FORCAM™ FORCE

Version 5.10

Track & Trace

Produktbeschreibung

Dokument:	**Produktbeschreibung - Track & Trace**
Erstellt:	**11.09.17**
Letzte Änderung:	**30.09.19**
Autor:	**AEgilmez**

COPYRIGHT 2019 BY **FORCAM GMBH,** D-88214 Ravensburg
ALL RIGHTS RESERVED. COPY OR TRANSLATION, ALSO IN EXTRACTS
ONLY WITH WRITTEN PERMISSION BY FORCAM GMBH

Produktbeschreibung

FORCAM FORCE™ Track & Trace bietet die Möglichkeit der Nachverfolgung sowohl von Transportbehältern/Produktionschargen als auch Einzelteilen.

Das Scannen der Identifikationsnummern von (Transport-)Behältern wie Boxen, Warenträgern oder Kisten ermöglicht so z.B. Rückschlüsse auf den jeweiligen Lieferanten. Die Bewegung eines Einzelteils zwischen Eingangs- und Ausgangsbehälter wird dabei genau festgehalten.

Um eine optimale Qualität von produzierten Teilen zu gewährleisten, kann außerdem ein Qualitätsmanagement (QM) einbezogen werden. Eine Compliance-Charge (bestehend aus sogenannten Rückstellteilen) bietet zusätzlich die Möglichkeit, Qualität nachzuweisen bzw. im Falle einer Reklamation das gefertigte Material in jeder Stufe des Fertigungsprozesses nachträglich analysieren zu können.

Die Verfolgung in Track & Trace ist über mehrere Arbeitsplätze und Arbeitsvorgänge hinweg möglich. Dabei werden die an jedem Arbeitsplatz hinzukommenden Daten miteinbezogen.

Track & Trace kann darüber hinaus einen Montageplan verwalten und dem Werker im Shop Floor Terminal zur Verfügung stellen. Der vordefinierte Montageplan wird beim Start eines Arbeitsvorgangs an einem Arbeitsplatz angezeigt und enthält eine Anleitung zur Montage eines Materials. Das Lesen und Bestätigen einzelner definierter Schritte dieses Montageplanes ist für den Werker obligatorisch. So müssen wichtige Dokumente mit Lesebestätigung gelesen und zu verbauende Komponenten durch Angabe ihrer Serien-/Chargennummer identifiziert werden.

FORCAM FORCE™ Track & Trace bietet verschiedene Analysemöglichkeiten für alle erhobenen Daten an. Neben einem Trace-Baum können Daten auch in Form tabellarischer Listen angezeigt werden. Für die Visualisierung in Form von Trendlinien, Grafiken, Verhältnissen zwischen Werten/Elementen greift FORCAM FORCE™ auf professionelle Grafiksysteme und Datenanalysetools von Partnern und Drittanbietern zurück.

Im Rahmen von Track & Trace können große Datenmengen (Big Data) anfallen. Aus diesem Grund verwendet FORCAM FORCE™ für Track & Trace eine dokumentenorientierte NoSQL-Datenbank auf Basis von JSON. Die dokumentenorientierte Verwaltung der Trace-Daten bietet gegenüber einer klassischen relationalen Datenablage insbesondere in der Auswertung der Daten deutliche Performancevorteile. Die NoSQL-Datenbank verfügt zudem über Replikations- und Skalierungsmechanismen.

Prozessdaten

Ausgewählte Signale einer Maschine werden wertmäßig erfasst und können direkt in eine Zeitreihen-Datenbank (engl. time series database) geschrieben werden; unabhängig von Vorgängen, Aufträgen oder Serien-/Chargennummernbezug. Auslöser hierfür ist in den meisten Fällen eine Änderung eines Signalwertes. Alternativ können Signale jedoch auch in bestimmten Intervallen (z.B. alle 5 Sekunden) in die Zeitreihen-Datenbank geschrieben werden.

Die Daten können zudem direkt in einer Visualisierung angezeigt werden. Die Anzeige ist dynamisch und ändert sich mit dem entsprechenden Signal.

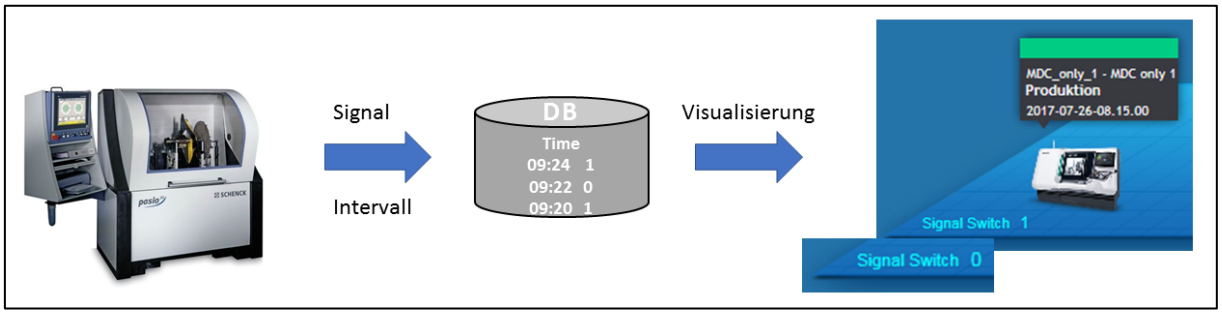


Bild 1: Daten aus der SPS werden in eine Zeitreihen-Datenbank geschrieben und visualisiert

FORCAM FORCE™ Track & Trace kann auch große Datenmengen verarbeiten, wie sie beispielsweise bei der Messung einer sehr präzisen Kurve anfallen. Wird eine Kurve etwa alle 1000 ms abgetastet, wird sekündlich der entsprechende Wert erfasst, wodurch ein immenses Datenvolumen zustande kommen kann. Werden Signalwerte über die FORCAM FORCE™ Bridge erfasst, hängt die maximale Abtastrate dabei u.a. von der Anzahl der zu erfassenden Signale ab. In der Regel stellt eine Abtastung jede Sekunde kein Problem dar. Sind höhere Abtastraten gefordert, muss die zu erfassende Kurve ggfs. blockweise in der Maschinensteuerung erfasst und an FORCAM FORCE™ Track & Trace im Ganzen übergeben werden.

Track & Trace eignet sich außerdem für Maschinen und Anlagen, die nicht über eine klassische Maschinensteuerung angebunden werden können. In einer Anlage liest eine Messmaschine beispielsweise ein Teil ein und beginnt den Messprozess. In diesem Messprozess werden z.B. zwanzig verschiedene Werte wie Durchmesser, Druck, Temperatur usw. ermittelt. Die Messmaschine schreibt alle Ergebnisse in eine CSV-Datei. FORCAM FORCE™ kann mit Track & Trace diese CSV-Datei auslesen und alle ermittelten Prozesswerte diesem Teil zuordnen. Die CSV-Datei sollte dabei idealerweise die Serien- oder Behälternummer enthalten, der die Daten zugeordnet werden sollen.

Track & Trace ermöglicht Drittanbietersystemen darüber hinaus, Prozessdaten über eine Datenbankschnittstelle an FORCAM FORCE™ Track & Trace zu übergeben. Hierbei wird neben einer beliebigen Liste von Prozessparametern die Serien- oder Behälternummer übergeben, der die Prozessdaten zugeordnet werden sollen. Die Schnittstelle ist in der Lage, dynamisch weitere Prozessparameter hinzuzufügen; d.h., dass keine manuelle Anpassung der Konfiguration von FORCAM FORCE™ Track & Trace notwendig ist.

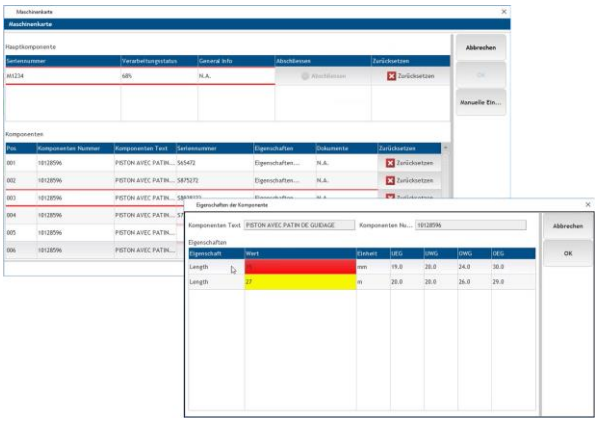
Dateninput für Track & Trace

(Prozess-)Daten für FORCAM FORCE™ Track & Trace können automatisch oder manuell bereitgestellt werden.

- Stammdaten
Auftrag, Vorgang, Arbeitsplatz, Werker, ...
- IDs
DataMatrix-Code, Mat. IDs, Komponenten
- Prozessdaten
Temperatur, Durchmesser, Druck, Drehmoment, ...
- Auslöser
Start der Aufnahme, Speichern am Ende

Automatisches Trace

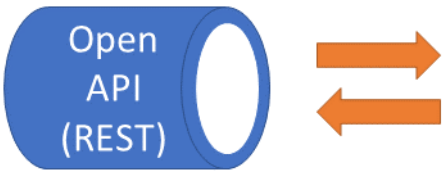
Prozessdaten können automatisch im Fertigungs-/Montageprozess aus einer SPS, aus CSV-Dateien, sowie über eine Datenbank-Austauschschnittstelle erfasst werden.



Manuelles Trace

Jeder Datenerfassungspunkt, der automatisch im Fertigungs-/Montageprozess über z.B. eine Maschinensteuerung mit Prozessdaten gefüllt werden kann, kann auch manuell über einen Dialog im Terminal von einem Werker befüllt und erfasst werden.

Zudem besteht die Möglichkeit, Montagevorgänge dialoggestützt am Terminal auszuführen. Hierbei können neben den Serien-/Chargennummern der zu verbauenden Komponenten auch zusätzliche Parameter manuell erfasst werden, die den Verbauungszustand der Komponente beschreiben (z.B. Überstand des Zylinders über den Motorblock).



Open API

Track & Trace kann QM-Systeme Dritter (i.d.R. CAQ-Systeme) über eine Webservice-Schnittstelle integrieren. Die CAQ-Systeme messen ein produziertes Teil bzw. eine Teilmenge (Kiste) gemäß einem Prüfplan und senden eine Nachricht mit den zu erfassenden Messparametern und der ermittelten Qualität der Teile an FORCAM FORCE™ Track & Trace.

Durch die offene API ist es dabei möglich, auch bis dato undefinierte Messparameter einzulesen. Diese werden automatisch der FORCAM FORCE™ Track & Trace Konfiguration hinzugefügt und die Daten gespeichert (Selbstlernen).

Komponenten

FORCAM FORCE™ Track & Trace kann Daten über verwendete Komponenten verarbeiten, um diese zu verfolgen und so z.B. den jeweiligen Zulieferer stets zu kennen.

Beispiel:
An einem Arbeitsplatz wird ein Arbeitsvorgang mit einer Stückliste (engl. bill of material, BOM) gestartet. Um das Material/Produkt zu fertigen, sind demnach die Komponenten C1, C2 und C3 notwendig.

Komponente C1 wird vom ERP in Form einer Lagereinheit (engl. storage unit) verwaltet. Diese Lagereinheit hat eine eindeutige Lagereinheitennummer, mit der diese an FORCAM FORCE™ Track & Trace im Terminal angemeldet werden kann. FORCAM FORCE™ Track & Trace fragt in der Folge weitere Eigenschaften der Lagereinheit wie Lieferant, Chargennummer, Lagerort usw. direkt im ERP über eine Webservice-Schnittstelle ab.
Komponente C2 ist als Produktionscharge in FORCAM FORCE™ Track & Trace an einem vorherigen Arbeitsplatz bzw. in einem vorgelagerten Fertigungsprozess erzeugt worden. Diese Produktionscharge befindet sich in einem Behälter (z.B. Kiste) und kann über die entsprechende Behälternummer eindeutig identifiziert werden.
Komponente C3 ist ein einzelnes Teil mit einer eindeutigen ID, welches in einem vorgelagerten Fertigungs-/Montageprozess in FORCAM FORCE™ Track & Trace erfasst wurde.

Der Werker scannt sowohl die Ausgangsbox (Behälter) als auch die Lagereinheit für C1, den Behälter für C2 und das Einzelteil für C3. FORCAM FORCE™ Track & Trace prüft dabei die Plausibilität dieser Komponentenanmeldungen. Anschließend werden alle Komponenten an dem Arbeitsplatz verarbeitet. Die gespeicherten Daten erlauben so z.B. Rückschlüsse auf den jeweiligen Lieferanten. Nach der Verarbeitung eines Produktionszyklus der Maschine entsteht für jedes produzierte Einzelteil eine Baumstruktur (Trace-Baum), die anzeigt, wie das Produkt zusammengesetzt wurde. Voraussetzung ist hierbei, dass die Maschine neben den Prozessdaten die Seriennummer des produzierten Einzelteiles meldet. Im Fall von Chargen-Trace (siehe nächster Abschnitt) wird der Materialfluss zwischen den Eingangskomponenten/-behältern und dem Ausgangsbehälter aufgezeichnet.

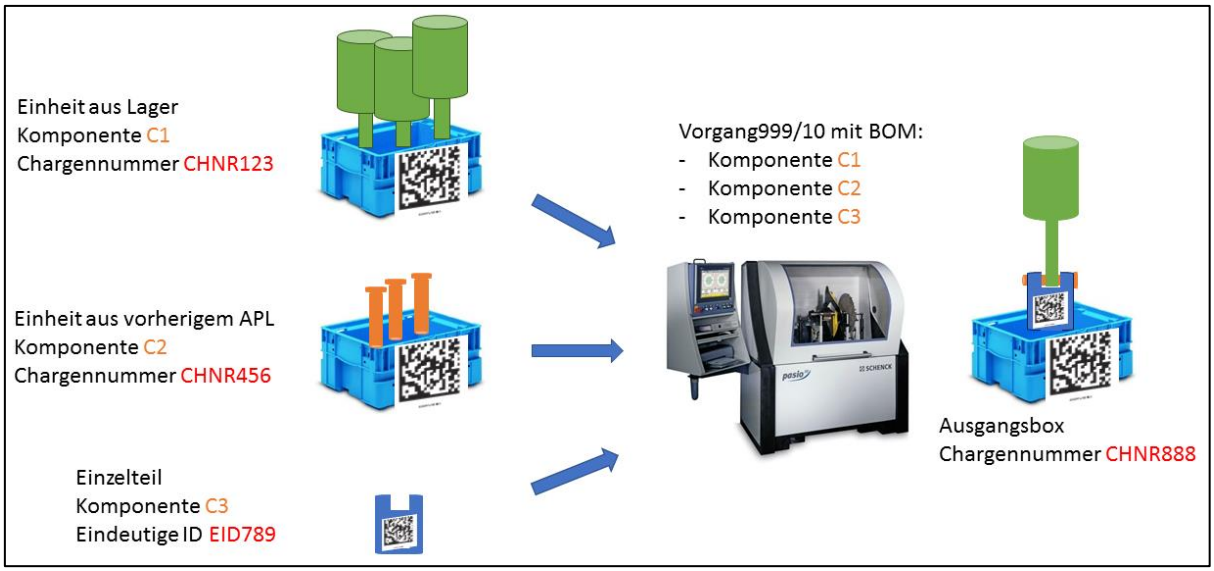


Bild 2: Fertigung eines Ausgangsmaterials aus einzelnen Komponenten

Chargen-Trace

FORCAM FORCE™ Track & Trace ermöglicht die Nachverfolgung einer Produktionscharge anhand von Chargennummern. Eine Produktionscharge befindet sich zu einem bestimmten Zeitpunkt dabei in einem identifizierbaren Behälter (z.B. Kiste). Um eine optimale Qualität von produzierten Mengen/Teilen zu gewährleisten, kann außerdem ein Qualitätsmanagement einbezogen werden. Eine Compliance-Charge bietet zusätzlich die Möglichkeit, Qualität nachzuweisen bzw. im Falle einer Reklamation das gefertigte Material in jeder Stufe des Fertigungsprozesses nachträglich analysieren zu können.

Bewegung zwischen Boxen

Die Bewegung von Material zwischen Eingangs- und Ausgangsbox wird über das Shop Floor Terminal verwaltet. Ein Dialog im Shop Floor Terminal fordert den Werker dazu auf, eine Eingangsbox am Arbeitsplatz/Arbeitsvorgang anzumelden. Ein weiterer Dialog fordert zur Anmeldung einer Ausgangsbox auf. Das Material wird der Eingangsbox entnommen, bearbeitet (z.B. geschnitten) und in die Ausgangsbox gelegt.

Ist eine Ausgangsbox voll, kann sie automatisch abgemeldet und dem nächsten Arbeitsplatz oder dem QM-Prozess übergeben werden. Der Werker scannt nun eine neue Ausgangsbox und beginnt, diese zu füllen. Mengen und Bewegungen werden dabei genau erfasst. Es ist außerdem möglich, Mengen auf verschiedene Transportboxen/-behälter zu verteilen.

Eine Produktionscharge ist zu einem bestimmten Zeitpunkt mit einer Box/Behälter verknüpft. Die Produktionscharge beinhaltet ein Mengenmodell, welches die in der Box enthaltenen Materialien exakt pro Auftrag und Arbeitsvorgang (= Fertigungsstufe) auseinanderhält. Prozessdaten wie Temperatur oder Druck werden der Produktionscharge zugeordnet.

Neben diesen anonymen Mengen kann eine Produktionscharge jedoch auch identifizierbare Einzelteile enthalten. Hierbei werden Prozessdaten i.d.R. dem jeweiligen Einzelteil zugewiesen. Die Einzelteile können zwischen den Boxen/Behältern bewegt werden.

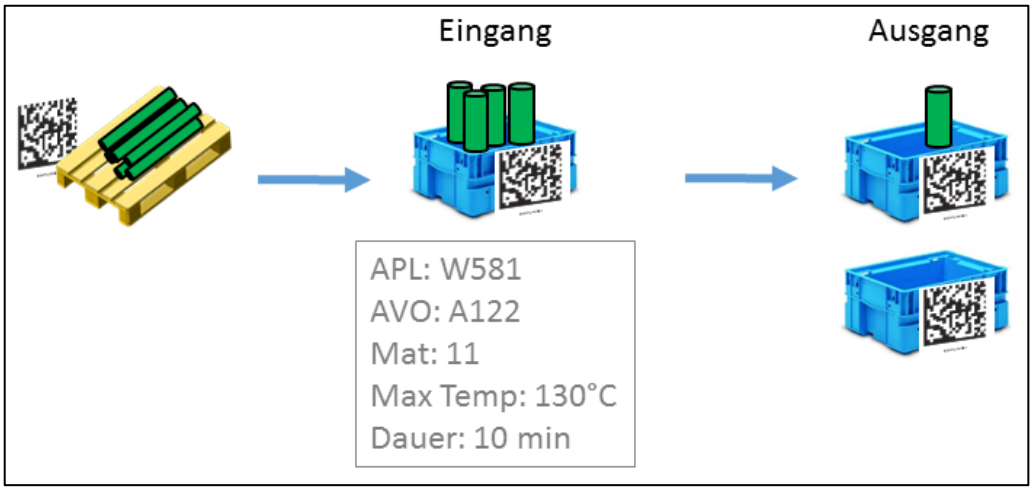


Bild 3: Bewegung von Material zwischen Eingangs- und Ausgangsboxen

FORCAM FORCE™ kann die Materialbewegung anonymer Mengen zwischen Eingangs- und Ausgangsbox darstellen. Dabei werden Material-/Mengenbewegungen zwischen den Boxen detailliert, d.h. mit Angabe von Auftrag und Arbeitsvorgang, angezeigt.

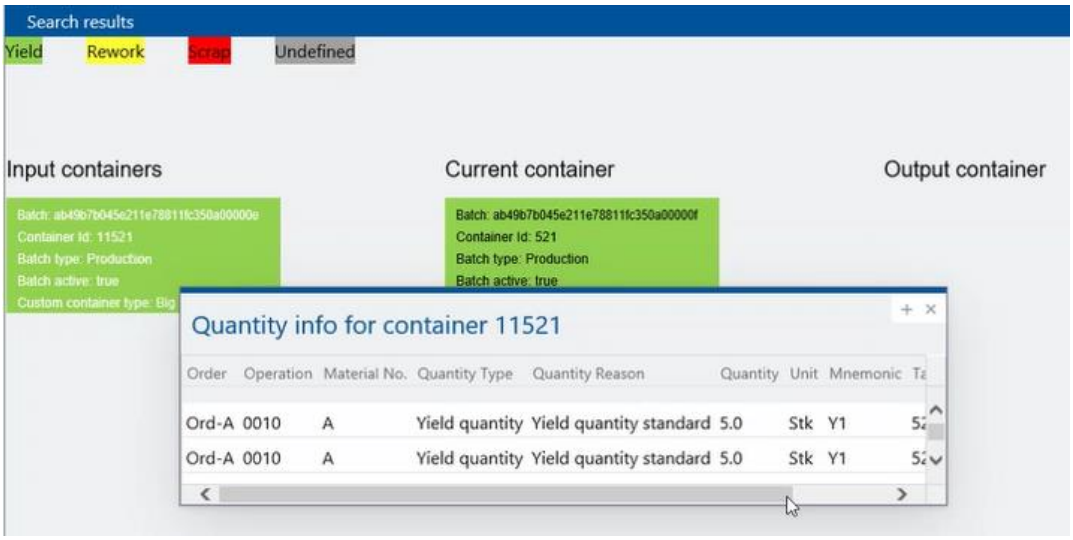


Bild 4: Bewegung von Mengen zwischen Boxen

Die Boxen zu einem Arbeitsvorgang werden außerdem im Shop Floor Terminal in einer Erweiterung der AVO-Maske angezeigt. Zusätzlich zu Menge und Materialnummer/Fertigungsstufe ist die eindeutige Chargennummer angegeben. Neben der Ausgangsbox werden auch alle angemeldeten Eingangsboxen (Komponenten) angezeigt.

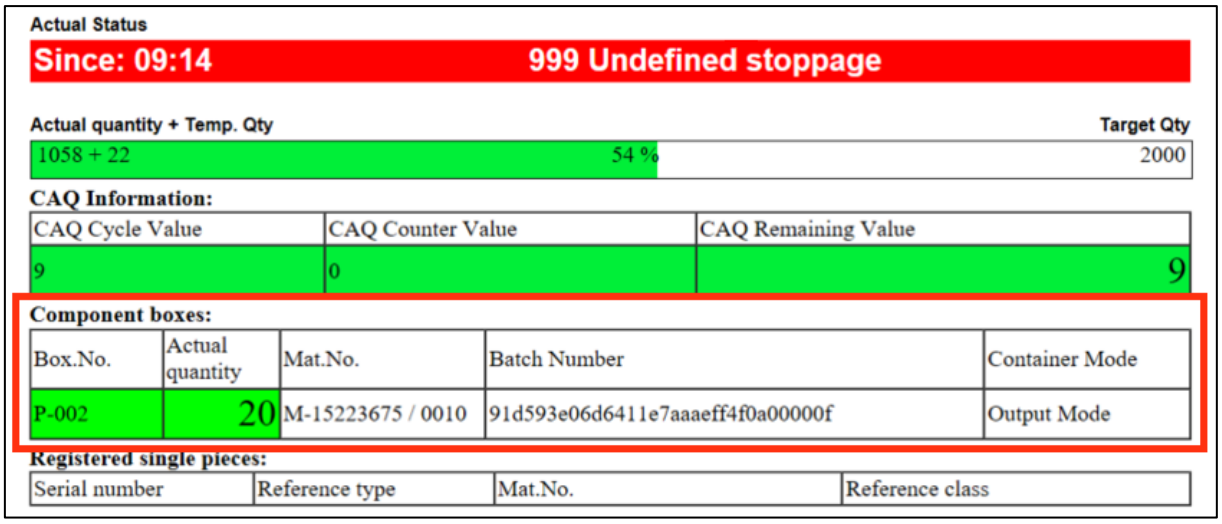


Bild 5: Angaben zu Boxen im Shop Floor Terminal

Qualitätsmanagement

Um eine fehlerfreie und effiziente Produktion zu gewährleisten, kann ein existierendes Qualitätsmanagement in den Trace-Prozess über eine definierte Webservice-Schnittstelle integriert werden.

Beim Start eines Arbeitsvorgangs wird dem QM-System (z.B. CAQ-System) über einen Webservice mitgeteilt, welcher Auftrag/Arbeitsvorgang in FORCAM FORCE™ gestartet wurde. Das QM-System kann anschließend (ebenfalls via Webservice) das aktuell gültige (Prüf-)Intervall für diesen Arbeitsvorgang an FORCAM FORCE™ Track & Trace senden. Eine dynamische Anpassung des (Prüf-)Intervalls ist zu jeder Zeit über diese Webservice-Schnittstelle möglich.

Nach Ablauf des (Prüf-)Intervalls wird der Werker aufgefordert, eine definierte Anzahl von Teilen aus dem Prozess (Ausgangsbox) zu entnehmen und an das QM-System weiterzuleiten. Das QM-System prüft daraufhin gemäß einem Prüfplan (auch über mehrere Prüfarbeitsgänge hinweg) die Qualität der übergebenen Teile und teilt das Prüfergebnis (inkl. zu erfassender Messwerte) FORCAM FORCE™ Track & Trace mit. Ist die entnommene Teilmenge qualitativ ungenügend (Ausschuss), lässt dies Rückschlüsse auf die Qualität der Gesamtmenge der Box zu. Entsprechend wird von Track & Trace das Mengenmodell und der Qualitäts-/Freigabestatus der Ausgangsbox angepasst.

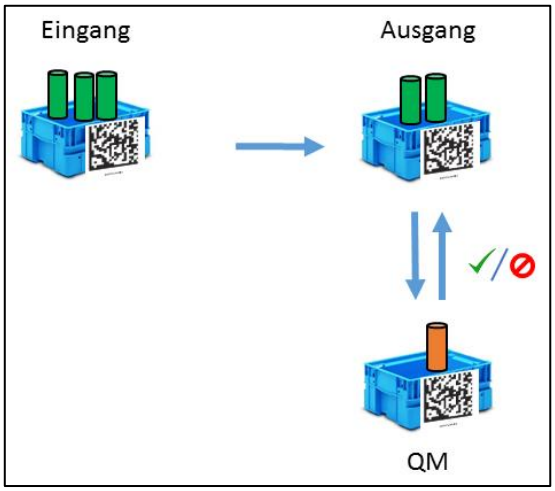


Bild 6: Materialprüfung durch QM, um die Qualität zu ermitteln

Compliance-Charge

Neben der Einbeziehung des Qualitätsmanagements bietet die Compliance-Charge eine zusätzliche Möglichkeit, Qualität nachzuweisen und im Falle einer Reklamation nachträglich in jeder Fertigungsstufe analysieren zu können.

Dabei wird, wie bei der Qualitätskontrolle, eine Teilmenge guter Qualität aus der Gesamtproduktion entnommen und in einen separaten Behälter gelegt. Der Behälter kann jeder Art sein, etwa eine Box, ein Warenträger oder eine Plastiktasche.

Der Behälter wird mit einem Etikett versehen, welches insbesondere die Compliance-Chargennummer aufweist und so eingelagert. Sollte später die Qualität im Zuge einer Reklamation bemängelt werden, kann diese Compliance-Charge ermittelt werden, um den Fertigungsprozess nachträglich in jeder Fertigungsstufe nachzuvollziehen.

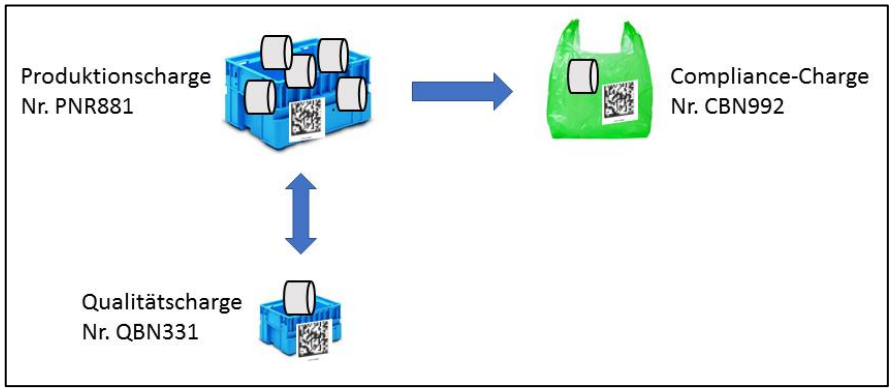


Bild 7: Ableitung einer Compliance-Charge (Entnahme von Rückstellteilen) aus einer Produktion

Serielles Trace

FORCAM FORCE™ Track & Trace erlaubt die Verfolgung eines eindeutig gekennzeichneten Einzelteiles über mehrere Arbeitsplätze und Arbeitsvorgänge hinweg und bezieht die an jedem Arbeitsplatz hinzukommenden Daten mit ein.

Beispiel:
Ein Teil mit einer ID wird an einem Arbeitsplatz in einen Ofen befördert. Die Ofentemperatur an diesem Arbeitsplatz wird diesem Teil zugeordnet. Am nächsten Arbeitsplatz werden Löcher gefräst. Die Schnittgeschwindigkeit und Lochdurchmesser werden wiederum an diesem Arbeitsplatz dem Teil zugeordnet. Kommen bei weiteren Arbeitsplätzen Daten hinzu, werden die gespeicherten Daten entsprechend ergänzt.

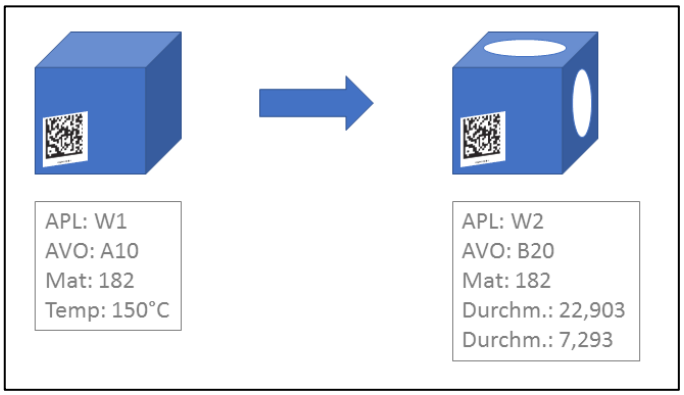


Bild 8: Erfassung von Trace-Daten für ein Einzelteil über mehrere Arbeitsplätze hinweg

Die Datenaufzeichnung beginnt gemäß der Konfiguration der Datenerfassungspunkte in FORCAM FORCE™ Track & Trace. Ein Datenerfassungspunkt beschreibt dabei alle zu erfassenden Prozessparameter (z.B. Druck, Temperatur) und deren Quelle (z.B. Signal X aus Maschinensteuerung Y).

Darüber hinaus enthält jeder Datenerfassungspunkt eine Definition, wann die Datenaufzeichnung ausgelöst wird. Der genaue Auslöser kann flexibel definiert werden, z.B. als der Wechsel eines Signalwertes auf einen bestimmten Wert (z.B. steigende Flanke). Das Ende der Datenaufzeichnung entspricht dem Ende des Auslösers, z.B. einer fallenden Signalflanke.

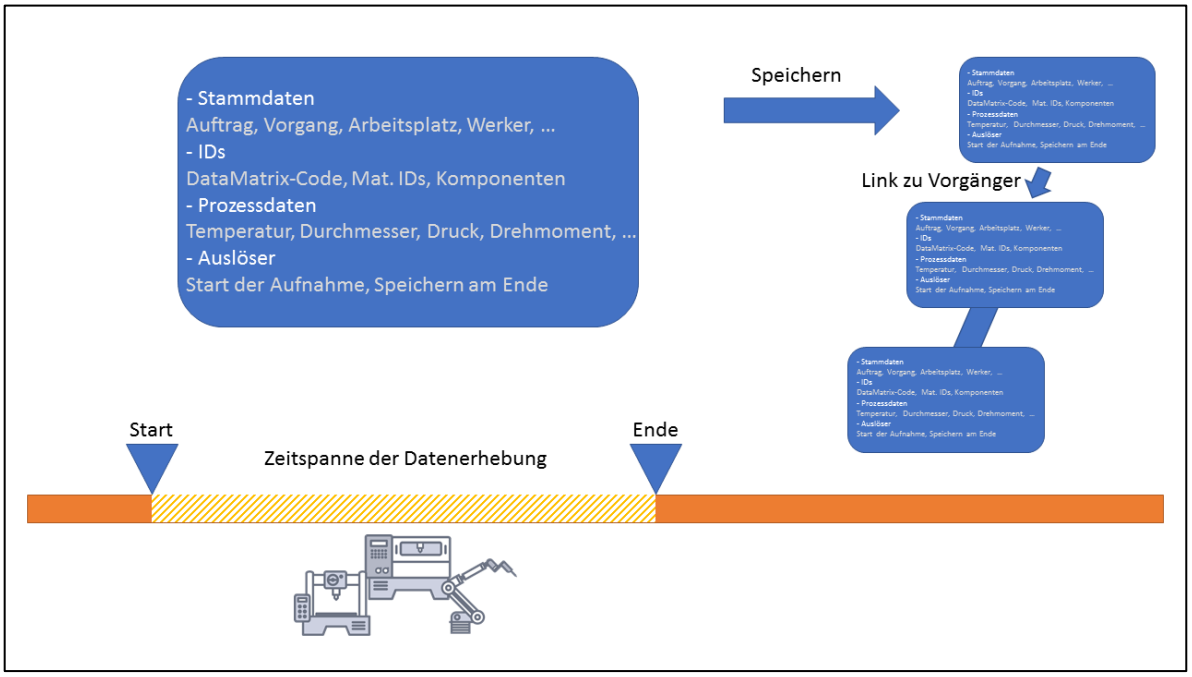


Bild 9: Konzept des seriellen Trace

Am Ende der Aufzeichnung werden die Prozessdaten zusammen mit ihrem gültigen Verarbeitungskontext in einem so genannten Trace-Knoten abgespeichert. Unter Verarbeitungskontext ist hier insbesondere der ausgeführte Auftrag/Arbeitsvorgang zu verstehen.

Anhand der ID des Einzelteiles wird überprüft, ob das Teil bereits an einem vorherigen Arbeitsplatz/Arbeitsvorgang bearbeitet wurde. Ist dies der Fall, werden die jeweiligen Trace-Knoten miteinander verbunden. Durch die Verknüpfung dieser Knoten entsteht ein sogenannter Trace-Baum, der die Struktur und Chronologie der Fertigungs-/Montagevorgänge exakt wiederspiegelt. Wird in FORCAM FORCE™ Track & Trace nach der ID des Einzelteils gesucht, wird der entsprechende Trace-Baum angezeigt.

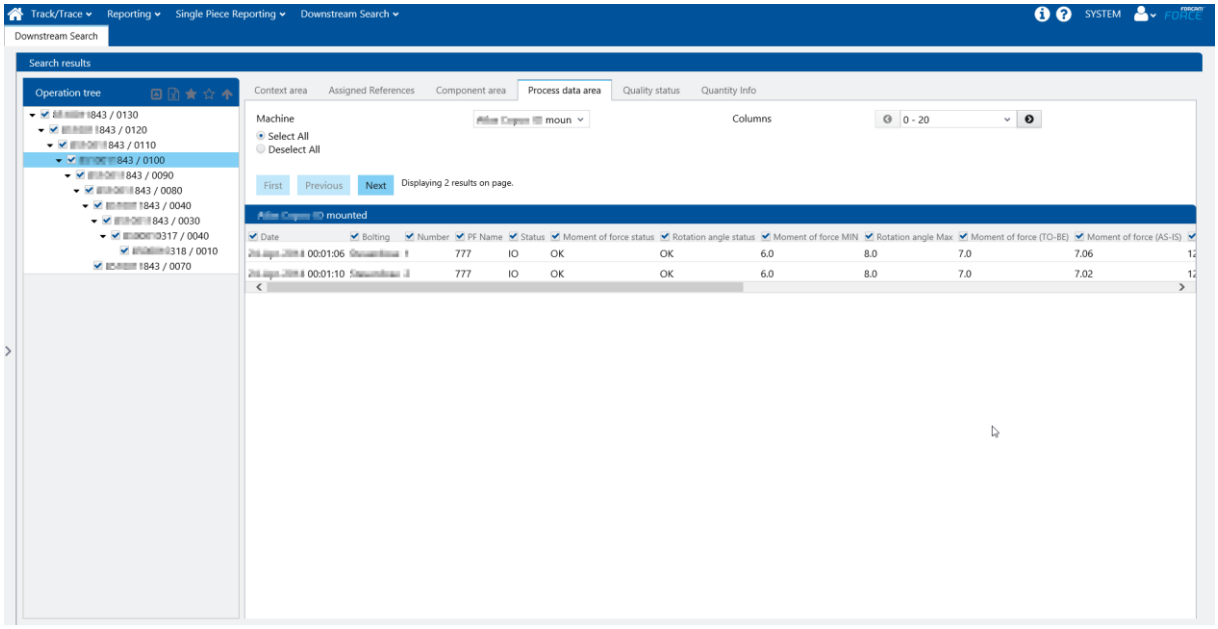


Bild 10: Trace-Baum in FORCAM FORCE™ mit allen relevanten Informationen zu einem Einzelteil

Für jeden Arbeitsvorgang sind Informationen in folgenden Reitern (siehe Bild 10) verfügbar:

- Kontext:
  Basisinformationen zu Auftrag, Arbeitsplatz, angemeldeter Person usw.
- Komponenten:
  Angaben zu Komponenten wie Komponentennummer, Bezeichnung, Lieferant usw.
- Prozessdaten:
  Angaben zu an diesem Arbeitsplatz erfassten Daten wie Drehmoment, Drehwinkel usw.
- Referenzwerte:
  Die dem Knoten zugeordneten IDs (z.B. Seriennummern)
- Qualitätsstatus:
  Der Qualitätsstatus der beschreibt, ob das Teil in dieser Fertigungsstufe IO oder NIO ist.
- Mengenmodell:
  Das Mengenmodell das beschreibt, welche Menge für diesen Knoten erfasst wurde. Es wird dabei auch ein qualifizierter Mengengrund angegeben (z.B. Oberfläche zerkratzt).

Montageplan

FORCAM FORCE™ Track & Trace kann einen Montageplan verwalten und dem Werker im Shop Floor Terminal zur Verfügung stellen.

Der Montageplan basiert auf der Stückliste eines Arbeitsvorgangs und wird mit dessen Start im Terminal angezeigt. Der Montageplan enthält eine Anleitung zur Montage des Ausgangsmaterials. Die Anleitung beinhaltet eine Liste der zu montierenden Komponenten, die vom Werker während der Montage durch Eingabe/Einscannen der Serien-/Chargennummern identifiziert werden müssen.

Zu jeder Komponente können darüber hinaus Dokumentenlinks hinterlegt werden, die der Werker aufrufen kann, um hilfreiche oder zwingend notwendige Informationen (z.B. Zeichnungen, Sicherheitshinweise) zu erhalten. Zusätzlich können in FORCAM FORCE™ Track & Trace für jede Position der Stückliste weitere, manuell zu erfassende Parameter inkl. Grenzwerten konfiguriert werden. Diese Parameter werden dann beim Verbauen einer Komponente vom Werker manuell eingegeben.

Der Arbeitsvorgang wird erst abgeschlossen, sobald alle als obligatorisch definierte Schritte ausgeführt wurden. Trotzdem besteht jederzeit die Möglichkeit, den Montagevorgang zu unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt mit allen bis dahin erfassten Daten nahtlos fortzusetzen.

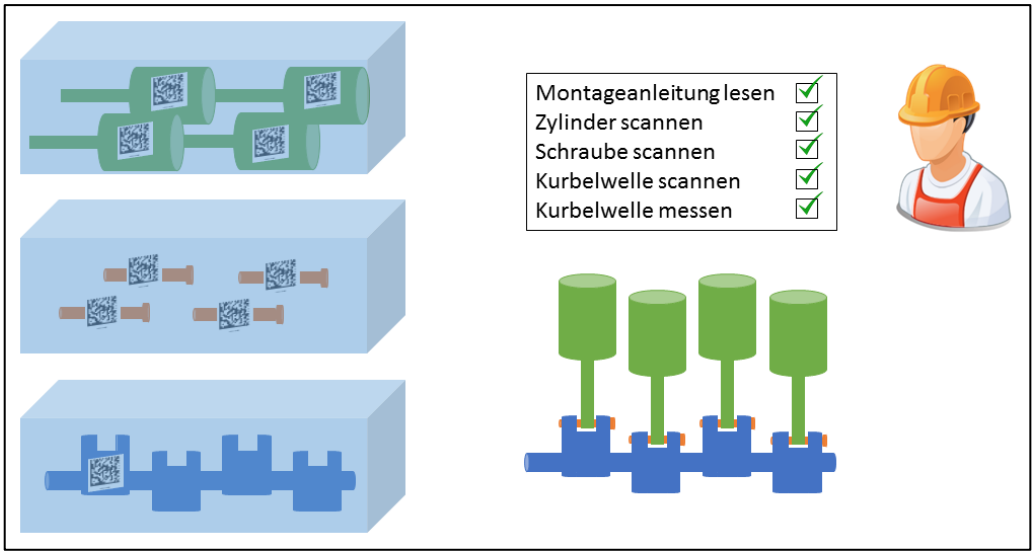


Bild 11: Montage eines Ausgangsmaterials mit Eingabe der verbauten Komponenten inkl. Messparametern und Anzeige von Dokumenten

Track & Trace kann folgende Handlungen in einer Montageanleitung voraussetzen und verarbeiten:

- Scannen von Teilen/Komponenten
- Messungen von Teilen/Komponenten (nachdem diese durch Eingabe einer Serien- oder Chargennummer identifiziert wurden)
- Aufruf von Dokumentenlinks inkl. Protokollierung des Aufrufs
  (http-Links, die auf Dokumente z.B. in Microsoft® SharePoint verweisen, die nicht von FORCAM FORCE™ verwaltet werden)

Intelligente Analyse

FORCAM FORCE™ Track & Trace bietet verschiedene Analysemöglichkeiten für alle erhobenen Daten an.

Serielles Trace

- Trace-Baum für ein gefertigtes Teil
- Suche nach allen Teilen mit bestimmten Eigenschaften (z.B. Temperatur > 100 °C)
- Suche nach allen Teilen mit bestimmten Eigenschaften und Anzeige korrelierender Parameter (Grundlage für Korrelationsanalyse)

Chargen-Trace

- Trace-Baum für eine Produktionscharge
- Suche nach Produktionschargen/Behältern mit bestimmten Eigenschaften
- Visualisierung der Materialbewegungen zwischen Behältern

Für die Visualisierung in Form von Trendlinien, Grafiken, Verhältnissen zwischen Werten/Elementen greift FORCAM FORCE™ auf die Erfahrung und Expertise von Partnern und Drittanbietern zurück. Professionelle Grafiksysteme und Datenanalysetools können die von Track & Trace erhobenen Daten verschiedenartig darstellen. Individuelle kundenseitige Tools können ebenfalls verwendet werden.

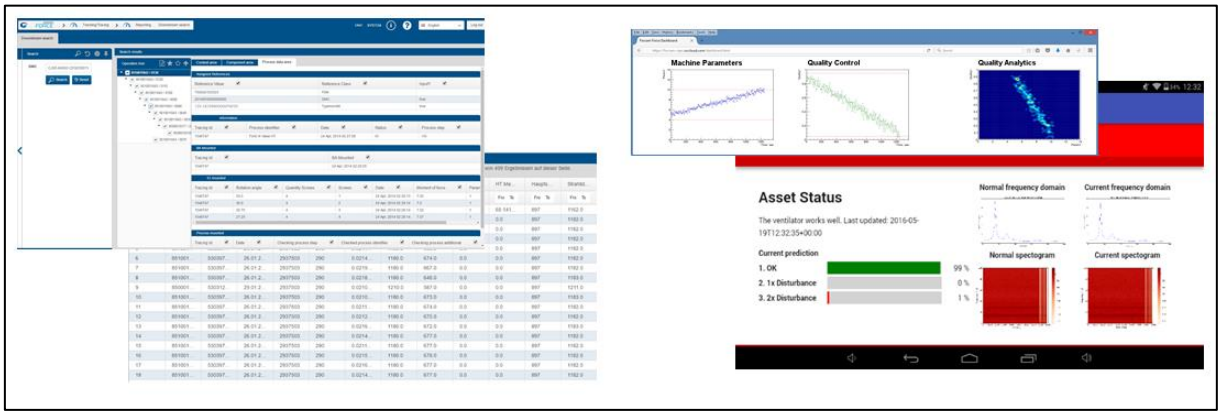


Bild 12: Visualisierung von Trace-Daten in Zusammenarbeit mit Drittanbietern

Datenspeicherung

Im Rahmen von Track & Trace können große Datenmengen (Big Data) aufkommen; z.B. etwa alle 10 Sekunden komplette Prozessdatensätze á 10 Prozesswerte von 100 Maschinen. Für diese Datenverarbeitung ist eine herkömmliche relationale Datenbank (z.B. Microsoft® SQL-Server) aus folgenden Gründen nicht geeignet:

- Ein fixes Datenbankschema ist vorgegeben.
- Die Analyseperformance ist schlechter (siehe Tabelle 1).
- Die horizontale Skalierbarkeit (d.h. eine Verteilung der Daten auf mehrere Rechnerknoten) ist schwierig bzw. teuer.
- Redundanzmechanismen (Hochverfügbarkeit) sind aufwändig umzusetzen.

Aus diesem Grund verwendet FORCAM FORCE™ für Track & Trace eine dokumentenorientierte NoSQL-Datenbank auf Basis von JSON. Tabelle 1 zeigt den Unterschied in der Auswertungsleistung zwischen NoSQL-DB und einem Microsoft® SQL-Server auf. Es wird deutlich, dass die NoSQL-Datenbank eine erheblich schnellere Auswertung der Trace-Daten gestattet.

Tabelle 1: Unterschied in der Auswertungsleistung zwischen der verwendeten NoSQL DB und einem Microsoft® SQL-Server (jeweils mit etwa 165.000 erfassten Einzelteilen)

	NoSQL	SQL-Server	Faktor
Downstream-Analyse	0,08	9,2	115
Upstream	19,2	378,1	19,7
Upstream mit Parameter	15	875,5	58,4

Leistungsumfang

FORCAM FORCE™ Track & Trace bietet die folgenden Funktionen:

- Prozessdatenerfassung:
  Direktes Speichern von Prozessdaten ohne Serien-/Chargennummernbezug in einer Zeitreihen-Datenbank
- Dateninput:
  - Automatische Erfassung aus Maschinensteuerung
  - Manuelle Erfassung am Shop Floor Terminal
  - Datenbank-basierte Austauschschnittstelle
  - Anbindung von Drittsystemen über entsprechende Schnittstellen (z.B. für CAQ-Systeme)
- Komponenten:
  Erheben und Verfolgen der verwendeten Komponenten mit Rückschluss auf z.B. den jeweiligen Lieferanten
- Chargen-Trace:
  - Bewegung zwischen Behälter/Boxen:
    Verfolgen der Bewegung von Mengen und Teilen zwischen Eingangs- und Ausgangsboxen
  - Qualitätsmanagement:
    Integration von QM-Systemen (z.B. CAQ-System) über eine Webservice-Schnittstelle
  - Compliance-Charge:
    Archivieren einer Strichprobe (pro Fertigungsstufe), um die Qualität nachträglich nachzuvollziehen oder nachzuweisen
- Serielles Trace:
  Verfolgen eines Einzelteils über mehrere Arbeitsplätze und Arbeitsvorgänge hinweg mit Einbezug der relevanten Prozessdaten, die an jedem Arbeitsplatz hinzukommen
- Montageplan:
  Vordefinierte Montageanleitung mit Voraussetzungen, die ein Werker bei der Montage erfüllen muss, um den Arbeitsvorgang abzuschließen
- Intelligente Analyse:
  - Trace-Baum für ein gefertigtes Teil
  - Suche nach allen Teilen mit bestimmten Eigenschaften (z.B. Temperatur > 100 °C)
  - Suche nach Produktionschargen/Behältern mit bestimmten Eigenschaften
  - Weitere Analysen auf Basis von Grafiksystemen und Datenanalysetools von erfahrenen Partnern
- Datenspeicherung:
  Datenverwaltung mit einer dokumentenorientierten NoSQL-Datenbank auf Basis von JSON, die zentrale Big Data-Anforderungen erfüllt: Auswertungsperformance, hohe Verfügbarkeit und Skalierbarkeit.

Anhang

Tabelle 2: Verwendete Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung/Begriff	Erklärung
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstelle)
APL	Arbeitsplatz
AVO	Arbeitsvorgang
BOM	Bill of Material (Komponentenliste)
Button	Schaltfläche im Shop Floor Terminal
CSV	Comma-separated values
Durchm	Durchmesser
ID	Identifikationsnummer
IO	In Ordnung
JSON	JavaScript Object Notation: Kompaktes Datenformat in einer einfach lesbaren Text-form
Mat	Material
Max Temp	Maximale Temperatur
MB	Megabyte
MDE	Maschinendatenerfassung
min	Minute
MongoDB	Dokumentenorientierte NoSQL-Datenbank
ms	Millisekunde
NC-Programm	Programm zur Steuerung einer NC-Anlage. Ein NC-Programm wird zur Ausführung mithilfe eines Datenträgers in die NC-Anlage übertragen.
NIO	Nicht in Ordnung
QM	Qualitätsmanagement
Sek	Sekunde
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SQL	Standardisierte Abfragesprache für Datenbanken