdauer berechnet und angezeigt. Pro DoE-Lauf sind maximal 999 Schüsse zulässig.

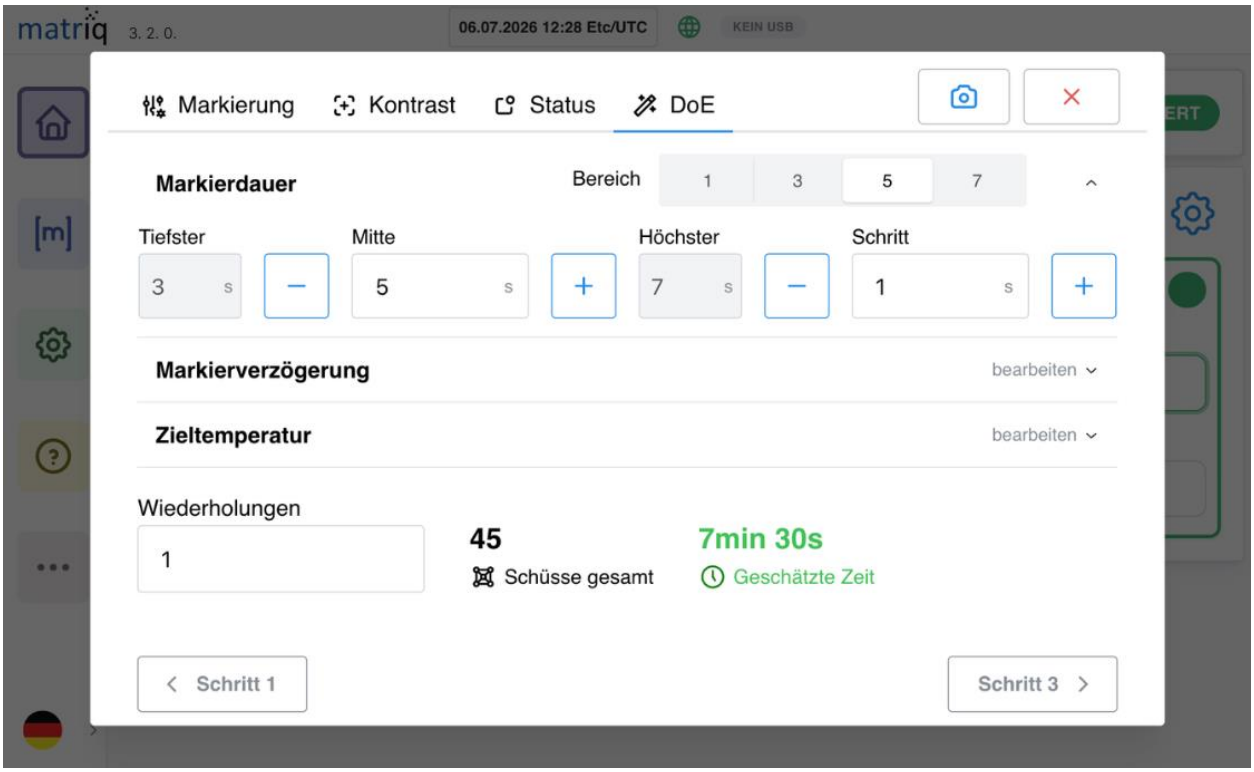

Abbildung 7 DoE Konfiguration - Schritt 2

4.3.3 Schritt 3

Im letzten Schritt werden sämtliche gewählten Einstellungen zusammengefasst. Dazu gehören die definierten Parameterwerte, das Codeformat, die ausgewählten Kanäle, die Gesamtanzahl der Schüsse sowie die voraussichtliche Ausführungsdauer. Dadurch kann die Konfiguration vor dem Start des Experiments nochmals überprüft werden.

Nach der Überprüfung kann der DoE-Lauf über den Button Start gestartet werden. Anschliessend beginnt der automatisierte Markierungsprozess mit den definierten Parameterkombinationen.

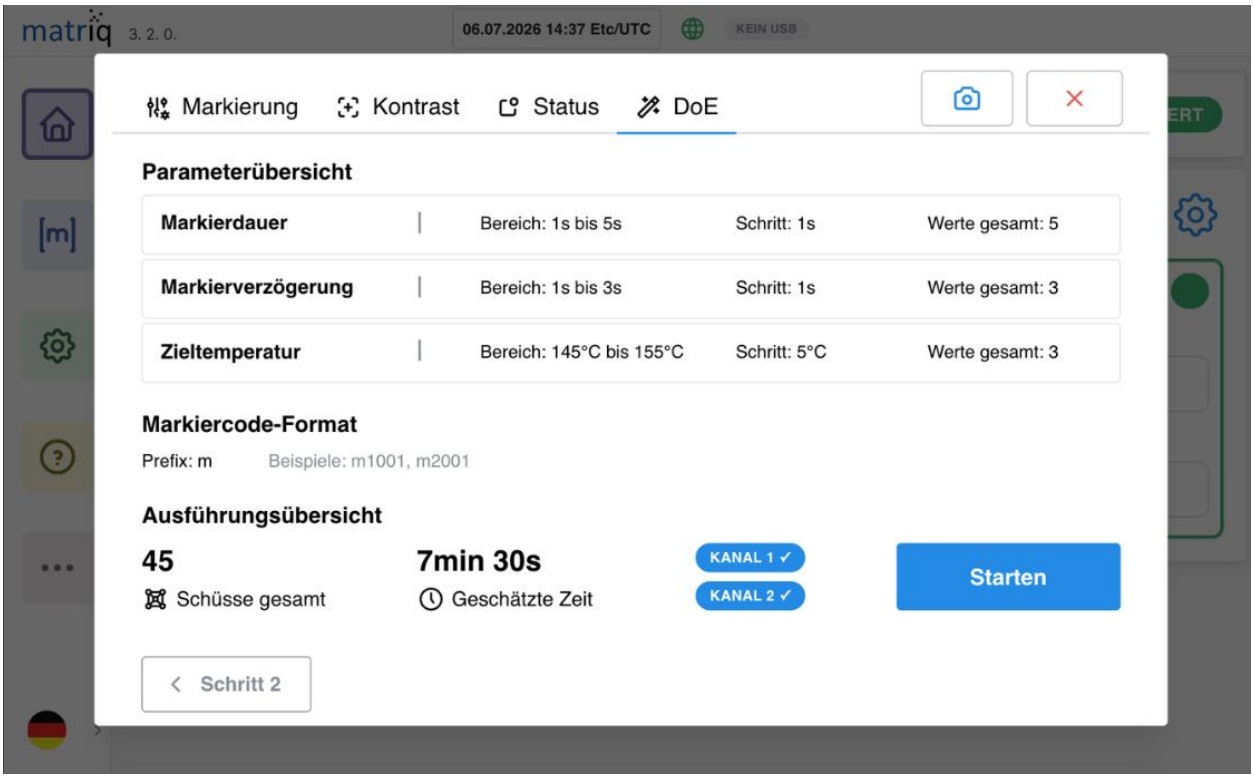

Abbildung 8 DoE Konfiguration - Schritt 3

4.3.4 Durchführung

Während der Durchführung wird der aktuelle Fortschritt des Experiments über einen Fortschrittsbalken angezeigt.

Das Experiment kann jederzeit abgebrochen werden. Alle Parameterkombinationen bleiben in der Ergebnisansicht verfügbar. Kombinationen, die vor dem Abbruch nicht physisch markiert wurden, werden als nicht abgeschlossen angezeigt.

Nach einem Abbruch kann ein DoE-Durchlauf nicht fortgesetzt werden und muss von Beginn an neu gestartet werden.

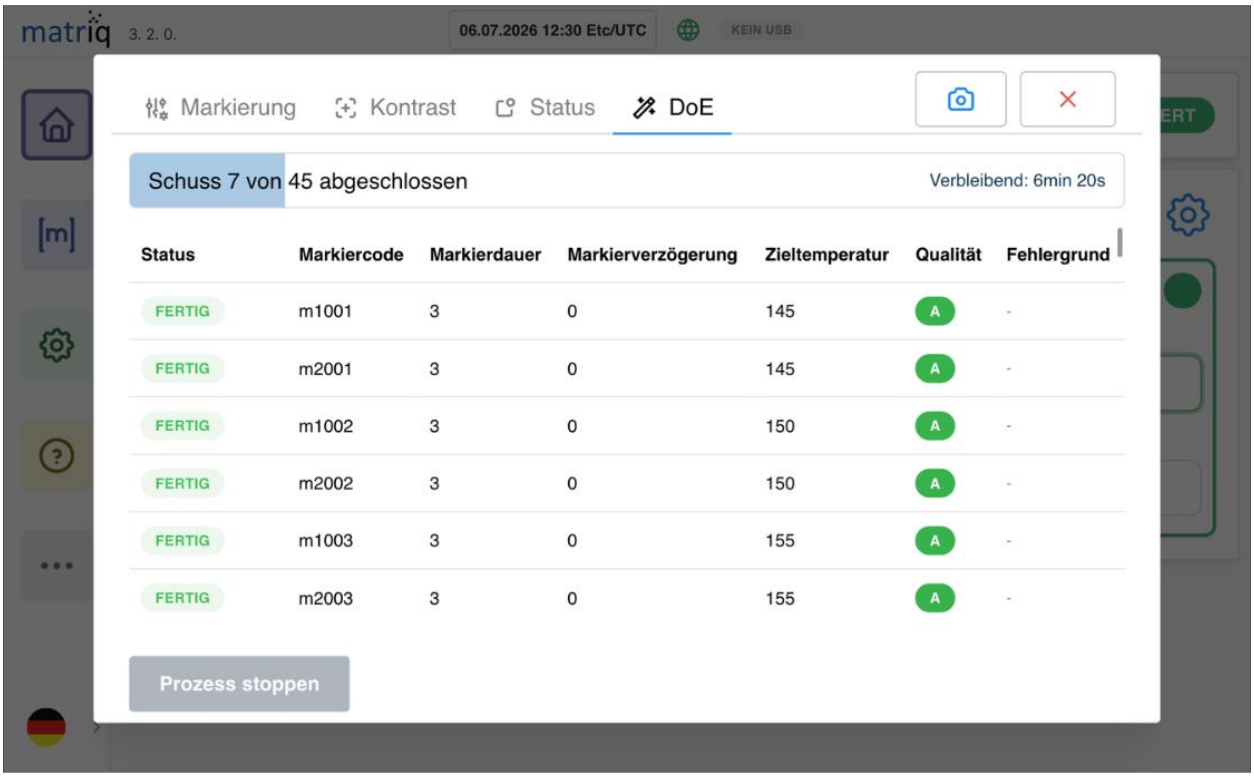

Abbildung 9 DoE Durchführung

4.3.5 Resultat

Sobald der DoE-Durchlauf abgeschlossen oder abgebrochen wurde, wird die Ergebnisansicht angezeigt. Neben den Parameterwerten werden für jede Markierung der Code Grade sowie der aktuelle Status angezeigt. Während der Durchführung aufgetretene Fehler werden ebenfalls in der Statusspalte angezeigt.

Die Ergebnistabelle bietet eine Übersicht aller getesteten Parameterkombinationen. Die markierten Bauteile müssen anschließend manuell bewertet werden, um die für die jeweilige Anwendung am besten geeignete Markierkonfiguration zu ermitteln.

Sobald eine geeignete Markierkonfiguration ermittelt wurde, können deren Kontrasteinstellungen direkt übernommen werden. Dazu für jeden Kanal die gewünschte Markierung auswählen und auf „Ausgewählte übernehmen“ klicken.

Die vollständige Ergebnistabelle einschließlich aller Parameterkombinationen und der Konfiguration des entsprechenden DoE-Durchlaufs kann über den Button „Ergebnisse exportieren“ als CSV-Datei exportiert werden.

Nach Abschluss der Auswertung kann die Sitzung über den Button „Sitzung beenden“ geschlossen werden.

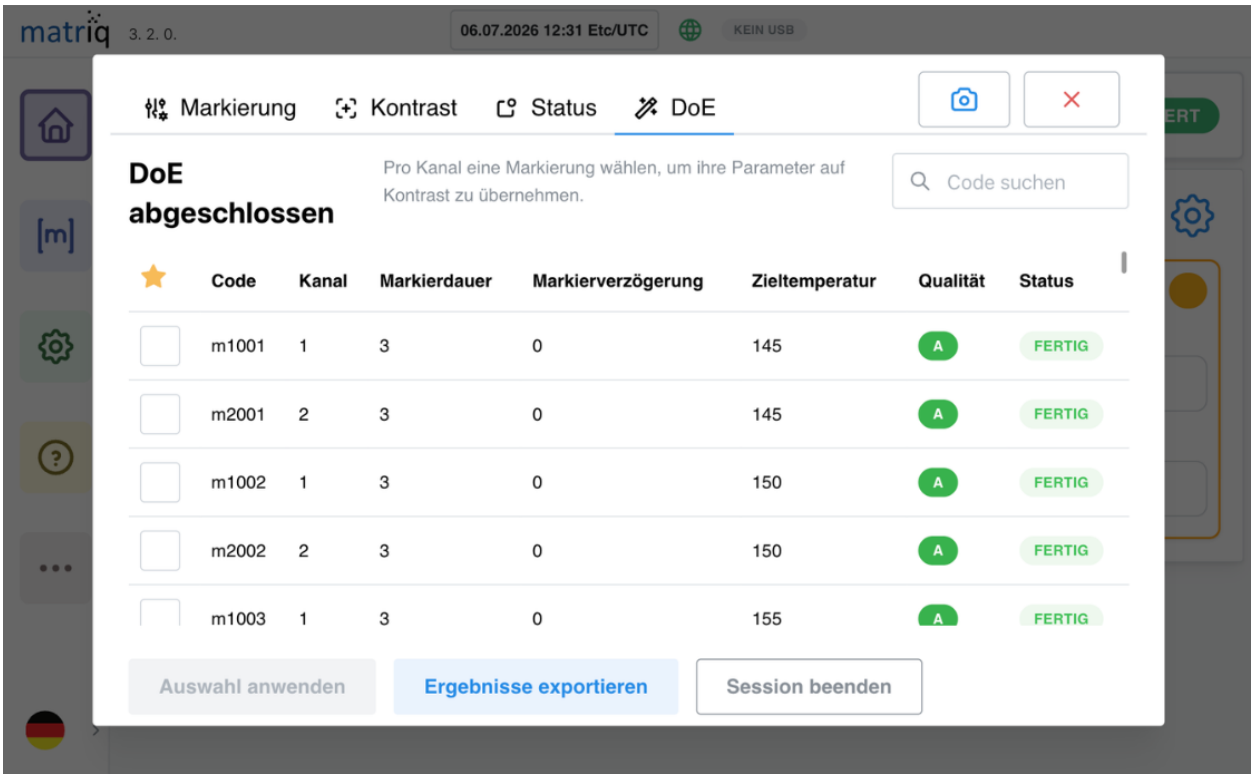

Abbildung 10 DoE Resultate

4.4 Anzeige der Markierungen

Die matriq Plattform speichert alle erstellten Markierungen fortlaufend in einer lokalen Datenbank auf dem LinQ System. Dieser Speicher wird kontinuierlich mit neuen Markierungsdaten befüllt, solange ausreichend Speicherplatz vorhanden ist. Wenn der Speicherplatz voll ist, werden die ältesten Markierungsdaten überschrieben.

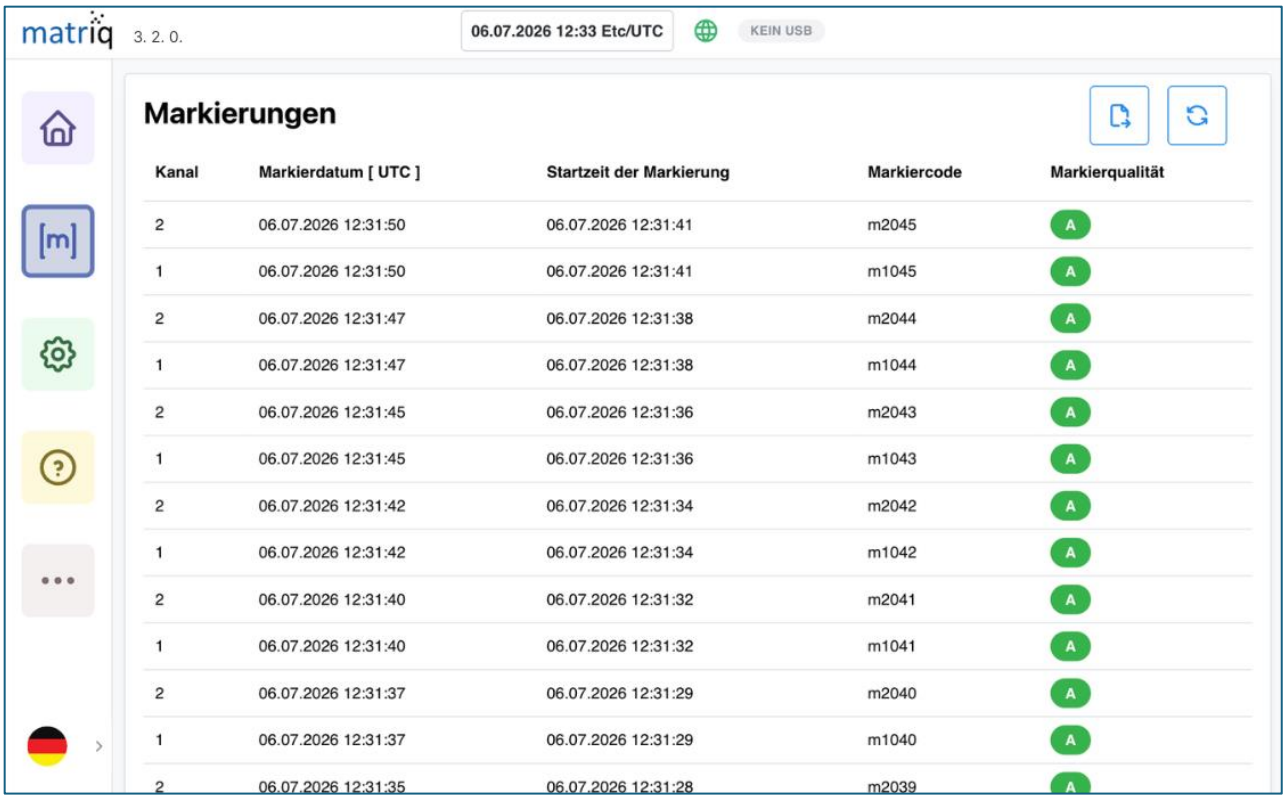

Abbildung 11 Ansicht der letzten 15 Markierungen

Die Übersichtstabelle enthält folgende Spalten:

- Kanal: Gibt an, welches Modul oder Insert die jeweilige Markierung erzeugt hat.
- Markierdatum [UTC]: Zeitstempel der Markierung in UTC-Zeit, zur systemübergreifenden Synchronisierung.
- Startzeit der Markierung: Zeitstempel des Startpunktes der Markierung im Markierungsprozess.
- Markiercode: Der markierte DataMatrix-Code oder Serienwert.
- Markierqualität: Bewertung der genutzten Fehlerkorrektur auf einer Skala von A (optimal) bis F (ungenügend). Wird aus der Verteilung vorhandener defekter Heizerpixel für den jeweiligen Code berechnet. Sie liefert jedoch keine Aussage über die Markierqualität im Sinne der Lesbarkeit (z. B. Kontrast).

4.5 Export der Markierungen

In der Markierungsansicht oben rechts befindet sich der Export-Button (Linker Knopf). Markierungen können als CSV- oder TXT-Datei exportiert werden. Es stehen drei Zeitbereiche zur Auswahl: die letzten x Markierungen, Markierungen während den letzten 24 Stunden oder ein benutzerdefinierter Zeitraum. Zudem kann der Detailgrad der exportierten Daten festgelegt werden: Basis oder Experte.

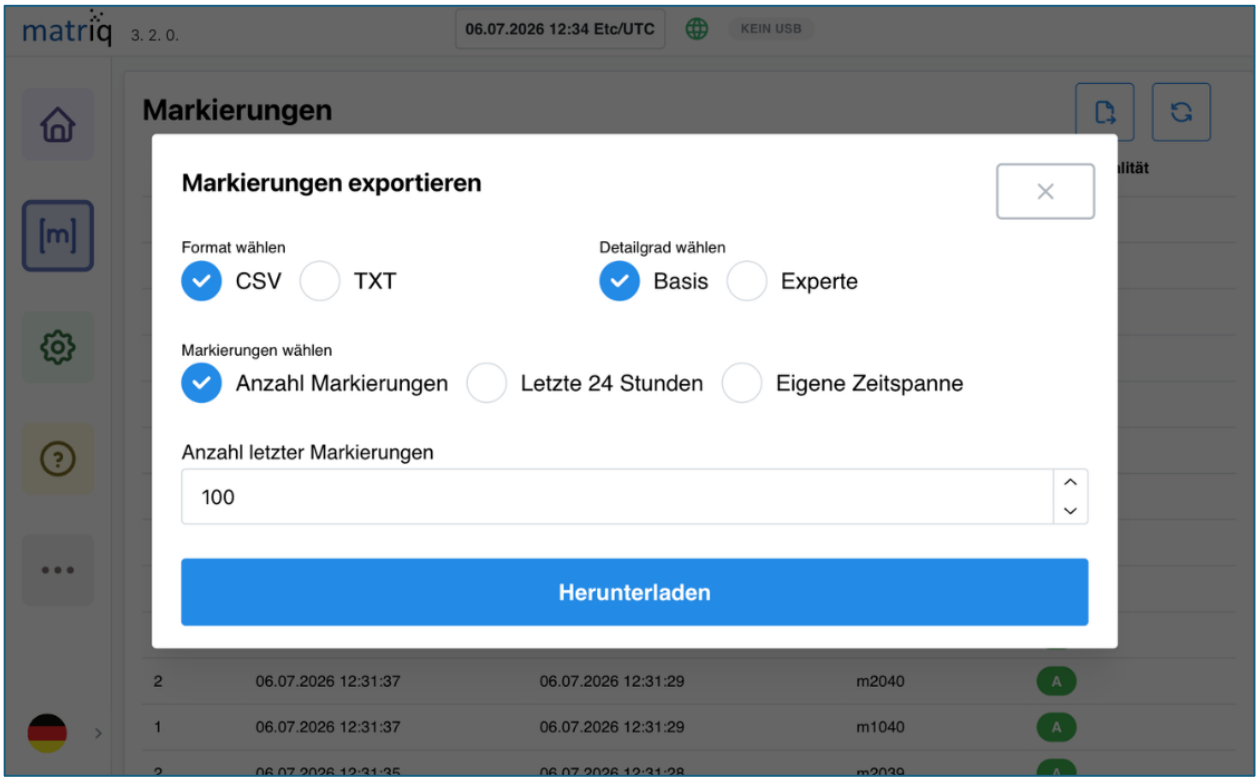

Abbildung 12 Exportoptionen für Markierungen

Im Expertenmodus werden alle verfügbaren Attribute der Markierungen exportiert. Dazu gehören allgemeine Informationen zur Markierung sowie Markierungsparameter, einschliesslich Parametern, die nicht über die Benutzeroberfläche des Tablets konfigurierbar sind.

Im Basis-Modus werden nur die Parameter exportiert, die über die Benutzeroberfläche konfiguriert werden können. Diese sind nachfolgend aufgelistet und kurz beschrieben:

- requested_code: Ursprünglich angeforderter Code
- code_grade: Bewertung der genutzten Fehlerkorrektur (A – optimal … F – ungenügend)
- marking_time: Zeitstempel der erstellten Markierung
- channel_id: ID des zugehörigen Moduls

- trigger_to_marking_delay: Markierverzögerung in ms
- marking_duration: Markierdauer in ms
- target_temperature_phase_2: Zieltemperatur in °C

5 Schnittstellen

Dieses Kapitel beschreibt die beiden Schnittstellen „Netzwerk“ und „OPC UA“ sowie deren Funktionen. Die MQTT-Schnittstelle wird separat in Kapitel *6 MQTT* beschrieben.

Alle in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen können nur von Benutzern mit der Benutzerrolle Admin geändert werden. Benutzer mit der Benutzerrolle Operator verfügen lediglich über Lesezugriff und können keine Änderungen vornehmen.

Für die Anmeldung als Admin ist im Menü auf der linken Seite der Benutzeroberfläche der Menüpunkt mit den drei Punkten auszuwählen. Anschliessend ist im eingeblendeten Menü „Admin Login“ auszuwählen.

5.1 Netzwerk

Die matriq Plattform ermöglicht eine flexible Netzwerkkonfiguration, um den Zugriff auf externe Systeme sowie die Integration in bestehende Infrastrukturen zu ermöglichen. Sämtliche Einstellungen erfolgen direkt über das UI und lassen sich an spezifische Netzwerkanforderungen anpassen.

Dazu muss zur «Einstellungen» Seite im Menü links navigiert werden und «Schnittstellen» ausgewählt werden. Die Netzwerkeinstellungen beziehen sich dabei nur auf den LAN-Ausgang. Die Netzwerksettings des «Tablet» Ausgang sind statisch und nicht konfigurierbar.

- DHCP: Ist die Checkbox aktiviert, wird die IP-Adresse automatisch vom Netzwerk bezogen. Voraussetzung dafür ist ein korrekt konfigurierter DHCP-Server im selben Netzwerksegment.
- Die MAC-Adresse des LinQ ist über den Info-Button der IP-Adresse abrufbar.
- Gateway, Subnetzmaske und DNS: Diese Parameter können bei Bedarf manuell gesetzt werden, beispielsweise zur Anbindung an spezifische Subnetze oder DNS-Server.

5.2 OPC UA

Für den Zugriff auf externe OPC UA Server kann die Client-Server-URL individuell eingetragen werden. Zusätzlich lassen sich Benutzername und Passwort für den Verbindungsaufbau konfigurieren.

Die OPC UA Schnittstelle der matriq Plattform wurde erfolgreich mit Maschinen der Marke Arburg getestet. Für eine reibungslose Integration mit anderen Maschinenherstellern kann es jedoch erforderlich sein, gerätespezifische Anpassungen vorzunehmen. Solche herstellerabhängigen Erweiterungen werden als massgeschneiderte OPC UA Konfigurationen innerhalb der matriq Software gepflegt und können bei Bedarf über das Software-Update-System verteilt und eingespielt werden (siehe Software-Updates).

Die matriq Plattform unterstützt zwei Betriebsarten für OPC UA, die sich je nach Anwendungsfall einsetzen lassen, Client- oder Server-Modus.

5.2.1 OPC UA Client-Modus

Im Client-Modus verbindet sich die Plattform aktiv mit externen OPC UA Servern (z. B. Spritzgussmaschinen, MES-Systeme oder SPS-Steuerungen) und liest deren bereitgestellte Daten aus. Zusätzlich kann der matriq Client auch Markierungsdaten zurückschreiben, z.B.:

- Aktuellen DataMatrix-Code in das Produktionsprotokoll der Maschine
- Statusinformationen zum Markierungsprozess
- Markierungsparameter

5.2.1.1 Funktionsprinzip (Beispiel Arburg Maschine)

Der LinQ-Controller verbindet sich als OPC UA-Client mit dem OPC UA-Server der Spritzgussmaschine (IMM), um vor jedem Spritzzyklus den individuellen DataMatrix-Code in das Maschinenprotokoll zu schreiben. Voraussetzung ist, dass sich LinQ und IMM im selben Netzwerksegment befinden und die IP-Adresse der Maschine bekannt ist. Die IMM muss das Beschreiben externer Felder erlauben. Bei Arburg-Maschinen geschieht dies über das Feld External Part ID (f96358).

Wichtig: Da jede Maschine (sogar baugleiche Modelle) ihren eigenen OPC UA Baum besitzt, kann die Implementierung von Maschine zu Maschine variieren.

5.2.1.1.1 Arbeitsablauf bei Arburg-IMM

Schritt	**Aktion auf der IMM**	**Aktion auf dem LinQ**
1	Feld External Part ID am Bedienpanel auf extern stellen	-
2	Start-Trigger auswählen (siehe unten)	Entsprechende ENV-Variablen anpassen oder spezifische Implementation von matriq über USB-Speicher laden.
3	Methode SetExternalPartID aufrufen	Wird automatisch durch den Client ausgelöst, sobald das Trigger-Signal kommt
4	Feld f96358 ins Produktionsprotokoll aufnehmen	-

Die Methode SetExternalPartID erwartet zwei Argumente:

- station_number (UInt32) - bei Standard-Maschinen 1
- external_part_id (String, unter 256 Zeichen) mit der gewünschten Markierung

Trigger Varianten

Variante	OPC-UA Feld	Zeitpunkt	Bemerkung
1 (Standard)	Start Cycle ns=2;i=64572	Ca. 1 s vor Zysklusstart	Funktioniert auf den meisten Arburg-Maschinen
2 (Fallback)	F14001-Last ns=2;i=245533	Zysklusende / unmittelbar vor neuem Start	Empfohlen, wenn Start Cycle nicht aktiv ist

Beide Varianten dürfen nicht gleichzeitig aktiv sein.

5.2.1.1.2 Konfiguration im LinQ UI

1. Settings > Network | OPC UA öffnen
2. OPC UA Client aktivieren (Checkbox Auswahl)
3. Client-Server-URL, Benutzername «host_computer» und Passwort «dummy_password» eintragen
4. Speichern

Hinweis: Der Arburg-OPC UA-Server akzeptiert maximal **3** parallele Clients. Falls die Plätze von anderen OPC UA Clients schon belegt sind, wird die Verbindung mit dem matriq LinQ Client nicht erfolgen.

5.2.2 OPC UA Server-Modus (Beta Stand)

Im Server-Modus stellt die matriq Plattform selbst eine OPC UA-Schnittstelle auf Port **4840 bereit** und bietet anderen Systemen (z. B. Leitrechnern oder QA-Tools) Zugriff auf markierungsrelevante Daten. Dazu zählen:

- Zuletzt generierte Markierungscodes
- Status einzelner Module
- Zeitstempel, Fehler- oder Warnmeldungen
- Diagnose- und Konfigurationsinformationen

Der Server ist über die konfigurierte IP-Adresse des Geräts und den standardisierten OPC UA Port **4840** erreichbar.

Für den Verbindungsaufbau mittels einer OPC UA Client Software sind folgende Schritte notwendig:

- Im Abschnitt Security Mode die Option «Sign&Encrypt» auswählen
- Im Abschnitt Security Policy die Einstellung «Basic256Sha256» auswählen
- Mit OK bestätigen

Im nächsten Schritt (die Darstellung kann je nach verwendeter Software leicht variieren):

- Die Benutzerauthentifizierung auf «Anonymous» setzen
- Mit OK bestätigen

Daraufhin erscheint in der Regel eine Zertifikatsabfrage:

- Das angebotene Zertifikat permanent akzeptieren

Nach kurzer Wartezeit wird die Verbindung aufgebaut und der Zugriff auf die OPC UA-Schnittstelle des Geräts ist möglich.

5.2.2.1 Node – Struktur

Der Server folgt einer festen NodeId-Einteilung im Namespace 2.

Typ	ID-Bereich	Beispiel-Enum
Objects	10000–19999	matriqLinq (= Root)
Variables	30000–39999	systemStatus, lastMarking
Methods	50000–59999	requestAllPattern

Events	abgeleitet	markingEvent, allPatternEvent

Die vollständige Zuordnung ist in der OPC-UA Komponente der matriq Software Plattform eingebettet.

5.2.2.1.1 Zentrale Nodes

Node	Typ	Zweck	Datentyp
matriqLinq	Object	Wurzelknoten	–
operation/system Status	Variable	Betriebszustand (RUNNING, ERROR, IDLE, NOT_CONNECTED)	Enum
marking/marking Event	Event	Enthält letzte Markierung als JSON CodeInfoType	-
pattern/requestAllPattern	Method	Liefert alle aktuell gültigen Markierungsmuster	-
pattern/allPattern Event	Event	Ergebnis von requestAllPattern (AllPatternType)	-
version/softwareVersion	Variable	OPC UA-Server-Version	String

6 MQTT

Die matriq Plattform unterstützt den Austausch von Markierungsdaten über MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Die MQTT-Schnittstelle wird hauptsächlich für die Übertragung von Seriennummern verwendet, die markiert werden sollen. Zusätzlich unterstützt sie Rückmeldungen zur aktuellen Verwendung von Seriennummern, zur Anzahl verbleibender Einträge im Puffer, das Zurücksetzen des internen Nummernspeichers sowie die Überwachung von Gerätestarts und Fehlerzuständen.

Es gibt zwei unterschiedliche Ansätze zur Nutzung dieser Funktionalität: den MQTT-Servermodus und den MQTT-Clientmodus.

6.1 Anforderungen

Die folgenden Systemanforderungen müssen für die MQTT-basierte Übertragung von Seriennummern erfüllt sein:

- matriq Softwareversion **3.1.4** oder höher
- Yocto-Version **2.2.55** oder höher

Zusätzlich muss die Implementierung eines externen Systems zur Bereitstellung von Seriennummern abgeschlossen sein.

6.2 Allgemeine technische Spezifikationen

Dieser Abschnitt beschreibt die allgemeinen technischen Eigenschaften der von der matriq Plattform verwendeten MQTT-Kommunikation.

- Alle MQTT-Payloads werden als JSON-Objekte im UTF-8-Format übertragen.
- Alle Zeitstempel werden als Unix-Epoch-Zeitstempel in Sekunden bereitgestellt. Dies ist gleichzeitig das einzige vom matriq System akzeptierte Format.
- Für den Verbindungsaufbau muss sich das externe System im selben Netzwerk wie das LinQ-Gerät befinden und dieses erreichen können.
- Die Kommunikation erfolgt über die Standardprotokolle mqtt://, mqtts:// oder wss://.

6.3 Benutzeroberfläche

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die MQTT-bezogene Benutzeroberfläche. Es beschreibt die Aktivierung der Funktionalität sowie relevante Konfigurationsaspekte.

6.3.1 Produktionsansicht

Zur Nutzung der MQTT-Funktionalität muss MQTT als aktuelles Markierungsmuster ausgewählt werden. Dies erfolgt durch die Auswahl des entsprechenden Kanals im Dashboard sowie die Auswahl von „MQTT Service“ im Dropdown-Menü der Codequelle. Alle angezeigten Felder sind schreibgeschützt. Sie geben einen Überblick über den aktuellen MQTT-Verbindungsstatus sowie den Status der Seriennummernverarbeitung während des Betriebs.

Die Verbindung zum MQTT-Broker hängt vom ausgewählten MQTT-Modus ab. Sobald die Verbindung erfolgreich hergestellt wurde, wird der Verbindungsstatus als „Verbunden“ angezeigt. Zusätzliche Verbindungsdetails können über das Informationssymbol eingesehen werden.

Sobald das matriq System einen Batch von Seriennummern empfängt, werden die angezeigten Werte aktualisiert und zeigen die Anzahl der aktuell auf dem Gerät gespeicherten verfügbaren Codes an. Wenn die Markierung aktiviert ist und der Kanal mit der Verarbeitung von Markierungen beginnt, wird das Feld „Nächste Markierung“ fortlaufend aktualisiert. Zusätzlich zeigt das Feld „Markierte Codes“ die Anzahl der Seriennummern an, die bereits von diesem Kanal markiert wurden.

In dem seltenen Fall, dass keine Seriennummern mehr für die Markierung verfügbar sind, besteht das Standardverhalten des matriq Systems darin, stattdessen Unix-Zeitstempel zu markieren. Falls dieses Verhalten nicht gewünscht ist, kann es über den entsprechenden Switch in der MQTT-Konfiguration deaktiviert werden.

Ein Beispiel dieser Ansicht ist unten dargestellt.

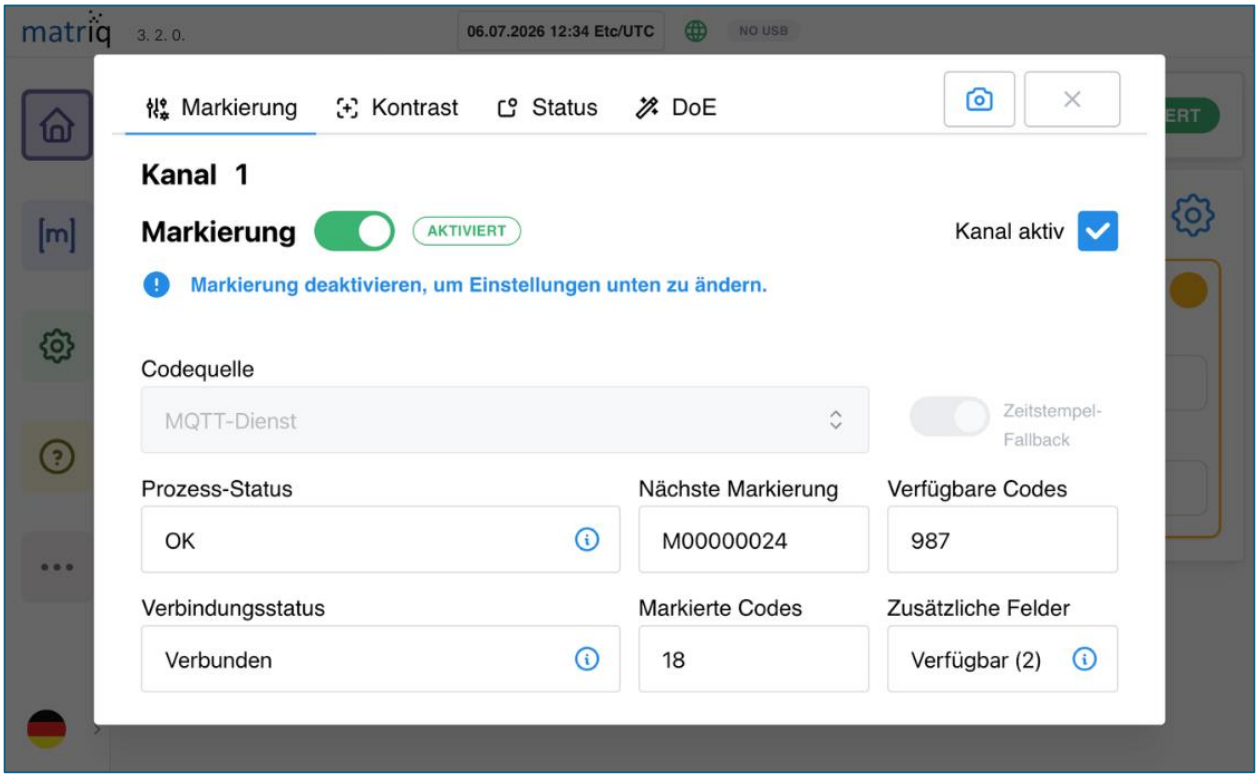

Abbildung 13 MQTT-Dienst Übersicht

6.3.2 Modusauswahl

Generell wird der MQTT-Servermodus als Standardmodus verwendet. Um zwischen Server- und Clientmodus zu wechseln, ist eine Anmeldung mit der Benutzerrolle Admin erforderlich, da Benutzer mit der Benutzerrolle Operator lediglich über Lesezugriff verfügen und diese Einstellungen nicht ändern können. Für die Anmeldung als Admin ist der Button mit den drei Punkten im Menü auf der linken Seite der Benutzeroberfläche auszuwählen. Anschliessend ist zu „Settings“ → „Interfaces“ → „MQTT“ zu navigieren. Dort kann eine Checkbox ausgewählt werden, um den MQTT-Clientmodus zu aktivieren, siehe *Abbildung 14*.

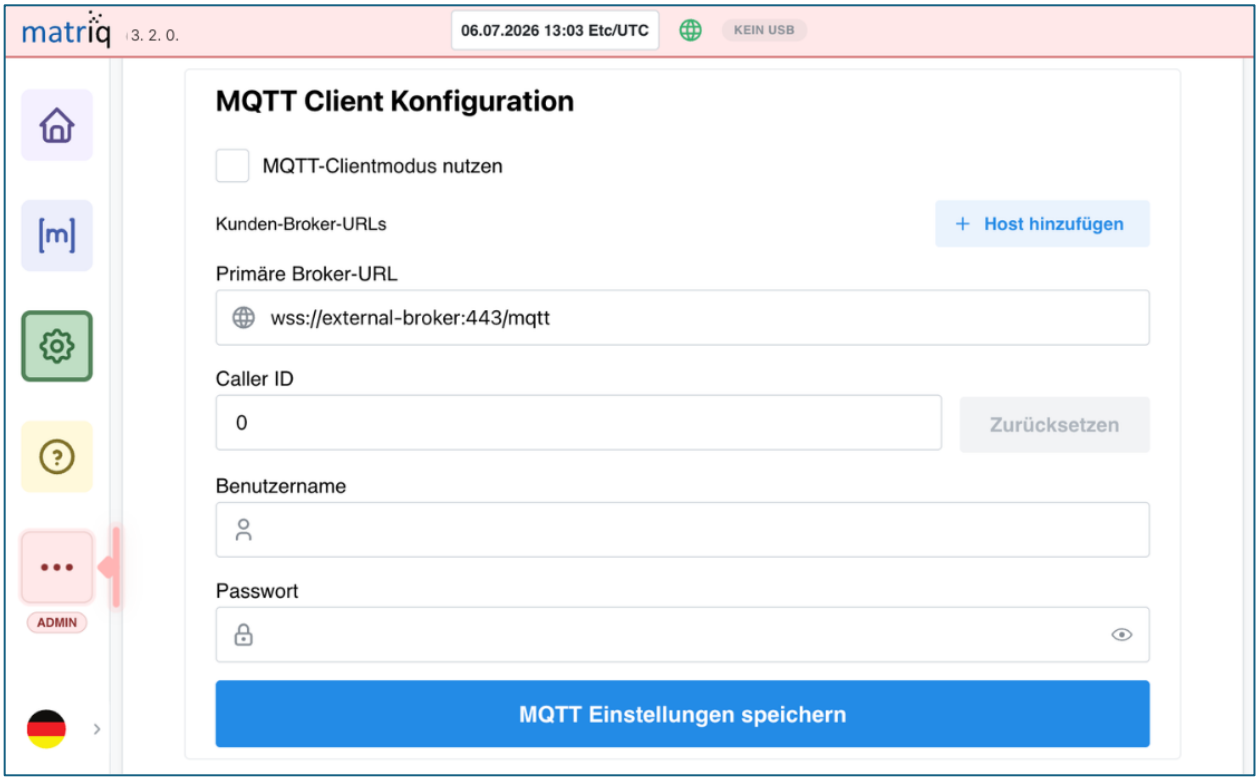

Abbildung 14 Wechsel zwischen dem MQTT-Server- und Client-Modus

Für den Aufbau einer Verbindung zum externen MQTT-Broker müssen eine primäre Broker-URL (zusätzlich können bis zu fünf verschiedene URLs hinzugefügt werden), eine Caller-ID, ein Benutzername sowie ein Passwort konfiguriert werden. Detailliertere Informationen zu diesen Parametern befinden sich in Kapitel *6.4.2 MQTT-Clientmodus*.

Sobald alle Parameter konfiguriert und gespeichert wurden, testet das matriq System die Verbindung und zeigt das Ergebnis direkt im MQTT-Client-Konfigurationsfenster an, wie im folgenden Beispiel einer erfolgreichen Verbindung dargestellt.

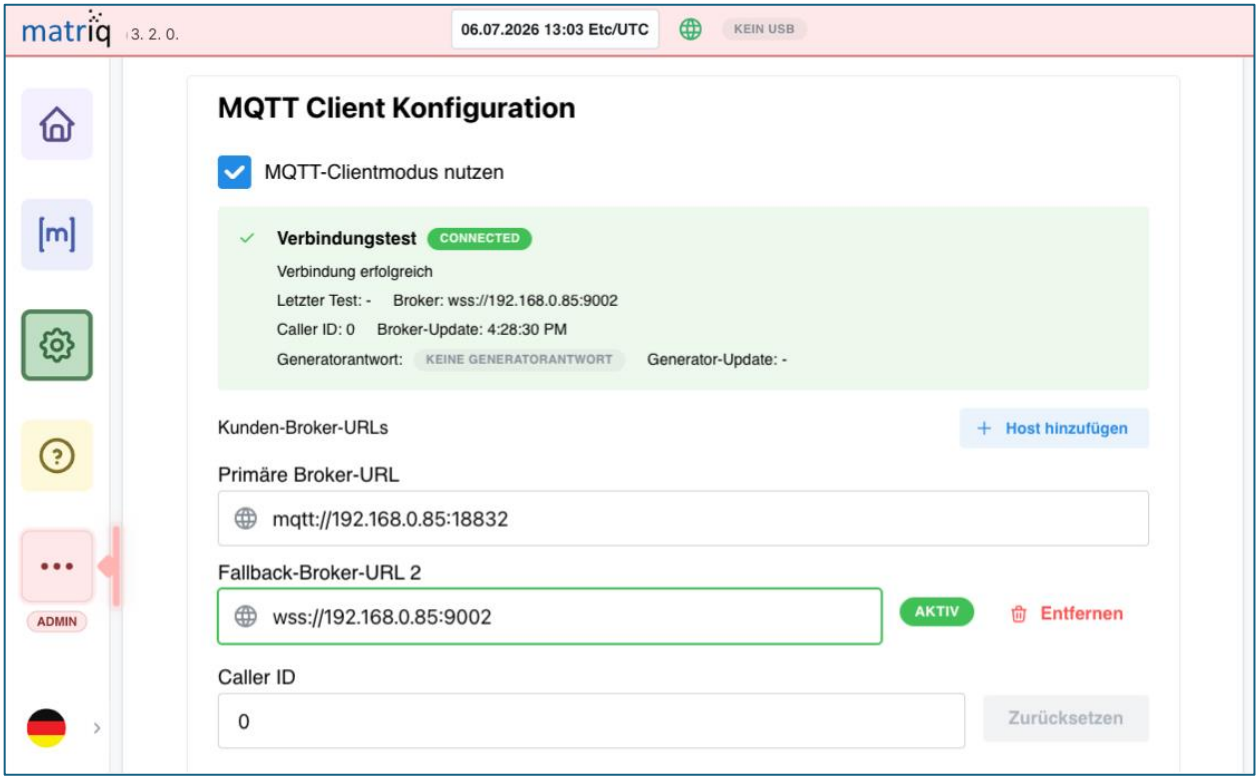

Abbildung 15 Erfolgreicher MQTT-Verbindungstest

Beim erstmaligen Aufbau einer Verbindung zu einem verschlüsselten und zuvor unbekannten Host wird ein vertrauenswürdiges Zertifikat benötigt. In diesem Fall bietet der Verbindungstest die Möglichkeit, das Zertifikat zu überprüfen, siehe *Abbildung 16*.

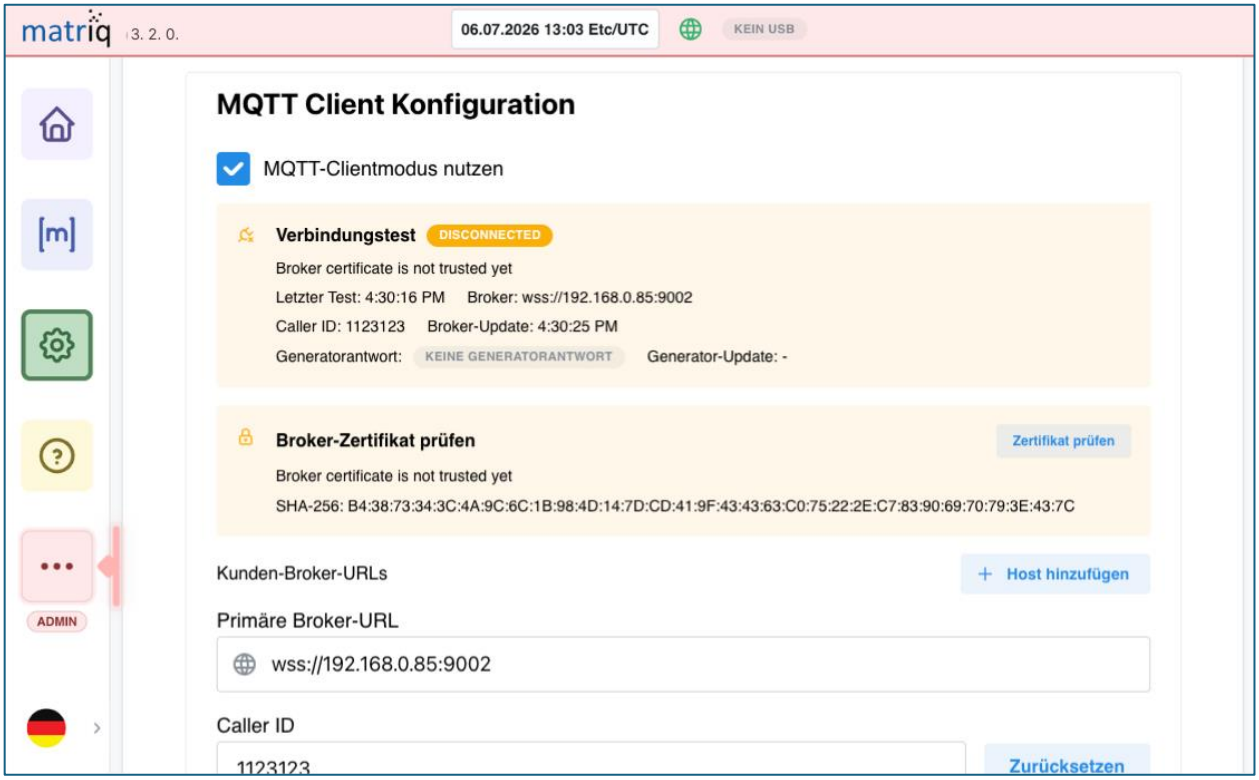

Abbildung 16 MQTT-Verbindungstest erkennt nicht vertrauenswürdiges Zertifikat

Nach Klick auf den „Zertifikat prüfen“- Button erscheint ein Overlay mit den Zertifikatsdetails, wie in *Abbildung 17* dargestellt. Anschliessend kann dem Zertifikat vertraut werden und der Verbindungstest wird automatisch erneut ausgeführt.

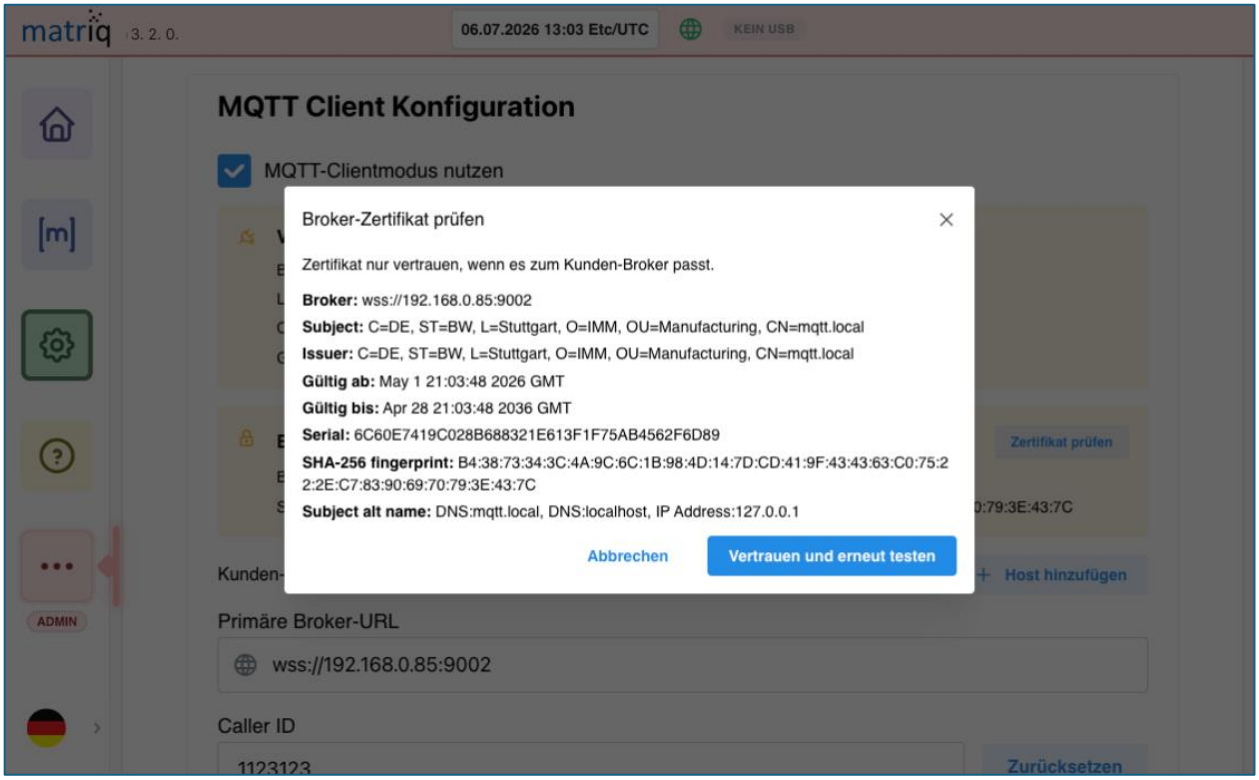

Abbildung 17 Anzeige Zentrifikatsdetails

6.4 MQTT-Betriebsmodi

Für beide Modi ist die Benutzerauswahl identisch: Das Markierungssetup muss „MQTT-Dienst“ als Codequelle verwenden. Der Unterschied besteht lediglich darin, wo die MQTT-Verbindung konfiguriert wird und welches System die Verbindung initiiert. Im Servermodus wird das externe System so konfiguriert, dass es sich über die IP-Adresse des LinQ-Geräts mit dem matriq System verbindet. Im Clientmodus wird matriq so konfiguriert, dass eine Verbindung zum externen Kunden-Broker hergestellt wird.

6.4.1 MQTT-Servermodus

Bei der Verwendung des MQTT-Servermodus fungiert das matriq System als MQTT-Endpunkt. Wie zuvor erwähnt, handelt es sich dabei um das Standardsetup. Das externe System muss mit den folgenden Parametern konfiguriert werden:

• die MQTT-Broker-Adresse von matriq
• Zugangsdaten (Benutzername und Passwort), die von matriq bereitgestellt werden
• die dokumentierten Request- und Response-Topics

Das externe System sendet anschliessend Seriennummern-Batches an matriq, fordert bei Bedarf den aktuellen Nummernstatus an und kann die gespeicherten externen Nummern zurücksetzen. Das matriq System speichert die empfangenen Nummern, verwendet sie während des Markierungsprozesses und veröffentlicht Responses, damit das externe System überprüfen kann, ob der Vorgang erfolgreich war.

Es kann jeweils nur ein Batch gleichzeitig vom matriq System verarbeitet werden. Das Senden eines neuen Batches ersetzt die zuvor gespeicherten Seriennummern.

6.4.2 MQTT-Clientmodus

Im MQTT-Clientmodus verbindet sich das matriq System stattdessen mit einem MQTT-Broker des Kunden. Dieser Modus wird verwendet, wenn der Kunde den Broker bereitstellt und erwartet, dass matriq die Verbindung aktiv herstellt.

Wie in Kapitel *6.3.2 Modusauswahl* beschrieben, muss der MQTT-Clientmodus manuell aktiviert werden. Innerhalb der MQTT-Clientkonfiguration müssen die folgenden Parameter konfiguriert werden:

- die Broker-URL des Kunden (optional können bis zu vier zusätzliche Fallback-URLs konfiguriert werden. Dadurch kann die matriq Plattform einen anderen Broker verwenden, falls der primäre Broker nicht erreichbar ist)
- MQTT-Zugangsdaten (Benutzername und Passwort)
- die Caller-ID, welche standardmässig die eindeutige Hardware-ID des Controllers verwendet. Dadurch kann der matriq Controller auf dem Kunden-Broker identifiziert werden. Alternativ kann die Caller-ID durch eine benutzerdefinierte Kennung überschrieben werden

Falls der Broker eine sichere MQTT-Verbindung wie mqtts:// oder wss:// verwendet, validiert matriq das Broker-Zertifikat. Falls das Zertifikat noch nicht als vertrauenswürdig eingestuft wurde, zeigt das Tablet die Zertifikatsdetails an und das Zertifikat muss überprüft und bestätigt werden, bevor die Verbindung hergestellt werden kann.

Nach dem Speichern der Einstellungen testet matriq die Verbindung und stellt die Verbindung zum Kunden-Broker her. Das Tablet zeigt den aktuellen Broker-Verbindungsstatus, die aktive Broker-URL, den Zeitpunkt der letzten Aktualisierung sowie die letzte Response des Seriennummern-Providers an.

Während der Produktion im Clientmodus fordert matriq automatisch neue Seriennummern vom externen System an, sobald der lokale Nummernpool niedrig wird (weniger als 10 verfügbare Nummern). Das externe System antwortet über die konfigurierten Provider-Topics mit den angeforderten Seriennummern. matriq speichert die empfangenen Nummern und verwendet sie während des Markierungsprozesses.

Nach jeder Markierung meldet das matriq System die verwendete Seriennummer zusammen mit den Kanalinformationen an den Kunden-Broker zurück. Falls doppelte Nummern empfangen werden, warnt matriq den Operator. Falls bereits verwendete Nummern zurückgegeben werden, lehnt matriq die Provider-Response ab und wartet auf eine Wiederherstellung durch den Operator.

7 Einstellungen

Über den Menüpunkt «Einstellungen» lassen sich zentrale Systemeinstellungen wie Zeit, Netzwerk oder Kommunikationsschnittstellen direkt über die UI der matriq Plattform konfigurieren.

Alle in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen können nur von Benutzern mit der Benutzerrolle Admin geändert werden. Benutzer mit der Benutzerrolle Operator verfügen lediglich über Lesezugriff und können keine Änderungen vornehmen. Für die Anmeldung als Admin ist der Button mit den drei Punkten im Menü auf der linken Seite der Benutzeroberfläche auszuwählen. Anschliessend ist im eingeblendeten Menü „Admin Login“ auszuwählen.

7.1 NTP-Server und Zeitzonen

Eine präzise Systemzeit ist essenziell für zeitbasierte Markierungen (Unix-Timestamp Markiermuster), die Protokollierung von Ereignissen und die Synchronisation mit anderen Systemen – besonders in automatisierten Produktionsumgebungen.

Die matriq Plattform unterstützt die Synchronisation der Systemzeit über sogenannte Network Time Protocol (NTP)-Server. Die Synchronisation erfolgt automatisch, sofern ein Internetzugang besteht und die vordefinierten öffentlichen Zeitserver erreichbar sind.

In abgeschotteten Netzwerken ohne Internetzugriff, etwa in produktionsinternen Intranets, kann die Systemzeit über benutzerdefinierte NTP-Quellen bereitgestellt werden. Hierzu lassen sich bis zu vier Zeitserver manuell konfigurieren, entweder als IP-Adressen oder als auflösbare Hostnamen (DNS).

Das System verwendet eine hierarchische Fallback-Strategie:

1. Es wird zunächst versucht, sich mit dem primären (obersten) Zeitserver zu synchronisieren.
2. Schlägt dieser Versuch fehl, wird automatisch der nächste konfigurierte Server in der Reihenfolge kontaktiert.
3. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis ein erreichbarer Server erfolgreich eine gültige Zeitmeldung übermittelt.

7.1.1 Vorgehensweise beim Einrichten der Zeitserver

Die Konfiguration erfolgt über den Bereich Settings > Zeitserver innerhalb der Benutzeroberfläche.

1. Zur Einstellungs-Page navigieren.
2. Den Bereich Zeitserver selektieren.
3. Bis zu vier Zeitserver eintragen – entweder als IP-Adressen (z. B. 192.168.0.100) oder als Hostnamen (z. B. ntp.localdomain).
4. Die Einstellungen speichern.

Hinweis: Es sollte sichergestellt werden, dass die eingesetzten Server dauerhaft erreichbar sind und korrekt im internen DNS registriert sind, falls Hostnamen verwendet werden.

Im rechten Bereich der Benutzeroberfläche wird der Status der Zeitsynchronisation visuell dargestellt. Hier sind unter anderem folgende Informationen erhältlich:

- Erreichter Server (Hostname/IP)
- Synchronisationsstatus (erfolgreich/fehlgeschlagen)
- Zeitabweichung in Millisekunden gegenüber dem Server

Diese Informationen helfen bei der Diagnose von Zeitabweichungen und Netzwerkproblemen.

8 Updates der matriq Plattform

Die Updates der matriq Plattform enthalten Aktualisierungen für alle operativen Applikationskomponenten, einschliesslich der Benutzeroberfläche (UI) auf dem Tablet sowie der browserbasierten Anwendungen und dem Betriebssystem. Diese Updates sorgen für neue Funktionen, Stabilitätsverbesserungen und eine durchgehend aktuelle Applikationslogik.

Softwareupdates können nur von Benutzern mit der Benutzerrolle Admin durchgeführt werden. Benutzer mit der Benutzerrolle Operator verfügen lediglich über Lesezugriff und können keine Änderungen vornehmen. Für die Anmeldung als Admin ist der Button mit den drei Punkten im Menü auf der linken Seite der Benutzeroberfläche auszuwählen. Anschliessend ist im eingeblendeten Menü „Admin Login“ auszuwählen.

8.1 Vorgehensweise bei matriq Updates

1. USB-Stick anschliessen
2. Zur matriq UI-Einstellungen-Sektion navigieren.
3. Den Bereich «LinQ Update» öffnen (dieser Bereich ist per Default schon offen).
4. Die Bereitgestellte Update-Datei (*.tar.gz oder *.rauc) im entsprechenden Datei-Feld angeben oder manuell zur Datei navigieren.
5. Das Update starten.

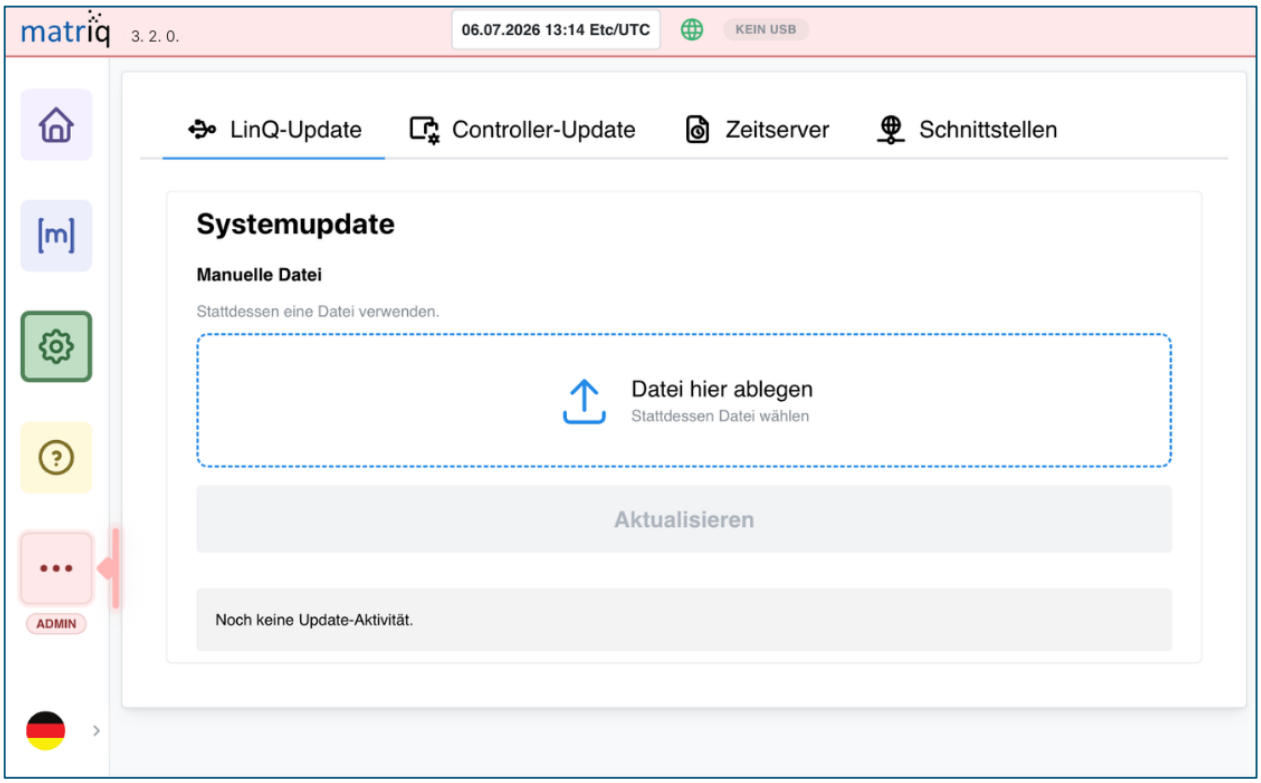

Abbildung 18 Einstellungen Page

Nach dem Start erkennt die Plattform automatisch anhand der Datei, ob es sich um eine Betriebssystem-Aktualisierung oder Software-Aktualisierung handelt. Die Update-Logik wird daraufhin aktiviert, und der Aktualisierungsvorgang beginnt.

Während des Vorgangs:

- wird der Fortschritt im Log-Bereich am unteren Rand der Benutzeroberfläche in Echtzeit angezeigt.
- werden auftretende Fehlermeldungen und Statusinformationen klar dokumentiert.
- Die Sektion übergreifende Status anzeige in der oberen Rechte Ecke der UI wird den Stand das Update anzeigen solange der Update-Prozess in Bearbeitung ist oder ein Neustart pendent ist.

Nach erfolgreicher Ausführung wird ein Hinweis zum erforderlichen Neustart eingeblendet. Der Neustart kann erst durchgeführt werden, wenn die Markierung für alle Kanäle deaktiviert ist. Erst nach diesem Neustart wird das aktualisierte System vollständig aktiviert. Falls beim Aktualisieren des Systems ein Fehler auftritt, wird automatisch auf die zuletzt funktionierende Version zurückgegriffen und das System mit dieser Version gestartet. Die aktuell installierte Software-Version ist jederzeit in der Benutzeroberfläche ersichtlich.

Wichtige Hinweise

- Der Update-Prozess darf nicht unterbrochen werden. Der USB-Stick darf erst nach Abschluss des Updates entfernt werden.
- Die matriq Updates sollten idealerweise ausserhalb der produktiven Betriebszeiten durchgeführt werden.
- Nach dem Neustart ist das dm-LinQ System vollständig betriebsbereit und befindet sich auf dem aktuellen Stand.

9 Informationen und Diagnostik

Die Informationsseite ist der letzte Menüpunkt in der linken Navigationsleiste der Benutzeroberfläche. Sie bietet eine zentrale Übersicht über den aktuellen Systemstatus, angeschlossene Hardwarekomponenten und relevante Support-Kontaktdaten. Diese Ansicht dient sowohl der Transparenz im laufenden Betrieb als auch der schnellen Orientierung im Supportfall.

9.1 Kontaktinformationen

Im oberen Bereich der Seite werden die Support-Kontaktdaten der matriq AG angezeigt. Diese umfassen das folgende:

- Adresse von matriq AG

- E-Mail-Adresse für Supportanfragen
- Telefon-Hotline des technischen Supports (auch per QR-Code)
- Link zur Online-Supporthilfe (auch per QR-Code)

Diese Informationen sind bewusst prominent platziert, um im Störungsfall schnellen Zugriff auf Hilfestellung zu ermöglichen.

9.2 Statusbericht

Zur Unterstützung bei Supportfällen stellt die Informationsseite eine integrierte Diagnosefunktion bereit. Diese ermöglicht es, systemrelevante Logdateien automatisiert zu sammeln und als kompakten Report bereitzustellen. Über den Button «Create» kann ein Statusbericht generiert werden. Dieser Vorgang umfasst:

- das Zusammenstellen aller relevanten System- und Fehlerlogs,
- die Protokolle aktiver Module und des Controllers,
- sowie weitere Zustandsdaten, die bei der Fehleranalyse hilfreich sind.

Die gesammelten Informationen werden automatisch in einer JSON-Datei zusammengefasst. Nach erfolgreicher Erstellung steht die Datei direkt zum Download bereit und kann beispielsweise auf einen USB-Stick kopiert oder per E-Mail an das Support-Team der matriq AG weitergeleitet werden.

Der Statusbericht dient als zentrale Fehleranalysegrundlage und ermöglicht dem technischen Support eine schnellere und gezieltere Reaktion. Durch die strukturierte Sammlung aller Logdaten entfallen Rückfragen oder manuelle Exporte einzelner Dateien.

9.3 Übersicht der angeschlossenen Hardware

Darunter folgt eine dynamische Systemübersicht, die sämtliche aktuell erkannte Hardwarekomponenten im System auflistet, inklusive:

- Gerätename (z. B. LinQ Controller, Insert-Modul)
- Seriennummer (sofern verfügbar)
- Aktuelle Firmware-Version
- Aktuelle Software-Version

Diese Darstellung wird in ständig aktualisiert und spiegelt stets den aktuellen Hardwarebestand wider. Wird ein neues Modul oder ein zusätzlicher Controller angeschlossen, erscheint dieses automatisch in der Übersicht.

10 Diagnose

Die Diagnosefunktionen können über den Button „Weitere Optionen“ (drei Punkte) im Menü auf der linken Seite der Benutzeroberfläche aufgerufen werden. Sie dienen der Beurteilung des aktuellen Zustands der Inserts sowie der Überwachung von Live-Sensorwerten.

10.1 Insert-Zustand

Die Seite „Insert Health“ bietet eine Übersicht über defekte Pixel und Switches sowie deren Auswirkungen auf die Qualität und Lesbarkeit des DataMatrix-Codes. *Abbildung 19* zeigt eine Übersicht der Seite.

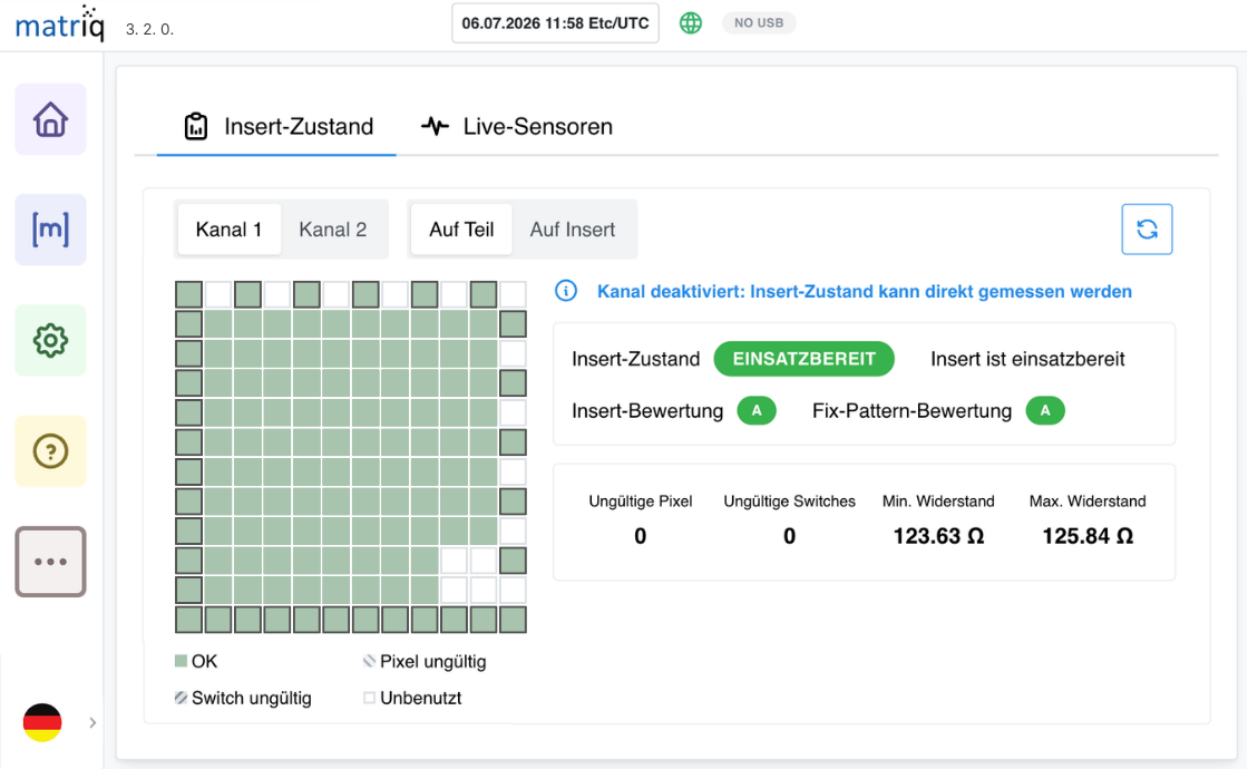

Abbildung 19 Insert-Zustand Übersicht

Die Seite ermöglicht das Umschalten zwischen verschiedenen Kanälen sowie zwischen den folgenden Anzeigemodi:

- On Part: Zeigt die Positionen der Pixel so an, wie sie auf dem erzeugten DataMatrix-Code auf dem physischen Bauteil erscheinen.

- On Insert: Zeigt den physischen Aufbau des Inserts einschliesslich der Position der einzelnen Pixel und Switches. Zur besseren Orientierung wird zusätzlich die Position des Flachbandkabels des Inserts angezeigt.

Insert Health kann sowohl bei aktiviertem als auch bei deaktiviertem Kanal gemessen werden. Die genauesten Messergebnisse werden jedoch bei deaktiviertem Kanal erzielt. Im aktivierten Zustand können die Werte der Switches nicht gemessen werden. Ausserdem müssen bei aktiviertem Kanal aktiv Markierungen ausgeführt werden, damit eine Messung erfolgen kann.

Die Ansicht „Insert Health“ zeigt an, welche Pixel oder Switches ungültig sind, und visualisiert deren Position innerhalb des DataMatrix-Codes. Diese Informationen können verwendet werden, um die möglichen Auswirkungen von Hardwaredefekten auf die Codeerzeugung und Lesbarkeit zu beurteilen.

Ein DataMatrix-Code besteht grundsätzlich aus zwei Hauptbereichen:

- Finder-Pattern: Die festen Strukturelemente des Codes, einschliesslich des durchgehenden L-förmigen Rahmens (unten links) und des alternierenden Timing-Musters (oben rechts). Diese Elemente werden vom Lesegerät verwendet, um den Code zu erkennen und auszurichten.
- Data-Region: Der Bereich, der die codierten Informationen in Form von Daten-Codewords enthält.

Der Insert Health wird anhand der Anzahl fehlerhafter Codewords bewertet. Ein Codeword besteht aus einer Gruppe von acht Pixeln innerhalb des DataMatrix-Codes. Ist eines oder sind mehrere Pixel eines Codewords fehlerhaft, gilt das gesamte Codeword als betroffen.

Der vom System verwendete 12 × 12 DataMatrix-Code enthält 12 Codewords: 5 Daten-Codewords und 7 Fehlerkorrektur-Codewords. Für matriq Inserts wird folgende Bewertungsskala verwendet:

- Grade A – ausgezeichnet: bis zu ein fehlerhaftes Codeword. Ein Code Grade A oder besser wird garantiert.
- Grade D – ausreichend: zwei fehlerhafte Codewords. Ein Code Grade D oder besser wird garantiert.
- Grade F – ungenügend: drei fehlerhafte Codewords. Ein Code Grade F oder besser wird garantiert.
- NOT READABLE: mehr als drei fehlerhafte Codewords.

Der berechnete Code Grade gibt lediglich die grundsätzliche Fähigkeit des Inserts wieder, einen bestimmten Code zu erzeugen. Faktoren wie der tatsächlich auf dem Bauteil

erreichte Kontrast oder die Modulation sowie mögliche Oberflächenfehler können vom System nicht gemessen werden und werden daher bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Gemäss ISO/IEC 15415:2011 wird die Verwendung von Inserts mit einem Grade unter D nicht empfohlen.

10.2 Live-Sensoren

Die Seite „Live Sensors“ ermöglicht die Live-Analyse von drei verschiedenen Messparametern: der ASIC-Temperatur des Inserts, des Heizstroms der Pixel (I Heat) und der Messung des Triggersensors (R Trigger). Es kann jeweils ein Kanal in Kombination mit einem Messparameter angezeigt werden. Der dargestellte Zeitbereich des Diagramms kann auf 10 s, 30 s oder 100 s eingestellt werden.

Damit die Messung durchgeführt werden kann, muss der ausgewählte Kanal aktiviert sein. Zusätzlich kann „I Heat“ nur gemessen werden, während der Insert aktiv Markierungen ausführt.

Wichtige Informationen zu den einzelnen Parametern:

- **ASIC**:
  Im Insert befinden sich vier ASICs. Zwei davon sind näher an der Vorderseite des Inserts angeordnet, zwei näher an der Rückseite. Die Messung zeigt die tatsächliche Temperatur jeweils eines ASICs an jeder Position. ASIC 1 befindet sich näher an der Oberfläche des Inserts und weist daher typischerweise höhere Temperaturen auf als ASIC 0, das näher an der Rückseite angeordnet ist.
  Mit der ASIC-Temperatur können folgende Aspekte beurteilt werden:
  - die lokale Werkzeugtemperatur kann abgeschätzt werden
  - es kann beurteilt werden, ob der optionale Kühlring korrekt eingestellt ist
  - der Einfluss des heissen Kunststoffmaterials auf die Temperatur des Inserts kann beurteilt werden
  - der Einfluss des Markierungsprozesses auf die ASIC-Temperatur (Verlustwärme der Elektronik) kann beurteilt werden

  Während die Heizung für den Markierungsprozess aktiv ist, werden keine Temperaturdaten der ASICs aufgezeichnet.
- **I Heat**:
  Mit dieser Funktion kann der erforderliche Heizstrom der Heizerpixel beurteilt werden. Abhängig von der eingestellten Zieltemperatur, den thermischen Eigenschaften des Werkzeugmaterials usw. ist ein bestimmter Heizstrom erforderlich, um die vorgegebene Zieltemperatur während der gesamten Heizdauer zu erreichen und aufrechtzuerhalten.

Der ASIC kann die Heizerpixel bis zu einer Dauer von 20 Sekunden mit einem Strom von bis zu 72 mA versorgen.
Das Diagramm in *Abbildung 20* zeigt zwei aufeinanderfolgende Markierungsprozesse. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Heizstrom zu Beginn des ersten Markierungsprozesses unmittelbar auf etwa 68 mA ansteigt und anschliessend rasch abnimmt, um die Zieltemperatur aufrechtzuerhalten. Nach etwa 4 Sekunden ist ein deutlicher Abfall des erforderlichen Heizstroms zu erkennen. Anschliessend bleibt der Strom für weitere 5 Sekunden bei etwa 57 mA (mit kleinen sichtbaren Schwankungen). Während die Heizung ausgeschaltet ist, wird kein Strom gemessen. Eine gerade Linie verbindet den letzten Messpunkt des ersten Markierungsprozesses mit dem ersten Messpunkt des zweiten Markierungsprozesses (dem unmittelbaren Anstieg).
Folgende Interpretation ist möglich:

- Eine Erhöhung der Zieltemperatur ist weiterhin möglich und die gewünschte Temperatur kann erreicht werden, da der maximale Heizstrom von 72 mA im Diagramm weder erreicht noch dauerhaft angelegt wird.
- Das Kunststoffmaterial beginnt nach 4 Sekunden Heizdauer zu schrumpfen und hat keinen Kontakt mehr mit der Oberfläche des Inserts. Eine dünne Luftschicht isoliert die Heizer vom Kunststoffbauteil. In diesem Fall überschreitet die Heizdauer (eingestellt auf 9 Sekunden) die tatsächlich erforderliche Dauer.

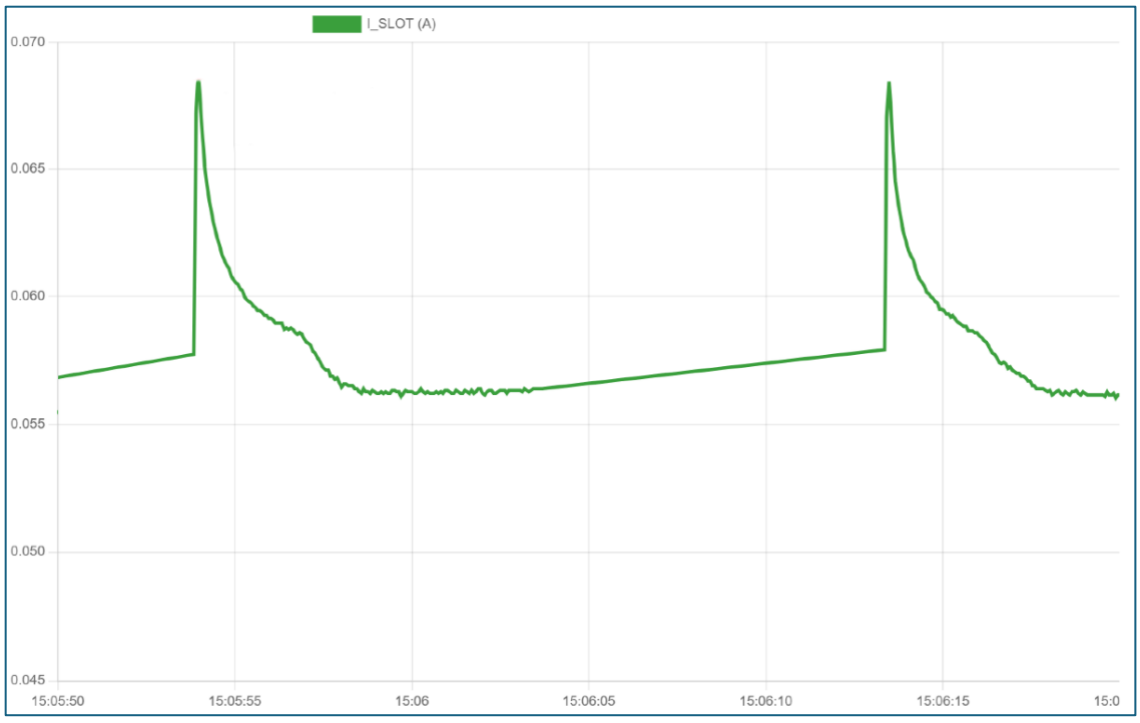

Abbildung 20 Typisches Diagramm der Heizstrommessung von zwei aufeinanderfolgenden Markierungsprozessen

- **R Trigger:**

Die Heizerpixel werden über ihren elektrischen Widerstand überwacht. Eines der Pixel (das Triggerpixel) wird verwendet, um das heisse Kunststoffmaterial zu erkennen und das Triggersignal für den Markierungsprozess zu erzeugen. Das Widerstandsdiagramm kann analysiert werden, um ein besseres Verständnis der Vorgänge innerhalb des Werkzeugs zu erhalten.

Im in *Abbildung 21* gezeigten Beispiel wird ein vollständiger Spritzzyklus aufgezeichnet. Das Diagramm zeigt den Widerstand des Triggerpixels in Ohm. Der Widerstand des Triggerpixels ist proportional zur Temperatur der Insertoberfläche. Zu Beginn ist ein unmittelbarer Anstieg des Widerstands zu erkennen, der zeigt, dass das heisse Kunststoffmaterial die Oberfläche des Inserts erreicht hat. Während des mit „1“ gekennzeichneten Zeitraums ist der Markierungsprozess aktiv und es wird keine Widerstandsmessung durchgeführt. Anschliessend kühlt die durch den Markierungsprozess erwärmte Oberfläche bis zu Punkt „2“ ab, an dem die Kurve einen Knick aufweist. An diesem Punkt schrumpft das heisse Kunststoffmaterial und löst sich um wenige Mikrometer von der Oberfläche, wodurch die Oberfläche des Inserts schneller abkühlt. Nach einigen weiteren Sekunden kontinuierlicher Abkühlung weist die Kurve erneut einen Knick auf. Dies zeigt, dass sich das Werkzeug öffnet und das Bauteil ausgeworfen wird. Dadurch erhöht sich die Abkühlgeschwindigkeit weiter, da Frischluft in die Kavität eintritt.

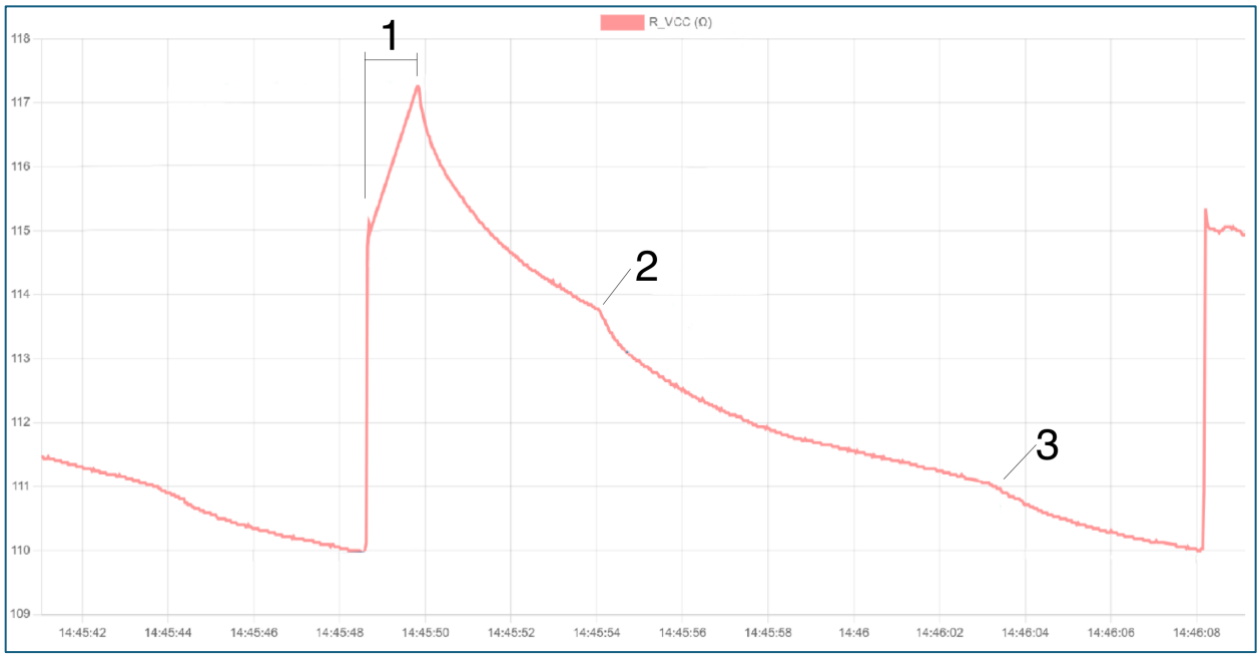

Abbildung 21 Diagramm einer typischen Widerstandsmessung des Triggerpixels