

# **Engineering Base**

## **Ursache & Wirkung**

Dezember 2018

#### **AUCOTEC AG**

Oldenburger Allee 24 D-30659 Hannover Phone: +49 (0)511 61 03-0 Fax: +49 (0)511 61 40 74

www.aucotec.com

**Urheberrecht**: Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, bleiben vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung von **AUCOTEC AG** in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

**Haftungsausschluss:** Texte und Software wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Herausgeber und Autoren können für etwaige fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische noch irgendeine Haftung anders lautender Art übernehmen.

**Warenzeichen:** Engineering Base® ist ein eingetragenes Warenzeichen der AUCOTEC AG, Deutschland. Microsoft Office Visio®, Microsoft SQL Server und Windows® sind eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corporation, USA.

## **Inhalt**

1 A	Ilgemeines	
1.1	Begriffsdefinitionen	1
2 E	rzeugung einer Ursache & Wirkung-Tabelle	3
2.1	Die Ursache & Wirkung-Arbeitsblattvorlage	6
2.2	Die Ursache & Wirkung EXCEL-Vorlagen	9
2.2.1	Das Blatt Settings	9
2.2.2	Das Blatt Content	10

## 1 Allgemeines

Bei der Planung und Inbetriebnahme von Anlagen können Vorgaben für bestimmte Prozessabläufe oder Sicherheitsmaßnahmen festgelegt werden. Diese Vorgaben für Ursache & Wirkung-Beziehungen können Sie in einer Ursache & Wirkung-Tabelle (Safety Matrix) definieren.

In einer Ursache & Wirkung-Tabelle (U&W-Tabelle) kann festgelegt werden, welche Aktion durchgeführt werden muss, wenn eine bestimmte Ursache auftritt.

Dies ermöglicht Folgendes:

Festlegung der Kausalität bei fehlertoleranten Regelsystemen

Für die Gewährleistung der funktionalen Sicherheit kann festgelegt werden, wie viele parallel installierte, funktional identische Geräte im Prozess funktionieren müssen, bevor das Gesamtsystem abgeschaltet werden muss.

Beispiel: In einem Prozess werden zwei parallel installierte Ventile eingesetzt. Wird in der U&W-Tabelle für diesen Prozess ein Voting 2002 (two out of two) festgelegt, kann der Prozess auch beim Ausfall eines Ventils weiter ablaufen. Erst wenn beide Ventile defekt sind, wird der Gesamtprozess gestoppt. Wäre das Voting auf 1002 festgelegt, müsste der Gesamtprozess gestoppt werden, wenn ein Ventil ausfällt.

#### Festlegung der Kausalität im Krisenfall

Für die Gewährleistung der Sicherheit kann im Krisenfall festgelegt werden, welche Aktionen ablaufen müssen.

Beispiel: Im Falle eines Lagerbrandes muss die Feuerwehr alarmiert werden, im gesamten Produktionsbereich muss ein Feueralarm ausgelöst werden, der Zufluss von entzündlichen Produktionsmitteln muss gestoppt werden, etc.

#### Festlegung der Kausalität in der Planungsphase

Für verschiedene Prozessszenarien oder Betriebsmodi können Sie Vorgaben in der Tabelle machen.

Beispiel: Im Betriebsmodus für die Erzeugung eines Flüssigkeitsgemischs darf ein Behälter nur zu 80% gefüllt werden. Wird dieser Füllgrad überschritten (Ursache), muss ein Notventil geöffnet werden (Wirkung). Der gleiche Behälter darf aber bei der Reinigung zu 100% gefüllt werden, das Notventil darf dann nicht geöffnet werden.

## 1.1 Begriffsdefinitionen

#### Kausalität

Kausalität ist die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung – sie betrifft die Abfolge aufeinander bezogener Ereignisse und Zustände.

Kausalbeziehung = Ursache & Wirkung-Beziehung (U&W Beziehung)

#### Monokausalität

Eine Ursache führt entweder zu einer oder mehreren Wirkungen.

#### Kausalkette

Streng zeitliche Aneinanderreihung von hintereinander ablaufenden Kausalitäten.

Eine Ursache führt zu mehreren aufeinander folgende Wirkungen; wie Dominosteine, die nach einander umfallen.

#### Multikausalität

Mehrere Ursachen wirken zusammen oder nebeneinander zur gleichen Zeit und führen zu mehreren Wirkungen.

#### **Voting**

Bei Prozessabläufen muss häufig eine funktionale Sicherheit gewährleistet werden. Dafür werden mehrere parallele Installationen funktional identischer Geräte oder Systeme vorgenommen.

Über das Voting wird festgelegt, wie viele der parallel installierten Geräte oder Systeme voll funktionsfähig sein müssen, um die die funktionale Sicherheit zu gewährleisten. Werden mehrere der parallel installierten Geräte oder Systeme als fehlerhaft erkannt, muss das Gesamtsystem (Gesamtprozess) abgeschaltet werden.

Das Voting wird auch verwendet, um z. B. Messwerte von Sensoren zu überprüfen oder zu bewerten. In diesem Fall wird z. B. festgelegt, wie viele parallel installierte Sensoren den gleichen Messwert ausgeben müssen.

- 1001: Einkanalige Verarbeitung (es gibt keine parallele Installation funktional identischer Geräte). Fällt das eine Gerät aus, muss das Gesamtsystem abgeschaltet werden.
- 1002: Redundante Verarbeitung mit Kreuzdiagnose. Bei zwei parallel installierten, funktional identischen Geräten wird das Gesamtsystem abgeschaltet, wenn ein Gerät defekt ist.
- 2002: Redundante Verarbeitung. Bei zwei parallel installierten, funktional identischen Geräten wird das Gesamtsystem abgeschaltet, wenn beide Geräte eine fehlerhafte Funktion aufweisen. Wird ein Fehler bei einem Gerät festgestellt, wird auf das intakte Gerät umgestellt.
- 2003: Dreifache Verarbeitung mit Verwendung des Mehrheitsergebnisses: Voting ('2 von 3'-Wähler). Werden drei funktional identische Geräte parallel installiert, wird das Gesamtsystem abgeschaltet, wenn zwei Geräte als fehlerhaft identifiziert werden. Werden z. B. drei funktional identische Sensoren parallel installiert, kann mit diesem Voting festgelegt werden, dass für eine bestimmte Aktion, zwei der drei gemessenen Werte übereinstimmen müssen.

2004: Das System bleibt stabil für den Fall, dass zwei Geräte gleichzeitig ausfallen.

## 2 Erzeugung einer Ursache & Wirkung-Tabelle

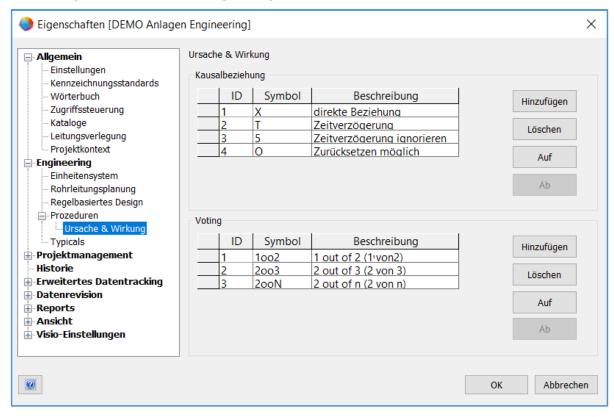
In Engineering Base können die verschiedenen Kausalitäten in einer U&W-Tabelle abgebildet werden. Zur Erzeugung sind folgende Schritte durchzuführen:

Definition der Symbole für **Kausalbeziehung** und **Voting**.

Definition der Kausalitäten in einem **Ursache & Wirkung-Arbeitsblatt.**Erzeugung und Ausgabe der **Ursache & Wirkung-Tabelle** über Excel.

#### Wie Sie die Symbole für Kausalbeziehungen und Voting definieren

- 1. Wählen Sie das Projekt und klicken Sie im Kontextmenü auf Eigenschaften.
- 2. Erweitern Sie im Dialog **Eigenschaften** den Ordner **Engineering** und erweitern Sie dann den Ordner **Prozeduren**.
- Klicken Sie auf Ursache & Wirkung.
   Der Dialog Ursache & Wirkung wird geöffnet.



- 4. Definieren Sie unter **Kausalbeziehung** die Symbole für die benötigten Kausalbeziehungen.
- 5. Definieren Sie unter **Voting** die Symbole für die unterschiedlichen Votings.
- 6. Klicken Sie **OK**, um die Eingaben zu speichern.

#### Bedeutung der Spalten

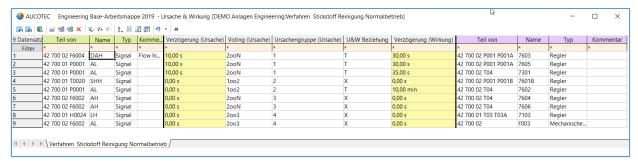
ID	Für die ID kann ein Wert von 1 - 50 gewählt werden. Entweder geben Sie die ID direkt ein oder Sie wählen Sie den Wert über die Schaltfläche aus.
Symbol	Tragen Sie ein Symbol für die Kausalbeziehung oder das Voting ein, das in der U&W-Tabelle verwendet werden soll.
Beschreibung	Tragen Sie eine Beschreibung für das definierte Symbol ein.

#### Bedeutung der Schaltflächen

Hinzufügen	Über diese Schaltfläche wird eine neue Zeile für die Definition der Kausalbeziehungen oder des Votings erzeugt. Als ID wird die kleinste freie ID automatisch eingefügt.
Löschen	Die markierte Zeile im Bereich Kausalbeziehung oder Voting wird gelöscht.
Auf / Ab	Die markierte Zeile im Bereich Kausalbeziehung oder Voting wird in der angezeigten Liste nach Oben oder nach Unten verschoben. Diese Aktionen haben keinen Einfluss auf die ID.

#### Wie Sie eine Ursache & Wirkung-Tabelle erzeugen

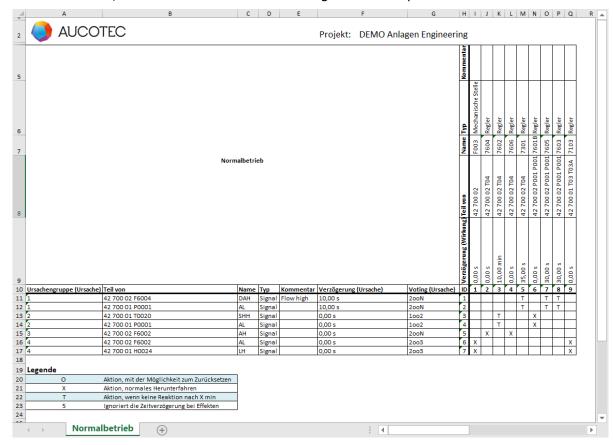
- 1. Markieren Sie einen Prozess und wählen Sie im Kontextmenü **Prozeduren**.
- 2. Wählen Sie eine Arbeitsblattvorlage aus der Liste der verfügbaren U&W-Vorlagen aus.



- 3. <u>Füllen Sie die Tabelle</u>. Weisen Sie den Ursache-Objekten (grüne Spaltenüberschrift) die gewünschten Symbole für Kausalbeziehung und Voting zu (hellgraue Spaltenüberschrift). Legen Sie die Wirkung-Objekte (lila Spaltenüberschrift) fest.
- 4. Speichern Sie das Arbeitsblatt über Excel. Klicken Sie dazu auf in der Symbolleiste.
- 5. Wählen Sie im Dialog **Ursache & Wirkung-Editor** die gewünschte Vorlage und den Speicherort aus.
  - Als Speicherort wird der temporäre Ordner von Engineering Base angeboten C:\ProgramData\Aucotec\Engineering Base\Tmp\XXX.
  - Der vorgeschlagene Name der erzeugten U&W-Tabelle setzt sich wie folgt zusammen: Projektname\_Prozessname (Prozess für den das U&W-Arbeitsblatt erzeugt wurde incl. Namen der übergeordneten Prozesse).

Klicken Sie auf ... um den Speicherort in einem Auswahldialog festzulegen. Zur Wahl stehen:

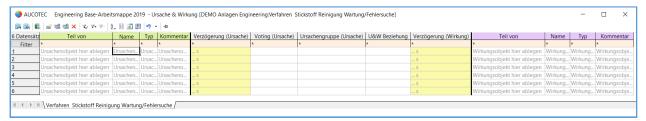
- Der Ordner Prozesse
- Der Ordner Dokumente
- Das Dateisystem.
- 6. Klicken Sie **OK**, um die U&W-Tabelle zu erzeugen und zu speichern.



## 2.1 Die Ursache & Wirkung-Arbeitsblattvorlage

Im Arbeitsblatt können Sie alle Objekte erfassen, die als Ursache und Wirkung dienen sollen. Die Ursache- und Wirkung-Objekte müssen dazu aus anderen Arbeitsblättern in das U&W-Arbeitsblatt eingefügt werden.

Die in den Projekteigenschaften definierten U&W-Beziehungs- und Voting-Symbole werden für die Definition der Kausalität zur Auswahl angeboten. Zusätzlich können Sie mehrere Beziehungen als Gruppe zusammenfassen, um auch Multikausalitäten abzubilden.



In der Arbeitsblattvorlage sind die Spaltenüberschriften farblich markiert:

Grün: Ursache-Objekte

Grau: Daten, die die Kausalbeziehung genauer definieren, wie U&W-Beziehung, Voting, Verzögerung, Ursachengruppe

Lila: Wirkung-Objekte.

Die Spalten für die Definition der Kausalbeziehung sind mit einem Rahmen versehen, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen.

#### Die Spalten und Ihre Bedeutung

Spalte	Bedeutung	
Teil von	Diese Spalten von Ursache- oder Wirkung-Objekt können	
Name	nicht manuell bearbeitet werden, sie müssen mit Daten aus einem zweiten Arbeitsblatt (z.B. Funktionen (erweitert)) gefüllt werden.	
Тур		
Kommentar		
Verzögerung (Ursache)	Geben Sie eine Zeitspanne ein, die eingehalten werden muss, bevor die nachfolgenden Aktionen (Wirkung) angestoßen werden sollen. Z. B. soll 1 Min. gewartet werden, bevor eine Alarmsequenz gestartet wird. Auf diese Weise können die angezeigten Werte noch einmal überprüft werden.  Tragen Sie einen Wert mit nachfolgendem Leerzeichen ein und wählen Sie die Zeiteinheit aus der Liste der verfügbaren Einheiten aus.	
Voting (Ursache)	Wählen Sie über die Pfeiltaste   ein Symbol aus der Liste der definierten Voting-Symbole aus.  Die Voting-Symbole werden im Dialog Ursache & Wirkung in den Projekteigenschaften/Engineering/Prozeduren festgelegt.	

Ursachengruppe (Ursache)	Zusammengehörige Kausalitäten können Sie zu einer Ursachengruppe zusammenfassen. Sie können die Kennung für eine Ursachengruppe beliebig wählen. Tragen Sie bei allen zusammengehörigen Kausalitäten die gleiche Ursachengruppe ein.
U&W-Beziehung	Wählen Sie über die Pfeiltaste ein U&W-Symbol aus der Liste der definierten U&W-Symbole aus.  Die U&W-Symbole werden im Dialog Ursache & Wirkung in den Projekteigenschaften/Engineering/Prozeduren festgelegt.
Verzögerung (Wirkung)	Geben Sie eine Zeitverzögerung für den Start der Wirkung ein.  Z. B. werden an einem Sensor fehlerhafte Werte gemessen. Bevor das automatische Abschalten der Anlage anläuft, kann in dem vordefinierten Zeitraum überprüft werden, ob das Abschalten wirklich erfolgen muss.  Tragen Sie einen Wert mit nachfolgendem Leerzeichen ein und wählen Sie die Zeiteinheit aus der Liste der verfügbaren Einheiten aus.

### Die Icons und ihre Bedeutung

Neben den Funktionen, die als Standard in einem Arbeitsblatt vorhanden sind, stehen die folgenden Funktionen im U&W-Arbeitsblatt zur Verfügung.

	Ursache und Wirkung speichern (via Excel).  Startet die Erzeugung der U&W-Tabelle. Im Dialog <b>Ursache &amp; Wirkung Editor</b> können Sie die zu verwendende Excel-Vorlage und den Speicherort der Tabelle festlegen.
	Element einfügen Nach der markierten Zeile wird eine neue leere Zeile erzeugt.
<b>=</b>	Element duplizieren Nach der markierten Zeile wird eine neue Zeile eingefügt. Die Inhalte der folgenden Spalten der markierten Zeile werden in die neue Zeile eingefügt:  Verzögerung (Ursache),  Voting,  Ursachengruppe,  U&W Beziehung,  Verzögerung (Wirkung).
<b>=</b>	Element kopieren Nach der markierten Zeile wird eine neue Zeile eingefügt und der gesamte Inhalt der markierte Zeile wird in die neue Zeile eingefügt.

#### Einfügen von Ursache- und Wirkung-Objekten

Für das Einfügen von Ursache- und Wirkung-Objekten müssen Sie zusätzlich ein oder mehrere Arbeitsblätter, mit den von Ihnen benötigten Daten, öffnen (z. B. Arbeitsblätt Funktionen (erweitert)).

- 1. Markieren Sie im Arbeitsblatt die Zeile mit dem Objekt (z. B. der Funktion), das in das U&W-Arbeitsblatt übernommen werden soll.
- 2. Ziehen Sie das Objekt mit gedrückter linker Maustaste in die Zielzeile im U&W-Arbeitsblatt.

Die Daten des Objekts werden in das U&W-Arbeitsblatt übernommen.



Ein Objekt kann Ursache- oder Wirkung-Objekt sein, allerdings nicht in derselben U&W-Beziehung.

#### Löschen eines Ursache- oder Wirkung-Objekts

- 1. Markieren Sie eine Zelle der Objektinformationen des Ursache- oder Wirkung-Objekts, das gelöscht werden soll.
- 2. Klicken Sie ENTF oder wählen Sie im Kontextmenü Ursache entfernen oder Wirkung entfernen.

Nur die Informationen des Objekts werden gelöscht. Alle anderen Einträge in der Zeile bleiben erhalten.

#### Ändern eines Ursache- oder Wirkung-Objekts

Definierte Ursache- oder Wirkung-Objekte können nicht überschrieben werden. Bevor Sie einem Objekt einen neuen Wert zuweisen können, muss das alte Objekt gelöscht werden.

#### Strukturierung des Arbeitsblatts

Um das Arbeitsblatt übersichtlicher zu gestalten oder bestimmte Spalten hervorzuheben, können Sie im U&W-Arbeitsblatt die rechte Begrenzungslinie einer Spalte fett darstellen.

#### Wie Sie im Ursache & Wirkung-Arbeitsblatt Rahmen definieren

- 1. Klicken Sie in die Überschriftzeile der Spalte, deren rechte Begrenzungslinie fett dargestellt werden soll.
- 2. Wählen Sie im Kontextmenü **Eigenschaften**.
- 3. Klicken Sie im Optionen-Dialog auf Spalte/Format.
- 4. Markieren Sie im Bereich Rahmen die Option Rechter Spaltenrahmen.

Im Arbeitsblatt wird die rechte Begrenzungslinie der Spalte fett dargestellt.

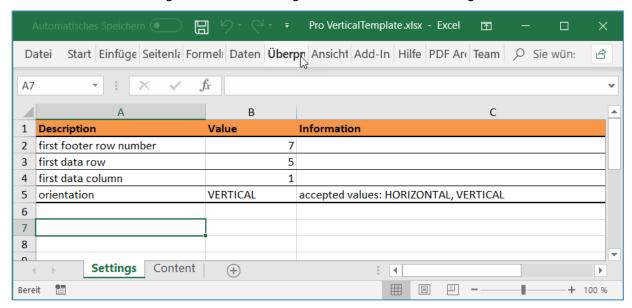
### 2.2 Die Ursache & Wirkung EXCEL-Vorlagen

Für die Erzeugung der U&W-Tabelle in Excel wird eine spezielle Excel-Vorlage benötigt.

Die Vorlage muss in den **Projektvorlagen** unter **Konfigurationen/Ursache & Wirkung** gespeichert sein.

#### 2.2.1 Das Blatt Settings

In diesem Blatt sind allgemeine Einstellungen zum Aufbau der Vorlage enthalten.



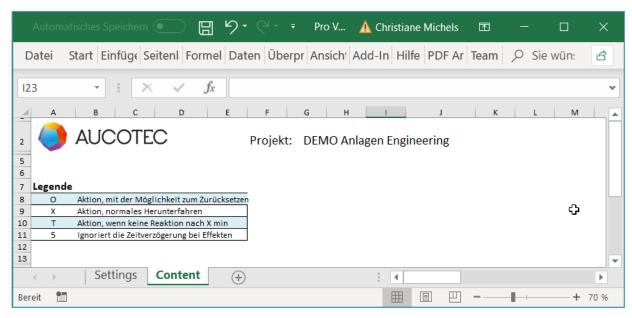
Blatt "Settings" der Standardvorlage "Pro VerticalTemplate.xlsx"

Die in der Spalte **Description** aufgeführten Schlüsselwörter steuern die Ausgabe der Werte beim Export. Die Spalte **Value** enthält die Zeilen- oder Spaltennummer, die dem Schlüsselwort der Spalte **Description** zugeordnet sind.

Description	Bedeutung
first footer row number	Zeilennummer der ersten Zeile, ab der nach dem Datenbereich wieder ein Kommentar bzw. eine Fußzeile eingetragen werden kann.
first data row	Zeilennummer der ersten Zelle, ab der die Daten durch den Assistenten in die Tabelle eingetragen werden.
first data column	Spaltennummer der ersten Zelle, ab der Daten durch den Assistenten in die Tabelle eingetragen werden.
orientation	Gibt die Ausrichtung der Tabelle an. Gültige Werte sind "HORIZON-TAL" und "VERTICAL".

Ab der ersten Zelle, in die Daten geschrieben werden, werden die Daten nach rechts und nach unten vom Assistenten aufgebaut.

#### 2.2.2 Das Blatt Content



Blatt "Content" der Standardvorlage "Pro VerticalTemplate.xlsx"

#### **Anwenderspezifischer Datensatzbereich**

Der Datensatzbereich ist in der Vorlage weiß. Die erste Zeile, in die Daten aus dem U&W-Arbeitsblatt eingefügt werden, wird durch die Einstellung im Blatt **Settings** festgelegt.

Folgende Formatierungen, die am Datensatzbereich vorgenommen werden, werden beim Export übernommen:

- 1. Definition von Überschriftzeilen
- 2. Definition von Fußzeilen
- 3. Festlegung der Hintergrundfarbe der Datenspalten (dies muss in der ersten Datenzeile vorgenommen werden)
- 4. Schriftart für die gesamte Tabelle