

Die Anforderungen an die Arbeitssicherheit von Maschinen und maschinellen Anlagen werden durch europaweit geltende Richtlinien und Normen bestimmt. Insbesondere bei automatischen Maschinen existiert aufgrund des komplexen Fertigungsablaufs ein höheres Gefährdungsrisiko als bei manuell gesteuerten Maschinen. Dem tragen die Anforderungen der Richtlinien und Normen im Allgemeinen dadurch Rechnung, dass die Arbeitsräume für Maschinen und Bedienpersonen bei automatischen Maschinen durch Schutzeinrichtungen getrennt sind. In nur wenigen Ausnahmen, wie zum Beispiel beim Einrichten oder bei manuellem Betrieb wird der Bedienperson gestattet, bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen mit ersatzweise wirksamen Sicherheitseinrichtungen den Prozess zu beobachten, z. B. unter Verwendung eines Zustimmungsschalters. Die Beobachtung eines automatischen Ablaufs ist nach den meisten Normen nicht gestattet.

Diese Vorgehensweise ist auch für den größten Teil der Maschinen richtig und ausreichend, wird doch so ein Höchstmaß an Sicherheit für die Benutzer erreicht. Bei bestimmten Fertigungsabläufen hat sich aber gezeigt, dass es u. U. nicht genügt, nur Abläufe wie das Einrichten oder den manuellen Betrieb zu beobachten, sondern es ist zum Teil erforderlich, auch einen automatischen Prozess zeitweise zu beobachten (siehe auch DIN EN ISO 11161, Anhang D [1]).



Bild 1: Prozessbeobachtung bei Einzelfertigung auf einem Bearbeitungszentrum. Im 1/100 mm-Bereich sind Störkanten zu glätten, wobei eine Kollisionsgefahr an Werkstückkonturen besteht.

Dies ist besonders dann der Fall, wenn Werkstücke und Materialien in Einzelfertigung bearbeitet werden. Abweichungen vom vorbestimmten Ablauf können so erkannt werden und durch gezielte Eingaben an der Steuerung kann der Prozess optimiert werden.

Inhaltsverzeichnis

- 1 **Werkzeugmaschine**
- 2 **Industrieroboter**
- 3 **Verantwortungsvolles Handeln**
- 4 **Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen**

Anhang:

Entscheidungsprozess und neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung

1 **Werkzeugmaschine**

Bei Bearbeitungszentren kann es in der Einzelteillfertigung notwendig sein, dass der Bediener z. B. aus der Nähe einen verdeckten Schnitt am Werkstück oder das Auffinden des Nullpunktes an geometrisch komplexen Werkstücken bei aufgehobener Schutzwirkung von Schutzeinrichtungen beobachten muss (Bild 1).

Dabei kommen zunächst soweit möglich die nach der Norm DIN EN 12417 [2] vorgegeben Betriebsarten **Einrichten** (Betriebsart 2) und **Manueller Eingriff** (Betriebsart 3) mit den entsprechenden Geschwindigkeitsvorgaben und Sicherheitseinrichtungen zur Anwendung. Darüber hinaus ist es möglich, dass für bestimmte Abläufe z. B. die Geschwindigkeitsvorgaben der Norm nicht ausreichen oder der Gebrauch des Zustimmungsschalters über einen längeren Zeitraum aus ergonomischen Gründen nicht umsetzbar ist. Ein Loslassen des Zustimmungsschalters kann zu erheblichem Schaden an Material und/oder Maschine führen. In diesem Fall ist es erforderlich, eine zusätzliche Betriebsart vorzusehen. Die Prinzipien zur Auslegung einer solchen zusätzlichen Betriebsart sind als Entscheidungsprozess (vgl. Anhang) sowie neun Kriterien dargestellt.

Im Kern geht es bei der zusätzlichen Betriebsart darum, nach erfolgtem Nachweis der „Unvermeidbarkeit“ einer solchen Betriebsart ein aus technischen Schutzmaßnahmen und Verhaltensanforderungen bestehendes Sicherheitspaket zusammenzustellen, das der Bedienperson einen nach dem Stand der Technik größtmöglichen Schutz bietet. Dies lässt auch die Maschinenrichtlinie im Anhang I ausdrücklich zu (siehe Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Anhang I Abschnitt 1.2.5 und Allgemeine Grundsätze Nr. 3) [3].

Die technischen Sicherheitsmaßnahmen sollten so ausgeführt sein, dass auch einem vorhersehbaren Missbrauch vorgebeugt wird. So sollte durch Einschränkung von Geschwindigkeiten und Verfahrwegen sowie Abschaltung der für die zusätzliche Betriebsart unnötigen Bewegungen, z. B. Werkzeugwechsler und/oder Drehachse, einem Dauerbetrieb bei geöffneten Türen entgegengewirkt werden.

2 Industrieroboter

Für Industrieroboter gilt DIN EN ISO 10218-1 [4]. Die Vorgaben hinsichtlich der Beobachtung von Prozessen sind denen bei Werkzeugmaschinen ähnlich. Zwar existiert zur Programmüberprüfung eine Betriebsart, bei der der Automatikbetrieb beobachtet werden kann, jedoch auch nur unter Verwendung eines Zustimmungsschalters.

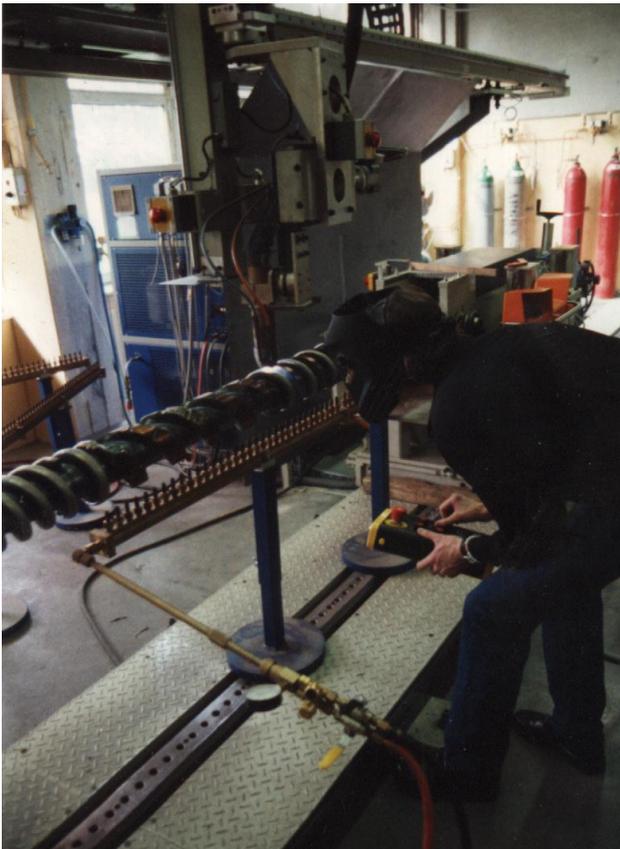


Bild 2: Prozessbeobachtung und Optimierung beim Auftragschweißen mit Robotern

Im Beispiel nach Bild 2 werden im Auftragschweißverfahren hochwertige Teile mit Robotern aufgearbeitet. Der Plasma-Schweißprozess muss von Zeit zu Zeit aus der Nähe beobachtet werden, um die Schweißparameter zu optimieren. Die Verwendung eines Zustimmungsschalters ist wie in obigem Beispiel aus ergonomischen Gründen nicht umsetzbar. Der Zustimmungsschalter kann nur über einen gewissen Zeitraum betätigt werden. Auch in diesem Fall kommen vorrangig alle nach DIN EN ISO 10218-1 vorgesehenen Betriebsarten mit den zugeordneten Sicherheitsmaßnahmen zur Anwendung. Für den Fall der Prozessbeobachtung muss eine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden.

3 Verantwortungsvolles Handeln

Im Rahmen dieser DGUV-Information können die Maßnahmen für die zusätzliche Betriebsart „Prozessbeobachtung“ nicht im Einzelnen und nicht vollständig bestimmt

werden. Dies ist aufgrund der Vielzahl von Situationen, die eine solche Betriebsart erfordern, nicht möglich.

Die im Entscheidungsprozess und in den neun Kriterien angegebenen Merkmale sind Anregungen für ein verantwortungsvolles Herangehen, wenn der Hersteller aufgrund der von ihm gemäß DIN EN ISO 12100 [5] vorgenommenen Risikoanalyse erkennt, dass für die bestimmungsgemäße Verwendung die nach den Richtlinien und Normen vorgegebenen konstruktiven Maßnahmen sowie Maßnahmen durch trennende Schutzeinrichtungen zur Risikominderung nicht vollständig angewendet werden können. Diese Vorgehensweise muss in intensivem Kontakt mit dem zukünftigen Betreiber stattfinden, um insbesondere auch die Verhaltensanforderungen an das Bedienpersonal richtig analysieren und umsetzen zu können. Keinesfalls darf eine Überbrückung der Schutzeinrichtungen erfolgen ohne zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, auch nicht mit versteckt angebrachten Schlüsselschaltern!

4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Besondere Bearbeitungsgänge, wie z. B. die Bearbeitung an verdeckten Konturen oder eine Prozessbeobachtung bei komplexen Werkstückgeometrien an Metallbearbeitungsmaschinen erfordern u. U. zusätzlich zu den in Europäischen Normen vorgesehenen Betriebsarten eine weitere Betriebsart, die eine zeitweise Beobachtung eines automatischen Prozesses bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen unter Anwendung zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen zulässt.

Mit dem Entscheidungsprozess und den neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung (siehe Anhang) wird ein mögliches Konzept aufgezeigt, damit Maschinen verantwortungsvoll, konform mit den europäischen Richtlinien gestaltet werden können. Es ist vorgesehen, diese Vorgehensweise weiter in die Normung einzuspeisen.

Diese DGUV-Information (ehemals Fachausschuss-Informationsblatt) beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet Maschinen, Anlagen und Fertigungsautomation der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV zusammengeführten Erfahrungswissen sowie Erkenntnissen aus dem Unfallgeschehen auf dem Gebiet Werkzeugmaschinen / Industrieroboter. Sie ist in Zusammenarbeit mit Herstellern und Betreibern erarbeitet worden.

Diese Schrift soll insbesondere die Hersteller von Maschinen unterstützen und helfen, die Anforderungen des Regelwerks umzusetzen.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch die DGUV-Information bzw. Informationsblatt unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich u. a. zusammen aus Vertretern der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern.

Diese DGUV-Information ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als Fachausschuss-Informationsblatt Ausgabe 09/2009. Aktualisierungen wurden infolge von redaktionellen Anpassungen erforderlich.

Weitere DGUV-Informationen bzw. Informationsblätter vom Fachbereich Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [6].

Zu den Zielen der DGUV-Information siehe DGUV-Information FB HM-001 „Ziele der DGUV-Information herausgegeben vom Fachbereich Holz und Metall“.

Literatur:

- [1] DIN EN ISO 11161, Sicherheit von Maschinen – Integrierte Fertigungssysteme – Grundlegende Anforderungen, Ausgabe 2010-10, Beuth-Verlag, Berlin
- [2] DIN EN 12417, Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Bearbeitungszentren, Ausgabe 2009-07, Beuth-Verlag, Berlin
- [3] RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) - Amtsblatt der Europäischen Union L 157/24
- [4] DIN EN ISO 10218-1 Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter, Ausgabe 2012-01, Beuth-Verlag, Berlin
- [5] DIN EN ISO 12100, Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung, Ausgabe 2011-03, Beuth-Verlag, Berlin
- [6] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>

Bildnachweis:

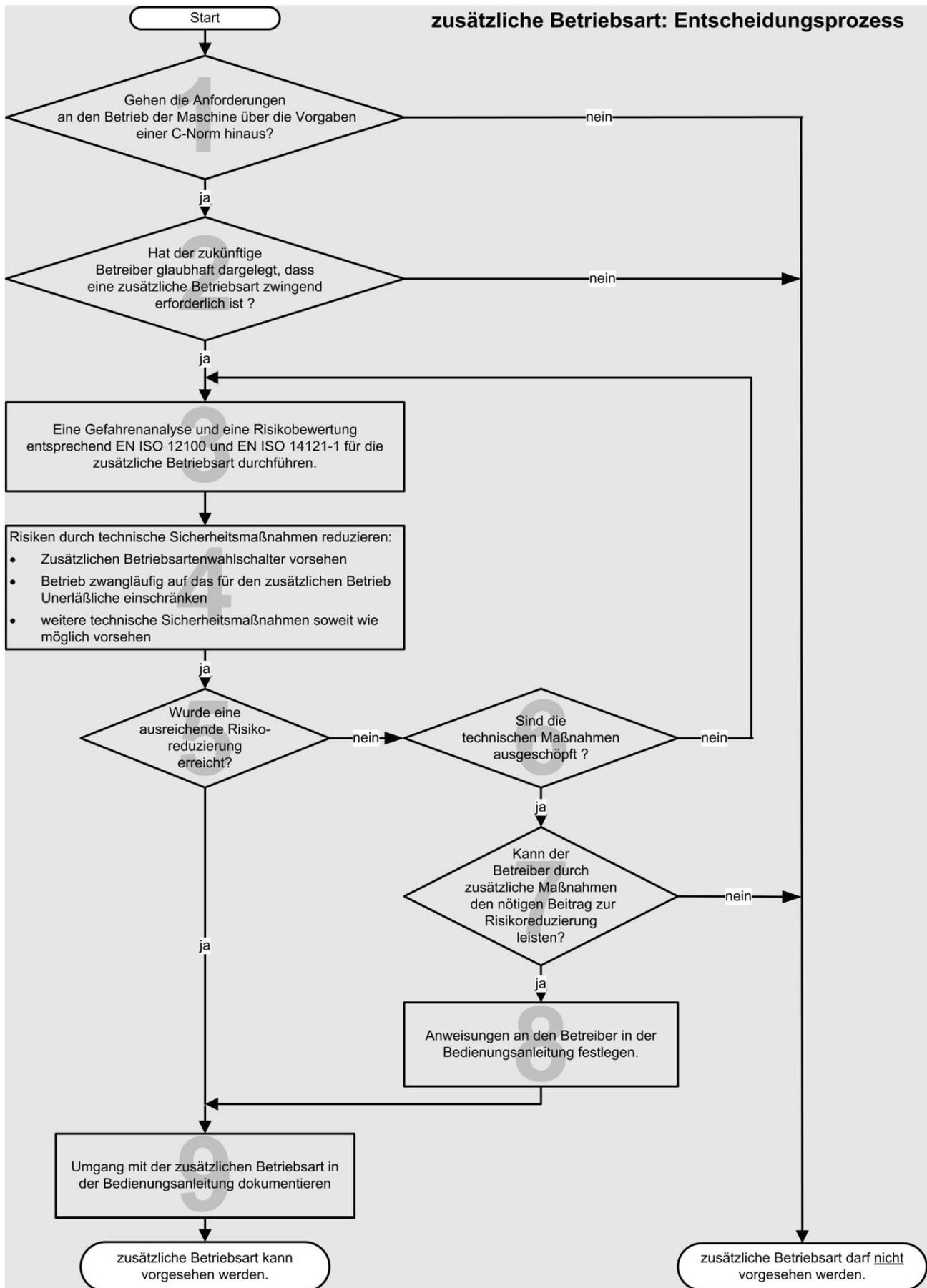
Die in dieser DGUV-Information des FB HM gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bild 1, 2: FBHM, SG MAF

Herausgeber:

Fachbereich Holz und Metall der DGUV
Sachgebiet Maschinen, Anlagen und Fertigungsautomation
c/o Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Postfach 37 80
55027 Mainz

Anhang: Entscheidungsprozess und neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung



Erläuterung zu den einzelnen Schritten bzw. Ziffern sind auf der nachfolgenden Seite angeführt.

Neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart "Prozessbeobachtung"
(die Nummerierung der Kriterien entspricht den Schritten im Entscheidungsprozess)

1. Stadium der Kundenanfrage, „näher“ an den Bearbeitungsprozess heranzukommen.
Ist der Bearbeitungsprozess mit den üblichen Betriebsarten bzw. mit den in der zutreffenden Produktnorm (Typ C-Norm) beschriebenen Betriebsarten zu steuern? Können zusätzliche Systeme, wie z.B. Videokamera oder Körperschallaufnehmer weiterhelfen?
2. Haben weitergehende Konsultationen mit dem zukünftigen Betreiber stattgefunden?
Konnte der Betreiber überzeugend begründen, dass speziell für die vorgesehene Fertigung eine weitere Betriebsart nach dem Stand der Technik unausweichlich ist z.B. wegen:
 - Fertigung von Gussrohteilen mit stark schwankenden Toleranzen
 - Bearbeitung an verdeckten Konturen
 - Spanabnahme im 1/100 mm Bereich
 - Korrektur von Schweißparametern beim Auftragsschweißen mit Robotern
 - Überdrehen langer Wellen mit Oberflächenfehlern (Druckstellen, Riefen, Anbackungen) bei möglichst geringer SpantiefeWurden die Ergebnisse der Beratungen und insbesondere die Gründe für die weitere Betriebsart dokumentiert? Bleibt die Nutzung der zusätzlichen Betriebsart gegenüber dem Normalbetrieb auf ein notwendiges Maß im Rahmen der bestimmungsgemäßen Verwendung beschränkt?
Hinweis: Formulare zum Ankreuzen einiger Fragen sind als Beleg der weitergehenden Konsultation zwischen Hersteller und Betreiber nicht ausreichend. Eine persönliche Konsultation muss in jedem Fall stattfinden.
3. Die „bestimmungsgemäße Verwendung“ der Maschine unter Verwendung der zusätzlichen Betriebsart ist genau zu formulieren und in die Technische Dokumentation aufzunehmen. Bei der Risikobeurteilung ist auf die besonderen Bedingungen (Mensch nahe am Prozess) einzugehen. Hierbei müssen die durch den zusätzlichen Betrieb hinzukommenden Gefährdungen identifiziert und bewertet werden. In der Gefahrenanalyse der Maschine oder in einer zusätzlichen Gefahrenanalyse (bei Umbau), welche beim Hersteller aufzubewahren sind, ist auf die zusätzliche Betriebsart einzugehen.
4. Die höchste Priorität bei der Risikominderung hat die Vermeidung der Gefahren durch konstruktive Maßnahmen. Falls dies jedoch nur schwer zu bewerkstelligen ist, kommen insbesondere technische Schutzmaßnahmen zur Risikominderung in Betracht (und weiter, soweit erforderlich, organisatorische Maßnahmen siehe Schritt 7/8). Die technischen Maßnahmen müssen zum Ziel haben, einerseits die Risiken zu mindern, andererseits aber auch die zusätzliche Betriebsart weitestgehend ausschließlich auf das Nötige einzuschränken um Missbrauch vorzubeugen, z.B. durch:
 - Sichere Begrenzung der technologisch maximal notwendigen Geschwindigkeiten und Verfahrenwege
 - Manueller Spindelstart nach Spindelstillstand
 - Sichere Abschaltung derjenigen gefahrbringenden Bewegungen/Achsen, die für diese Betriebsart nicht benötigt werden
 - Kein automatischer Werkzeugwechsel
 - Kein Palettenwechsel
 - Kein Kühlschmierstoff mit Hochdruck
 - Kein Betrieb eines offenen Späneförderers
 - Manuelle Quittierung der Kühlmittelfreigabe (Augenverletzung)
 - Leichte Erreichbarkeit von Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall (Not-Halt)
 - separater Schlüsselschalter oder gleichwertige Wahlmöglichkeit
5. Wenn durch die technischen Maßnahmen eine ausreichende Risikoreduzierung erreicht wurde, kann die zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden.
6. Der iterative Prozess ist fortzusetzen, bis die technischen Maßnahmen ausgeschöpft sind.
7. Ergibt die unter Schritt 5. erstellte Risikobewertung, dass das Restrisiko nicht akzeptabel ist, so ist zu prüfen, ob der zukünftige Betreiber durch zusätzliche Maßnahmen den nötigen Beitrag zur Risikominderung leisten kann wie z.B.:
 - Besondere Qualifizierung der Mitarbeiter
 - Regelmäßige Unterweisungen (schriftlicher Nachweis)
 - Persönliche Schutzausrüstungen, z.B. Schutzbrille, Schutzschuhe
 - Anbringen einer Betriebsanweisung zur zusätzlichen Betriebsart an der MaschineKann der Betreiber dies nicht, so darf für die Maschine keine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden (siehe hierzu Betriebssicherheitsverordnung)
8. Ist der Betreiber in der Lage, durch organisatorische Maßnahmen (z. B. Bedienerqualifikation, PSA - Persönliche Schutzausrüstung) den nötigen Beitrag zur Risikominderung zu leisten, so werden diese Maßnahmen in Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber dokumentiert und als Anforderung in die Betriebsanleitung aufgenommen.
9. Abschließend werden sämtliche mit der zusätzlichen Betriebsart in Zusammenhang stehenden Informationen in der Betriebsanleitung dokumentiert:
 - Bestimmungsgemäße Verwendung, ergänzt um die Verwendung der zusätzlichen Betriebsart (vgl. Schritt 3.)
 - Begründung des Betreibers, weshalb zusätzliche Betriebsart zwingend erforderlich
 - Vorhersehbarer Missbrauch
 - Bedienungs- und Funktionsbeschreibung
 - Organisatorische Maßnahmen durch den Betreiber entsprechend Schritt 7. und 8.
 - Sonstige Anforderungen hinsichtlich Wartung und Kontrolle