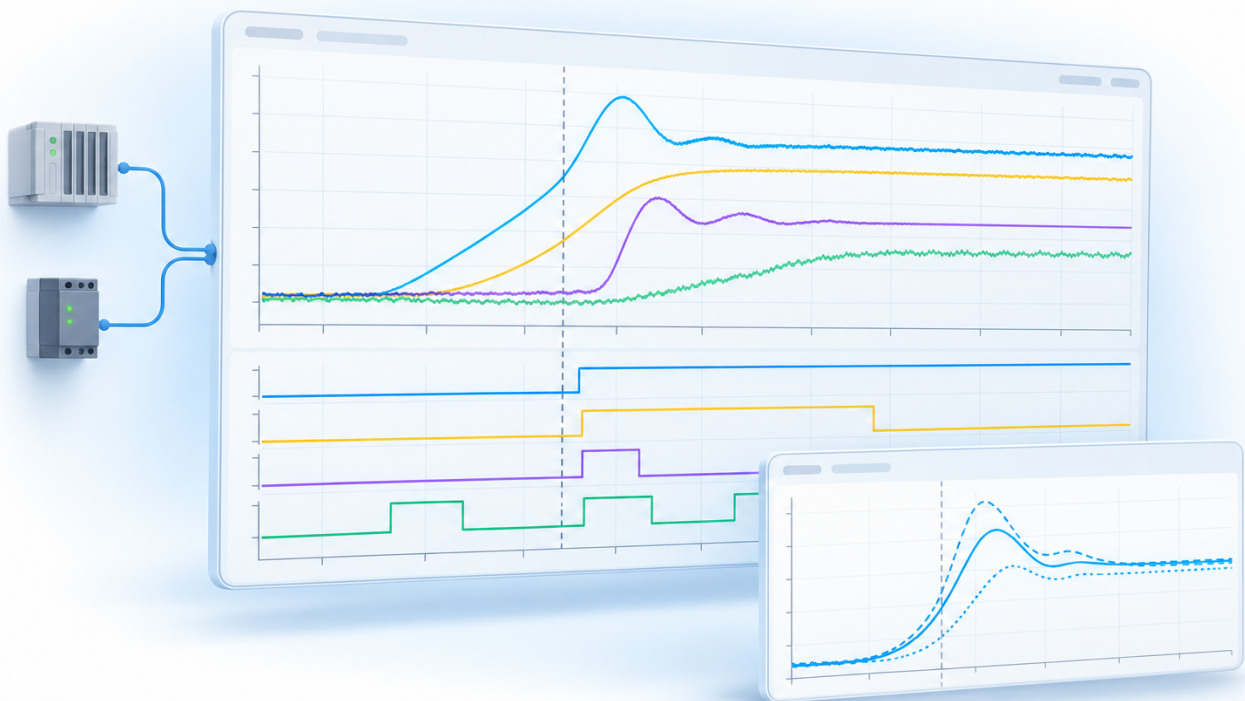


Data Record

Vollständige Anleitung

Prozesse aufzeichnen, Triggeraufnahmen vergleichen und Messwerte auswerten



Mit **Data Record** werden vier numerische Signale und vier digitale Zustände im RAM aufgezeichnet. Der Block eignet sich beispielsweise für Anfahrprozesse, Reglervläufe und die Untersuchung von Zustandswechseln. Der CL-Designer zeigt die Daten als Diagramm oder Tabelle an, exportiert sie als CSV und vergleicht abgeschlossene Aufnahmen anhand ihres Triggerzeitpunkts.

Die Anleitung beschreibt die aktuell umgesetzte Funktion. Der bisherige **Memory Logger** bleibt als eigener Block unverändert verfügbar.

CL-Designer · Block 150/20 · Stand: 24.10.2026

Inhaltsverzeichnis

1. Überblick und Voraussetzungen	3
2. Schnellstart	3
3. Eingänge und Ausgänge	4
4. Parameter, Speicher und Aufnahmedauer	5
5. Ringaufnahme, Trigger und Segmente	7
6. Statuskarte direkt im Block	8
7. Messwertefenster bedienen	10
8. Tabelle und CSV-Export	11
9. Triggeraufnahmen vergleichen	12
10. Zeitangaben und Rasterlücken verstehen	13
11. Anwendungsbeispiel: Anfahrprozesse vergleichen	14
12. Statusmeldungen und Fehlersuche	16
13. Technische Einbindung und Funktionsgrenzen	18

Das Inhaltsverzeichnis und die PDF-Lesezeichen führen direkt zu den Kapiteln. Die Anleitung entspricht dem dokumentierten Funktionsstand vom 24.10.2026.

1. Überblick und Voraussetzungen

Der Block heißt **Data Record**, liegt in **Loggen / Kommunikation** und verwendet das Kürzel **record**. Seine Kennung ist Blockgruppe **150**, Funktion **20**.

Funktion	Umsetzung
Numerische Kanäle	In1 bis In4, jeweils Int32 oder Float32
Digitale Spuren	D1 bis D4, gemeinsam als Zustandsbits gespeichert
Aufnahme	Fester zeitlicher Rasterabstand, Ringpuffer
Trigger	Steigende Flanke, mit einstellbarer Vorgeschichte und anschließendem Nachlauf
Speicheraufteilung	Ein Segment oder fünf gleich große Segmente
Kapazität	1000, 5000, 15000, 20000 oder 25000 Rasterplätze insgesamt
Anzeige	Statuskarte im Block, Diagramm, Tabelle und Triggervergleich
Export	CSV-Datei auf dem Rechner

Vorausgesetzt werden ein CL-Designer mit Data-Record-Unterstützung und eine passende Gerätefirmware. Zum Auslesen benötigt die Firmware den allgemeinen Befehl **Read Block Data, Code 47**. Eine reine Aktualisierung des Designers ergänzt diesen Befehl nicht auf dem Gerät.

Für mehr als 1000 Rasterplätze benötigt die Firmware verfügbares PSRAM. Ohne PSRAM sind **1000 Rasterplätze** zu verwenden. Eine größere Einstellung wird mit einem Initialisierungsfehler abgewiesen. Auch der Windows-Simulator wird vom Recorder als Plattform ohne PSRAM behandelt.

Für richtige Kalenderzeiten muss die Geräteuhr passend gesetzt beziehungsweise synchronisiert sein. Die Aufnahmeplanung selbst verwendet eine monotone Uhr und hängt dadurch nicht von späteren UTC-Uhrkorrekturen ab.

RAM-Aufnahmen gehen beim Neustart verloren. Flash- und SD-Aufzeichnung sind derzeit nicht enthalten. Dauerhaft aufzubewahrende Aufnahmen rechtzeitig als CSV exportieren.

2. Schnellstart

1. In **Loggen / Kommunikation** einen **Data Record** einfügen.
2. Einen Messwert oder Funktionsgenerator mit **In1** verbinden. Der Universalanschluss übernimmt den numerischen Typ der Quelle.
3. Zum Einstieg **Capacity = 1000**, **Interval = 10 ms** und **Segments = aus** einstellen. Das entspricht einem Segment mit ungefähr zehn Sekunden Zeitfenster.
4. **pretrigger = 50** einstellen und **en = 1** setzen. Die Ringaufnahme beginnt.
5. Optional einen Betriebszustand mit **D1** verbinden. Für einen ersten Test können die übrigen Kanäle unverbunden bleiben.
6. Über **Erweiterte Einstellungen** oder einen Doppelklick auf den Block das Messwertefenster öffnen. Es lädt zunächst das aktive Segment.
7. **Liveansicht** einschalten, um neue Werte nachzuladen und die Zeitachse nachzuführen.

8. Eine steigende Flanke an **trigger** auslösen. Der Recorder behält bis zu fünf Sekunden Vorgeschichte und erfasst anschließend ungefähr fünf Sekunden Nachlauf. Voraussetzung für die volle Vorgeschichte ist eine entsprechend lange vorherige Aufnahme.
9. Nach Abschluss ist die Einsegmentaufnahme **eingefroren**. Liveansicht ausschalten und die Daten untersuchen oder exportieren.
10. Mit einer steigenden Flanke an **trigger reset** bei weiterhin gesetztem **en** die nächste Aufnahme starten.

Eine Anzeigeaktion ist keine Aufnahmesteuerung: Liveansicht ausschalten, Abbrechen oder das Fenster schließen beendet den Abruf. Die Aufzeichnung im Gerät läuft entsprechend ihren Eingängen weiter.

3. Eingänge und Ausgänge

3.1 Eingänge

Eingang	Art	Bedienung und Wirkung
en	Digitaler Zustand	1 gibt die Aufnahme frei. 0 unterbindet weitere Aufnahme. Erneutes Freigeben beginnt einen neuen aktiven Abschnitt.
trigger	Steigende Flanke	Löst während der Ringaufnahme die Triggeraufnahme aus: Vorgeschichte behalten, Nachlauf erfassen, Segment abschließen.
trigger reset	Steigende Flanke	Startet bei freigegebener Aufnahme den aktiven Abschnitt neu. Hat Vorrang vor einer gleichzeitig erkannten Triggerflanke.
D1 ... D4	Digitale Zustände	Werden zum Aufnahmezeitpunkt als vier unabhängige Zustandsbits gespeichert.
In1 ... In4	Universal	Je Kanal ein Int32- oder Float32-Signal. Der Typ wird beim Verbinden festgelegt.
pretrigger	Ganzzahl, 0 ... 100	Anteil der Segmentkapazität, der für die Vorgeschichte vorgesehen ist; Standard 50 Prozent. Als Einstellwert oder über eine Verbindung vorgeben.

Ein Trigger ist ein Wechsel **0** → **1**. Ein dauerhaft gesetztes Triggersignal löst nicht wiederholt aus. Für eine weitere Auslösung muss der Eingang zunächst wieder 0 werden.

Die Digitalspuren D1 bis D4 sind keine Impulsspeicher. Ein kurzer Impuls zwischen zwei Abtastungen kann in der Aufzeichnung fehlen. Auch Triggerflanken müssen vom SPS-Zyklus tatsächlich erkannt werden können.

Die Legende im Messwertefenster zeigt für jeden numerischen Kanal **Int32** oder **Float32**. Bei Float32 bleiben Nachkommastellen erhalten. Beim Öffnen des Fensters gleicht der Designer auch ältere Verbindungen nochmals auf ihre Universaltypen ab, soweit das Gerät schreibbar ist.

Eine Änderung des Kanaltyps verwirft die bisherigen Segmente. Bereits als Int32 gespeicherte Nachkommastellen lassen sich nachträglich nicht zurückholen. Eine Änderung von pretrigger startet den aktiven Abschnitt neu.

3.2 Ausgänge

Ausgang	Bedeutung
recording	1 während Ringaufnahme oder Nachlauf.
triggered	1 während des Nachlaufs.
ready	Mindestens ein abgeschlossenes Segment ist verfügbar.
done	Abschlussimpuls für einen FB-Aufruf. Für eine dauerhafte Anzeige gegebenenfalls in der SPS verriegeln.
TimeCode 1 ... 5	Int32-UTC-Sekunden des ersten gespeicherten Rasterplatzes des jeweiligen Segments; 0 bei leerem Segment.
segment	Aktives Segment, nummeriert ab 1.
count	Belegte Rasterplätze im aktiven Segment, einschließlich markierter Lücken.
completed	Anzahl der aktuell abgeschlossenen Segmente, kein Gesamtzähler aller früheren Trigger.
state	0: angehalten; 1: Ringaufnahme; 2: Nachlauf; 3: eingefroren.
missed	Gesamtzähler verpasster Rasterplätze seit der Initialisierung.
ignored triggers	Gesamtzähler ignorerter Trigger seit der Initialisierung.
status	Initialisierungs- beziehungsweise Laufzeitmeldung; siehe Statusmeldungen .

Die Namen der Zeitcode-Ausgänge enthalten bewusst **TimeCode**. Dadurch kann der Designer beim Doppelklick auf den entsprechenden Ausgang automatisch das passende Zeitanzeige-Control anfügen. Der sichtbare Ausgang bleibt ein 32-Bit-Ganzzahlwert in Sekunden.

4. Parameter, Speicher und Aufnahmedauer

4.1 Auswahlmöglichkeiten

Parameter	Werte
Capacity	1000 · 5000 · 15000 · 20000 · 25000
Interval	1 ms · 10 ms · 100 ms · 1 s · 10 s · 60 s · 300 s · 600 s · 1800 s · 3600 s
Segments	Aus: ein Segment; ein: fünf Segmente

Die Gesamtkapazität wird gleichmäßig auf die Segmente verteilt. Beispielsweise ergeben 25000 Rasterplätze bei fünf Segmenten **5000 Rasterplätze je Segment**.

Parameteränderungen an Kapazität, Intervall oder Segmentzahl benötigen eine Neuinitialisierung. Status **1024** meldet, wenn die laufende Instanz noch nicht zur geänderten Konfiguration passt. Das Messwertefenster neu zu laden führt keine Neuinitialisierung aus.

4.2 Speicherbedarf

Ein Rasterplatz enthält vier numerische Rohwerte zu je vier Byte und ein Digitalbyte, insgesamt **17 Byte**. Ein zusätzlicher Zeitstempel je Datensatz wird nicht gespeichert. Die Kanaltypen stehen in den Metadaten.

Gesamtkapazität	Je Segment bei fünf Segmenten	Messwertspeicher	Plattform
1000	200	17000 Byte	Auch ohne PSRAM
5000	1000	85000 Byte	PSRAM erforderlich
15000	3000	255000 Byte	PSRAM erforderlich
20000	4000	340000 Byte	PSRAM erforderlich
25000	5000	425000 Byte	PSRAM erforderlich

Hinzu kommen Verwaltungsdaten. Die Anzahl tatsächlich verbundener Kanäle ändert die Größe eines Rasterplatzes nicht.

4.3 Zeitfenster berechnen

Für die Auslegung gilt:

Rasterplätze je Segment = Gesamtkapazität / Segmentzahl
 Nominales Zeitfenster = Rasterplätze je Segment × Intervall
 Vortriggerplätze = ganzzahliger Anteil von Segmentkapazität × pretrigger / 100
 Nachlaufplätze = Segmentkapazität - Vortriggerplätze

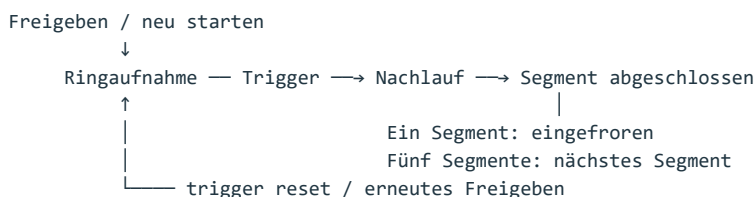
Rasterplätze je Segment	1 ms	10 ms	100 ms	1 s
1000	1 s	10 s	1 min 40 s	16 min 40 s
5000	5 s	50 s	8 min 20 s	1 h 23 min 20 s
25000	25 s	4 min 10 s	41 min 40 s	6 h 56 min 40 s

Die Tabelle beschreibt nominale Zeitfenster. Der Abstand zwischen dem ersten und letzten von N belegten Rasterplätzen beträgt **(N – 1) × Intervall**. Bei 5000 Plätzen und 10 ms liegen erster und letzter Rasterplatz also 49,99 Sekunden auseinander.

Im Vergleich zu diesen Rechnungen kann eine Aufnahme kürzer sein, wenn beim Trigger noch nicht genügend Vorgeschichte vorlag.

5. Ringaufnahme, Trigger und Segmente

5.1 Zustände



5.2 Ringaufnahme ohne Trigger

Bei $en = 1$ zeichnet der Block im aktiven Segment kontinuierlich auf. Sobald dessen Kapazität erreicht ist, ersetzt jeder neue Rasterplatz den ältesten. `count` bleibt dann auf der Segmentkapazität stehen, während sich der Beginn der gespeicherten Daten weiterbewegt.

Ein voller Belegungsbalken bedeutet im Ringbetrieb daher nicht, dass die Aufnahme angehalten ist. Dafür sind `state` und `recording` maßgeblich.

Ein eigener Parameter für kontinuierlichen oder getriggerten Betrieb ist nicht nötig: Ohne Trigger läuft der Ring; eine Triggerflanke begrenzt die Aufnahme.

5.3 Trigger und Vortrigger

Beim Trigger bleiben bis zur eingestellten Zahl Vortriggerplätze erhalten. Danach wird der Nachlauf aufgenommen. Beispiel: 5000 Plätze bei 10 ms und 20 Prozent Vortrigger ergeben ungefähr zehn Sekunden Vorgeschichte und 40 Sekunden Nachlauf.

Wenn beim Trigger erst 300 statt der vorgesehenen 1000 Vortriggerplätze vorliegen, werden nur diese 300 behalten. Die fehlende Vorgeschichte wird nicht erfunden. Die tatsächliche Triggerposition wird in den Aufnahmemetadaten gespeichert und vom Designer berücksichtigt.

Vortrigger	Verhalten
0 %	Bisherige Vorgeschichte verwerfen; die Segmentkapazität für den Nachlauf verwenden.
50 %	Bis zur halben Kapazität Vorgeschichte behalten; die andere Hälfte als Nachlauf aufnehmen.
100 %	Ohne Nachlauf abschließen; Umfang der vorhandenen Vorgeschichte beachten.

Ein zwischen zwei Rasterterminen erkannter Trigger erzeugt keinen zusätzlichen unregelmäßigen Messpunkt. Die Erfassung bleibt auf dem bestehenden Raster.

Weitere Trigger während des Nachlaufs oder einer eingefrorenen Einsegmentaufnahme werden ignoriert und gezählt. Ein höherer Zähler bedeutet deshalb nicht automatisch einen Fehler: Möglicherweise war die vorherige Aufnahme noch nicht abgeschlossen.

5.4 Ein Segment

Nach dem Nachlauf friert die Aufnahme ein. Sie wird nicht automatisch überschrieben. Für eine neue Aufnahme `trigger reset` als steigende Flanke auslösen oder die Freigabe aus- und wieder einschalten.

Ein Neustart verwirft den bisherigen aktiven Abschnitt; er setzt keine angehaltene Aufnahme an derselben Stelle fort.

5.5 Fünf Segmente

Die Aufzeichnung läuft nacheinander durch Segment 1 bis 5 und beginnt danach wieder bei Segment 1. Beim Wiederverwenden wird dessen bisheriger Inhalt ersetzt.

Im laufenden Fünfsegmentbetrieb stehen normalerweise vier abgeschlossene Aufnahmen und ein aktiver Ring zur Verfügung. Fünf Segmente bedeuten nicht, dass jederzeit fünf abgeschlossene Triggeraufnahmen erhalten bleiben. Für den Vergleich zählen die gerade noch vorhandenen abgeschlossenen Aufnahmen.

Segmentnummern sind Speicherplätze, keine dauerhaft fortlaufenden Ereignisnummern. Nach einem Umlauf kann Segment 1 neuer sein als Segment 5. Startzeiten und Aufnahmezunordnung beachten.

5.6 Freigabe, Reset und Änderungen

Aktion	Wirkung
en = 0	Keine weiteren Messwerte aufnehmen. Eine bereits eingefrorene Aufnahme bleibt eingefroren; eine laufende wird angehalten.
en erneut auf 1	Neuen aktiven Abschnitt beginnen; keine lückenlose Fortsetzung der alten Aufnahme.
Steigende Flanke an trigger reset bei Freigabe	Aktiven Abschnitt neu starten; andere Segmente bleiben erhalten. Nach Abschluss einer Fünfsegmentaufnahme betrifft dies das als Nächstes vorzubereitende Segment.
Reset und Trigger gleichzeitig	Reset hat Vorrang.
pretrigger ändern	Aktiven Abschnitt neu beginnen.
Kanaltyp ändern	Sämtliche bisherigen Segmente verwerfen und neue Datenformatgeneration beginnen.
Gerät neu starten	RAM-Aufnahmen verlieren.

Die Gesamtzähler für Lücken und ignorierte Trigger werden durch einen neuen Abschnitt nicht zurückgesetzt. Sie beginnen erst mit der Neuinitialisierung wieder bei null.

6. Statuskarte direkt im Block

Die erweiterte Ansicht zeigt die wichtigsten Angaben direkt im Diagramm. Sie wird automatisch für Data Record eingebunden.



Beispieldarstellung mit simulierten Blockwerten. Die Anschlusswerte und die Statuskarte verwenden dieselben Blockdaten.

Anzeige	Bedeutung
Farbiger Punkt und Zustandsname	Grau: angehalten; grün: Ringaufnahme; gelb: Nachlauf; hellblau: eingefroren. Initialisierungsfehler werden rot gekennzeichnet.
Konfigurationszeile	Eingestelltes Intervall, Segmentzahl und Gesamtkapazität. Der Tooltip nennt das nominale Zeitfenster je Segment.
Segmentfelder 1 ... 5	Aktives Segment farbig hervorheben. Der Tooltip nennt die jeweilige Startzeit in UTC. Die Felder sind keine Segmentauswahl.
Rasterplätze und Balken	Belegung des aktiven Segments einschließlich markierter Lücken, bezogen auf dessen Kapazität.
Vortriggermarkierung	Eingestellten Anteil anzeigen; nicht die gemessene Triggerposition einer einzelnen Aufnahme.
Abgeschlossen	Zahl aktuell abgeschlossener Segmente im Verhältnis zur Segmentzahl.
Start (UTC)	Beginn des aktiven Segments, in Sekundenauflösung. Im vollen Ring wandert dieser Beginn mit.
Lücken Σ / Ign. Trigger Σ	Gesamtzähler seit der Initialisierung; auffällige Werte werden hervorgehoben.
Statusmeldung	Aktuellen Status anzeigen, sofern eine Meldung vorliegt.

Die Karte verwendet vorhandene Blockaktualisierungen. Sie lädt keine zusätzlichen Messwertbestände und schreibt keine Einstellungen. Während eine geänderte Konfiguration noch eine Neuinitialisierung benötigt, den entsprechenden Status beachten; die eingestellte Kapazität ist dann kein Beleg für eine bereits neu angelegte Speicherinstanz.

7. Messwertefenster bedienen

7.1 Öffnen und erste Daten laden

Am Block **Erweiterte Einstellungen** aufrufen oder den Block doppelt anklicken. Beim Öffnen wird das aktive Segment im Hintergrund geladen. Bereits geladene Werte werden angezeigt, während weitere Portionen folgen.

Die Kopfzeile nennt Segment, Zustand, Raster, Beginn in UTC und gegebenenfalls den Abschluss der Aufnahme. Die Statuszeile meldet Ladefortschritt, Lücken, überschriebenen Ringinhalt oder Abruffehler.

7.2 Bedienelemente oben

Element	Wirkung
Liveansicht	Neue Messwerte nachladen und den sichtbaren Zeitbereich nachführen. Der aktive Schalter hat einen grünen Hintergrund.
Neu laden	Lokalen Anzeigepuffer neu aufbauen und die Daten erneut abrufen. Im Vergleich die Vergleichskopien neu laden.
Ansicht einpassen	Geladene beziehungsweise im Vergleich ausgewählte Daten vollständig in den sichtbaren Bereich einpassen.
Aufnahme	Dem aktiven Segment folgen oder Segment 1 bis 5 gezielt auswählen. Nicht vorhandene Segmente sind deaktiviert.
Abbrechen	Weitere Abrufe beenden. Bereits geladene Daten bleiben sichtbar.

Aktives Segment folgt beim Livebetrieb auch dem automatischen Segmentwechsel. Eine feste Segmentnummer bezeichnet dagegen immer diesen Speicherplatz; dessen Inhalt kann später durch eine neue Aufnahme ersetzt werden.

Beim Wechsel des Segments wird die Ansicht automatisch eingepasst. Das gilt auch dann, wenn zum vollständigen Laden mehrere Portionen nötig sind.

7.3 Tab „Diagramm“

Oben stehen die vier numerischen Kurven, darunter die digitalen Spuren D1 bis D4. Beide Diagramme haben eine gemeinsame Zeitachse. Ein Zoomen oder Verschieben des Zeitbereichs wirkt daher auf beide Ansichten.

- Links in der Legende **In1 bis In4** einzeln ein- oder ausblenden. Die Beschriftung enthält den gespeicherten Kanaltyp.
- Rechts in derselben Zeile **D1 bis D4** unabhängig ein- oder ausblenden.
- Nach jedem Sichtbarkeitswechsel werden die Diagramme automatisch neu eingepasst. Das kann auch einen zuvor gewählten Zoomausschnitt verändern.
- Die digitale Höhenanordnung trennt die Spuren; die beiden Logikpegel bleiben auch bei konstanten Signalen sichtbar.
- Eine senkrechte gestrichelte Linie kennzeichnet einen vorhandenen Trigger.
- Rasterlücken unterbrechen die Kurven. Einzelne vorhandene Werte zwischen Lücken werden als Punkte sichtbar gehalten.

- Über den Trennbalken zwischen den Diagrammen deren Höhenverhältnis verändern.

Die numerischen Kanäle verwenden eine gemeinsame Werteachse. Bei stark unterschiedlichen Größenordnungen andere Kanäle vorübergehend ausblenden, um den interessierenden Verlauf genauer zu betrachten.

7.4 Liveansicht und Tabs

Während **Liveansicht** aktiv ist, bleibt der Tab **Diagramm** ausgewählt. Der Wechsel zu **Tabelle / CSV**, **Kurzanleitung** oder **Vergleich** ist gesperrt. Für diese Ansichten zuerst Live ausschalten.

Nach dem Aufholen prüft die Anzeige ungefähr alle 250 ms auf neue Daten. Das ist eine Abrufpause der GUI und kein Aufnahmeintervall des Recorders. Die tatsächliche Aktualisierung hängt von Übertragung und Verarbeitung ab.

Live ausschalten hält den Abruf an. Es erzeugt weder einen Trigger noch friert es die Daten auf dem Gerät ein. Soll ein bestimmter Verlauf vor Überschreiben geschützt werden, den Triggerbetrieb entsprechend verwenden und anschließend exportieren.

Eine bereits laufende synchrone Geräteanfrage kann beim Abbrechen oder Schließen noch bis zur Antwort beziehungsweise zum Timeout laufen.

8. Tabelle und CSV-Export

8.1 Tabelle ansehen

1. Liveansicht ausschalten.
2. Unter **Aufnahme** das gewünschte Segment wählen und vollständig laden.
3. Den Tab **Tabelle / CSV** öffnen.

Die gemeinsame Aufnahmeauswahl gilt für Diagramm und Tabelle. Die Tabelle ist schreibgeschützt und zeigt zuerst die UTC-Zeit mit Millisekunden, anschließend In1 bis In4, D1 bis D4 und eine Statusspalte.

Eine Zeile mit **Rasterlücke** besitzt einen Zeitplatz, aber keine gültigen Messwerte. Leere Felder solcher Zeilen sind keine gemessenen Nullen.

8.2 CSV speichern

CSV exportieren ... ist verfügbar, wenn das Segment vollständig geladen, Live ausgeschaltet und kein Abruf mehr aktiv ist. Im Dateidialog Ziel und Dateinamen wählen.

Exportiert wird der aktuell geladene Segmentbestand mit **allen acht Kanälen**. Ausgeblendete Diagrammkanäle werden nicht aus der Datei entfernt. Für mehrere Segmente diese nacheinander laden und jeweils exportieren.

Eigenschaft	CSV-Format
Zeichenkodierung	UTF-8 mit BOM
Spaltentrenner	Semikolon
Dezimalzeichen	Punkt, unabhängig von der Windows-Sprache
Zeitformat	ISO-Zeit in UTC mit Millisekunden und abschließendem Z
Rasterlücke	Leere Analog- und Digitalfelder, letzte Spalte = 1

```
Zeit.UTC;In1;In2;In3;In4;D1;D2;D3;D4;Rasterluecke
2026-10-24T07:43:22.000Z;1200;4.25;24.5;0;1;0;0;0;0
2026-10-24T07:43:22.010Z;;;;;;1
2026-10-24T07:43:22.020Z;1210;4.3;24.5;0;1;0;0;0;0
```

Beim Import in eine Tabellenkalkulation Semikolon als Trennzeichen und Punkt als Dezimalzeichen berücksichtigen. Die Zeitangaben nicht unbemerkt als lokale Uhrzeit interpretieren.

Die Datei wird auf dem Rechner gespeichert. Der CSV-Export legt keine Datei im Flash oder auf einer SD-Karte des Geräts an.

9. Triggeraufnahmen vergleichen

Der Tab **Vergleich** legt abgeschlossene Triggeraufnahmen auf eine gemeinsame Zeitachse. Damit lassen sich Verläufe vergleichen, auch wenn sie zu unterschiedlichen UTC-Zeiten aufgenommen wurden.

1. Mehrere Triggeraufnahmen mit derselben Konfiguration erfassen.
2. Liveansicht ausschalten.
3. **Vergleich** öffnen. Das Control ermittelt und lädt die noch vorhandenen abgeschlossenen Triggeraufnahmen portionsweise.
4. Die gewünschten Segmente über deren Kontrollkästchen auswählen.
5. Numerische und digitale Kanäle zuschalten. Anfangs sind **In1** und **D1** sichtbar.
6. Bei neuen Aufnahmen **Neu laden** verwenden.

Zeitachse	Bedeutung
Negative Sekunden	Vorgeschichte vor dem Trigger
0 s	Gemeinsamer Triggerbezug
Positive Sekunden	Nachlauf nach dem Trigger

Die Ausrichtung verwendet die gespeicherte Triggerposition der jeweiligen Aufnahme. Ein verkürzter Vortrigger verschiebt deshalb nicht den gemeinsamen Nullpunkt.

Die **Farbe kennzeichnet den Kanal**, das **Linienmuster das Segment**: durchgezogen, gestrichelt, gepunktet, Strich-Punkt und Strich-Punkt-Punkt. Analoge und digitale Zeitachsen sind synchronisiert.

Jedes Ein- oder Ausblenden eines Segments oder Kanals ruft AutoScale auf. **Ansicht einpassen** zeigt die ausgewählten Verläufe vollständig. Die obere Auswahl **Aufnahme** ist in diesem Tab deaktiviert; es gelten die Segmentkästchen im Vergleich.

Nur abgeschlossene Aufnahmen mit vorhandenem Trigger werden verglichen. Ein laufender Ring erscheint daher nicht als Vergleichsaufnahme. Die Vergleichsdaten bleiben als lokale Kopien stehen und werden nicht live nachgeführt.

Wird eine Aufnahme während des Ladens ersetzt oder ändert sich die Konfiguration, bricht der Vergleich mit einer Meldung ab. Er mischt keine Teile verschiedener Aufnahmen. Ein Tabwechsel oder Schließen beendet weitere Vergleichsanfragen.

10. Zeitangaben und Rasterlücken verstehen

10.1 UTC und berechnete Rasterzeiten

Pro Segment werden der Beginn als 32-Bit-UTC-Sekundencode und ein zusätzlicher Millisekundenanteil in den Metadaten gespeichert. Die TimeCode-Ausgänge stellen nur den Sekundenanteil bereit. Eine eigene Kennzeichnung für eine synchronisierte UTC-Uhr gibt es nicht; die Gerätezeit vor der Aufnahme prüfen.

Der Designer berechnet die Zeit einer Zeile aus Segmentbeginn, logischer Datensatzposition und Intervall. Im Ring bezieht sich der Beginn auf den aktuell ältesten enthaltenen Rasterplatz.

$\text{Zeit einer Zeile} = \text{Segmentbeginn} + \text{Rasterindex} \times \text{Intervall}$

Das sind Rasterzeiten, keine individuell gemessenen Zeitstempel jedes SPS-Aufrufs. Die UTC-Darstellung des Fensters kann von der lokalen Geräteanzeige abweichen. Der positive Zeitbereich eines signierten 32-Bit-Unixzeitcodes reicht bis Januar 2038.

10.2 Was bedeutet eine Lücke?

Das gewählte Intervall legt das Sollraster fest. Es garantiert nicht, dass die SPS den Block rechtzeitig aufruft. Nicht beobachtete Rasterplätze werden ausdrücklich als Lücken gespeichert. Aktuelle Messwerte werden nicht rückwirkend zum Füllen solcher Plätze vervielfältigt.

Anzeige	Bezug
Lückenzahl im Messwertefenster	Lücken im aktuell geladenen Segmentbestand
Ausgang missed und „Lücken Σ “ im Block	Gesamtzähler seit Initialisierung
Status 256	Rasterlücke wurde erkannt

Beispiel: **5000 Rasterplätze mit 223 Lücken enthalten 4777 tatsächlich erfasste Messwertsätze**. Die vollständige Ladeanzeige bedeutet, dass alle verfügbaren Rasterplätze übertragen wurden, nicht dass alle gültige Messwerte besitzen.

Ein punktierter oder unterbrochener Verlauf kann aus vielen kleinen Lücken bestehen. Zwei belegte Millisekundenpositionen mit einer leeren Position dazwischen beweisen keine exakt gemessene Pause von 2 ms. Die Zeit wird für die Rasterzuordnung auf ganze Millisekunden abgebildet; Schwankungen um diese Grenzen können sich im 1-ms-Raster besonders deutlich zeigen.

Eine Rasterlücke ist außerdem nicht automatisch ein USB-Übertragungsfehler. Sie ist bereits im Datenbestand markiert. Umgekehrt kann eine langsame Verbindung dazu führen, dass alte Ringdaten vor dem Auslesen überschrieben werden; das meldet die Anzeige gesondert.

10.3 Abtastung sinnvoll wählen

Für die Inbetriebnahme zunächst mit **10 ms** oder einem zum Prozess passenden größeren Intervall arbeiten. Bei 1 ms hängen die Ergebnisse besonders stark von SPS-Aufrufabständen, anderen Blöcken, Scheduling und Wartezeiten auf gemeinsame Ressourcen ab. Displayarbeit kann diese Abstände beeinflussen.

Ein oft wiederholter Sensorwert ist keine Rasterlücke. Beispielsweise kann ein Sensor langsamer neue Daten liefern, als der Recorder abtastet. Dann werden gültige, aber gleiche Werte mehrfach gespeichert.

Bei vier numerischen Kanälen und vier Digitalspuren entstehen nominal folgende Messwertmengen, ohne Übertragungs- und Metadatenaufwand:

Intervall	Rasterplätze pro Sekunde	Messwertdaten pro Sekunde
1 ms	1000	17000 Byte
10 ms	100	1700 Byte
100 ms	10	170 Byte
1 s	1	17 Byte

Die Lesegeschwindigkeit muss nicht nur diese Datenmenge, sondern auch Anfrage- und Antwortaufwand berücksichtigen. Bei langsamer Verbindung abgeschlossene Aufnahmen verwenden, statt einen schnellen aktiven Ring dauerhaft live verfolgen zu wollen.

Die ausführliche frühere Quellcodeanalyse steht unter **Data Record: Untersuchung der 1-ms-Rasterlücken**. Sie beschreibt den dort datierten Untersuchungsstand und ist kein Nachweis einer aktuell gemessenen Abtastrate.

11. Anwendungsbeispiel: Anfahrprozesse vergleichen

11.1 Ziel und Signale

Die Anfahrt eines Antriebs soll über mehrere Starts verglichen werden. Interessant sind Geschwindigkeit, Belastung und die Zustände rund um die Startanforderung.

Anschluss	Beispielsignal
In1	Ist-Drehzahl
In2	Motorstrom als Float32
In3	Soll-Drehzahl
In4	Prozesswert, beispielsweise Druck
D1	Startanforderung
D2	Antrieb läuft
D3	Störung
D4	Sollwert erreicht
trigger	Steigende Flanke der Startanforderung
en	Aufzeichnung freigeben

Das Startsignal kann gleichzeitig mit **trigger** und **D1** verbunden werden. Trigger begrenzt die Aufnahme; D1 macht den digitalen Zustand in der aufgezeichneten Spur sichtbar.

11.2 Einstellungen

Einstellung	Wert
Gesamtkapazität	25000
Segmente	5
Intervall	10 ms
Vortrigger	20 %
Freigabe	1

Damit besitzt jedes Segment **5000 Rasterplätze**: ungefähr **zehn Sekunden Vorgeschichte** und **40 Sekunden Nachlauf**. Für diese Kapazität ist PSRAM erforderlich.

11.3 Aufnahme durchführen

1. Typen und Verbindungen prüfen; Motorstrom beispielsweise als Float32 verbinden.
2. Konfiguration mit dem passenden Initialisierungsvorgang übernehmen und Status kontrollieren.
3. `en = 1` setzen und mindestens zehn Sekunden Vorgeschichte sammeln lassen.
4. Den Anfahrprozess auslösen. Die steigende Startflanke triggert die Aufnahme.
5. Während des Nachlaufs `triggered = 1` beobachten. Weitere Trigger werden in dieser Phase ignoriert.
6. Nach ungefähr 40 Sekunden ist das Segment abgeschlossen. Bei fünf Segmenten beginnt automatisch der nächste aktive Ring.
7. Weitere Anfahrten durchführen. Für dieses Beispiel sollten neue Startflanken erst nach dem Abschluss der vorherigen Aufnahme auftreten.

11.4 Unterschiede untersuchen

1. Im Messwertefenster Live ausschalten und **Vergleich** öffnen.
2. Die verfügbaren abgeschlossenen Segmente auswählen.
3. Zunächst nur **In1** einschalten: Die Drehzahlanstiege liegen auf derselben Triggerachse.
4. Anschließend nur **In2** untersuchen: Spitzenstrom und Dauer der erhöhten Belastung vergleichen. Bei unterschiedlichen Einheiten nicht alle numerischen Kanäle gleichzeitig auf der gemeinsamen Werteachse beurteilen.
5. **D2** und **D4** zuschalten: Verzögerung bis „läuft“ und Zeit bis „Sollwert erreicht“ vergleichen.
6. Bei Auffälligkeiten das betreffende Segment in **Diagramm** beziehungsweise **Tabelle / CSV** einzeln laden und exportieren.

Mögliche Beobachtungen sind eine längere Hochlaufzeit, ein höherer Strombedarf oder eine später erreichte Betriebsfreigabe. Ob diese eine Prozessänderung bedeuten, anhand der tatsächlich gemessenen Signale und etwaiger Rasterlücken beurteilen.

Bei weiteren Starts werden ältere Segmente wiederverwendet. Im Dauerbetrieb mit fünf Segmenten daher mit **vier abgeschlossenen Aufnahmen plus aktivem Ring** planen und wichtige Verläufe rechtzeitig exportieren.

12. Statusmeldungen und Fehlersuche

12.1 Statuscodes

Das untere Statusbyte enthält den Initialisierungscode, das obere den Laufzeitcode. Die nachstehenden Laufzeitwerte sind vollständige Zahlenwerte. Der Laufzeitstatus ist ein einzelner Code, keine frei kombinierbare Bitmaske.

Status	Bedeutung / Maßnahme
0	Keine gemeldete Störung.
1	Speicherreservierung fehlgeschlagen; Kapazität und verfügbaren Speicher prüfen.
2	Ungültige Parameterauswahl; erlaubte Kapazität und Intervall wählen.
3	Gewählte Kapazität benötigt PSRAM; ohne PSRAM auf 1000 begrenzen.
4	Ungültiger Vortriggerwert bei Initialisierung; 0 bis 100 vorgeben.
16	Blockfunktion in dieser Firmware nicht verfügbar.
256	Rasterlücke erkannt; tatsächliche SPS-Aufruftrate und Intervall prüfen.
512	Trigger während Nachlauf oder eingefrorener Aufnahme ignoriert.
768	Weniger Vorgeschichte vorhanden als eingestellt.
1024	Parameter geändert; Neuinitialisierung erforderlich.
1280	Kanaltyp geändert; bisherige Segmente verworfen.
1536	Vortriggerwert im Betrieb ungültig; Aufnahme angehalten.
1792	Recorderverwaltung fehlt; Initialisierung beziehungsweise Firmware prüfen.

Ein neuer Aufnahmeabschnitt setzt die bisherige Laufzeitmeldung zurück. Die Gesamtzähler bleiben jedoch erhalten. Ein Status von 0 ist deshalb kein Ersatz für die Prüfung von missed oder den Lücken einer älteren Aufnahme.

12.2 Häufige Beobachtungen

Beobachtung	Erklärung und Vorgehen
Keine Werte im Fenster	Freigabe, Blockstatus, Gerätekonfiguration und Firmwareunterstützung für Befehl 47 prüfen.
Aufnahme steht trotz $en = 1$	Bei einem Segment kann sie bereits eingefroren sein; <code>trigger reset</code> verwenden.
Derselbe Trigger löst nur einmal aus	Eingang muss vor der nächsten steigenden Flanke wieder 0 sein.
Ein neuer Start fehlt	Möglicherweise war die vorherige Aufnahme noch im Nachlauf; <code>ignored triggers</code> prüfen.
Fünf Segmente gewählt, aber nur vier vergleichbar	Ein Segment ist der aktive Ring; nur abgeschlossene Triggeraufnahmen werden verglichen.
Segment 1 enthält plötzlich einen neueren Verlauf	Der Fünfsegmentring hat diesen Speicherplatz wiederverwendet.
Belegungsbalken bleibt voll	Im Ringbetrieb normal; der älteste Inhalt wird fortlaufend ersetzt.
Viele gleiche Werte	Quelle liefert eventuell langsamer neue Werte als das Aufnahmeraster; Kanaltyp ebenfalls prüfen.
Nachkommastellen fehlen	Int32-/Float32-Verbindung und Typanzeige prüfen; bereits ganzzahlig erfasste Werte sind nicht reparierbar.
Lücken oder einzelne Punkte im Diagramm	Verpasste Rasterplätze prüfen, beispielsweise mit 10 ms gegenprüfen. Keine fehlenden Werte aus einer Linie interpolieren.
CSV-Schaltfläche deaktiviert	Live ausschalten und vollständigen Abschluss des Ladens abwarten.
Tabwechsel nicht möglich	Liveansicht ist noch eingeschaltet.
Ausgeblendeter Kanal steht trotzdem in CSV	Beabsichtigt: Export umfasst alle Kanäle des geladenen Segments.
Veraltete oder überschriebene Daten gemeldet	Ring war schneller als der Abruf; abgeschlossenes Segment verwenden oder erneut laden.
Uhrzeit wirkt verschoben	Fenster verwendet UTC; lokale Gerätezeit und Synchronisierung prüfen.
Änderung an Parametern erscheint nicht im Speicher	Neuinitialisierung durchführen; „Neu laden“ betrifft nur die Anzeige.

13. Technische Einbindung und Funktionsgrenzen

13.1 Wiederverwendbare Anzeige

Die Messwertanzeige liegt im eigenständigen Projekt `DataRecord_Editor/CL_DataRecordEditor`. Das WPF-Control `DataRecordEditorControl` bündelt Diagramme, Tabelle, Export, Vergleich und Ladeablauf. Es ist nicht an den `DiagramDesigner` gebunden.

Für die Einbindung erhält seine Eigenschaft `Source` einen Anbieter vom Typ `IDataRecordSource`. Die vorhandene Geräteanbindung ist `DeviceDataRecordSource`; `DataRecordReader` übernimmt den inkrementellen Leseablauf auch ohne WPF. Bereits geladene Bestände können über `ApplySnapshot()` angezeigt werden.

Die kleine Statuskarte unter `block_control_ext` ist eine eigene passive Ansicht auf die normalen Blockwerte. Sie startet keine zusätzliche Aufnahmesitzung und keinen Messwertabruf.

13.2 Gemeinsamer Datenzugriff

Das Auslesen verwendet den allgemeinen Befehl **Read Block Data (47)** statt eigener Kommunikationsbefehle je Block. Der Recorder stellt Metadaten und logische Segmentbereiche bereit; der Leser greift nicht frei auf beliebige RAM-Adressen zu.

Die Anzeige fordert höchstens **48 Rasterplätze je Anfrage** an. Das sind 816 Byte Messwertdaten beziehungsweise bis zu 848 Byte einschließlich des gemeinsamen Antwortkopfs. Datenkopien werden mit der SPS synchronisiert; die anschließende Übertragung erfolgt nach Freigabe der SPS-Sperre.

Generation, Aufnahmekennung und logische Positionen schützen vor dem Vermischen alter und neuer Daten. Eine langsame Verbindung kann dadurch korrekt gemeldet werden; sie wird dadurch aber nicht schneller.

Details für weitere Datenanbieter stehen in **Allgemeiner Blockdaten-Lesezugriff**. Die **Data-Record-Blockreferenz** enthält zusätzlich Parameterbits, Speicherformat und Implementierungsangaben.

13.3 Aktuelle Grenzen

- Maximal **25000 Rasterplätze insgesamt**, nicht je Segment.
- Ein oder fünf Segmente; keine frei einstellbare Segmentzahl.
- Die aufgeführten festen Intervalle; keine Mikrosekunden-Abtastung.
- Numerische Kanäle `Int32` oder `Float32`; keine beliebig großen Universalobjekte.
- Aufnahme im RAM; keine Flash- oder SD-Aufzeichnung.
- CSV-Export eines geladenen Segments; kein gemeinsamer CSV-Export des gesamten Vergleichs.
- Vergleich abgeschlossener Triggeraufnahmen; kein Livevergleich mehrerer laufender Ringe.
- Kein eigenständiger Netzwerk-Archivierungsdienst auf einem weiteren ESP32 als Bestandteil dieser Umsetzung.
- Kein garantierter lückenloser 1-kHz-Messbetrieb allein durch die Auswahl von 1 ms.

Die konkrete Erfassungsqualität und Bediengeschwindigkeit mit der verwendeten Firmware, Blockkonfiguration und Geräteverbindung prüfen.