

Mizenboushi konkret – GD³ umsetzen

Präventiv an die Wurzeln gehen

Von Thomas Träger

Die japanische Mizenboushi-Philosophie unterstützt die präventive Fehlervermeidung im frühen Produktentstehungsprozess. Dazu werden die drei Phasen Good Design, Good Discussion und Good Dissection (kurz: GD³) durchlaufen. Doch was verbirgt sich hinter GD³, und wie kann man es nutzen?

Mizenboushi bedeutet «Vorbeugende Funktionssicherheit». Der Name steht für ein umfassendes Konzept der präventiven Qualitätssicherung. Das Konzept wurde bei Toyota von dem Japaner Tatsuhiko Yoshimura entwickelt und setzt in der frühen Produktentstehung an. Ziel von Mizenboushi ist es, durch eine bereits im Konstruktionsstadium beginnende Betrachtung mögliche Schwachstellen im Entwurf zu identifizieren und zu beseitigen, noch bevor Prototypen gebaut werden. Neben einer fehlerfreien Entwicklung und daraus resultierenden Einsparungen bei den Fehlerkosten soll so der Produktentwicklungsprozess verkürzt werden.

Das GD³-Phasenmodell bestimmt den Ablauf von Mizenboushi: Hinter dem Kürzel stecken die drei Prinzipien Good Design, Good Discussion und

Good Dissection, die nacheinander angewendet werden. Methodisch unterstützt wird GD³ (sprich: GD-Cube) durch die Methoden Design Review based on Failure Modes (DRBFM) und System Design Review (SDR) (Grafik 1).

Diese Säulen benötigen ihrerseits ein Fundament aus einer passenden Unternehmenskultur und -organisation.

Good Design

Mizenboushi beginnt mit der Phase des guten Produktdesigns

(Good Design). Good Design bezeichnet einen Produktentwurf, der auf genauen Anforderungsspezifikationen beruht und an dessen Ende ein «robustes Design» steht, dessen Funktionen die Kundenanforderungen abdecken. Das Design soll – soweit möglich – auf bestehende und erprobte Bauteile/Komponenten zurückgreifen: Nach der Mizenboushi-Philosophie ist jede Ände-

rung eine «Knospe» von Problemen, und wer Änderungen vermeidet, vermeidet damit auch die aus ihnen möglicherweise entstehenden Fehler.

Naturgemäss lassen sich aber nicht alle Änderungen und Neuentwicklungen umgehen. Um

die resultierenden Fehlerwahrscheinlichkeiten zu minimieren, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

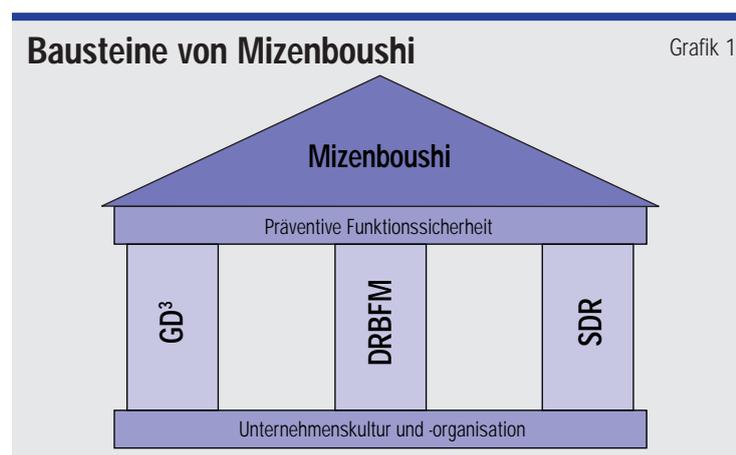
- Änderungen an bestehenden Bauteilen/Komponenten sowie Änderungen an den Einsatzbedingungen des Produkts werden für eine spätere Diskussion und Begutachtung in Änderungslisten notiert.
- Konstruktive Änderungen dürfen nicht willkürlich erfolgen. Sie müssen in Einklang mit den Entwicklungsrichtlinien (Design Rules) des Unternehmens stehen.
- Das Produkt ist so zu entwickeln, dass sein Design im Ergebnis robust ist. Damit ist es weitgehend unempfindlich gegenüber produktionsbedingten Bauteil-Varianzen, Alterungs- und Umwelteinflüssen und stellt ein in sich stimmiges System dar, dass auch in verschiedenen Einsatzszenarien funktionsfähig bleibt.

Umfassende Qualitätssicherung

Änderungslisten zur Design-Analyse

Manchmal sind es gerade kleine Änderungen, die ungewollte Nebenwirkungen in beträchtlichem Umfang verursachen. Alle Änderungen an bestehenden Baugruppen werden daher in Änderungslisten vermerkt, um die Risiken der Anpassungen später analysieren zu können. Diese Listen können mit jeder Office-Software in Form von Tabellen geführt werden. Die Tabelle beschreibt in der ersten Spalte die Änderung verbal, eine zweite Spalte erfasst die Änderung quantitativ/numerisch, zwei weitere Spalten geben den Grund der Anpassung sowie bereits bekannte Nebenwirkungen an.

Auch Veränderungen in den Umweltbedingungen des Produkteinsatzes und im erwarteten Produktgebrauch werden in den Listen notiert. Zu denken ist hier an einen geänderten Temperaturbe-



Dipl.-Kfm. Thomas Träger, Träger Managementberatung ttpa Passau, Vornholzstrasse 26, D-94036 Passau, Tel. +49 (0)851 7563 8690, thomas.traeger@tpa.de, www.tpa.de

Beispiel für Design Rules

Grafik 2

- Bewährtes geht vor Neuentwicklung.
- Kein Bauteil darf mit mehr als 70 Prozent seiner Grenzwerte belastet werden.
- Bei erwartetem Dauerbetrieb von mehr als 30 Minuten ist eine Kühlung für Motoren vorzusehen.
- Bei Eilgangsgeschwindigkeiten von mehr als 60 m/min sind Lineardirektantriebe zu verwenden.
- Gehäuse rotierender Teile sind gemäss Schutzart IP 30 nach DIN EN 60529 (VDE 0470) zu planen.
- ...

reich oder die Verwendung in Feuchträumen und Ähnliches.

Design Rules nutzen

Gutes, weil fehlerminimierendes Produktdesign wird durch Design Rules unterstützt. Design Rules sind allgemeine Richtlinien für wiederkehrende Aspekte des Entwurfs und der Konstruktion eines Produkts. Sie geben den Entwicklern explizite Regeln für die Wahl von Materialien und Teilen vor und standardisieren beispielsweise die Dimensionierung von Komponenten und deren Verbindungen. Willkür in der Produktkonstruktion wird so durch einheitliche Standards verhindert.

Die Design Rules müssen stets aktualisiert werden. Dann stellen sie einen Wissenspool dar, der sich aus den Erfahrungen bisheriger Entwicklungsarbeit speist. Die konsequente Anwendung der Richtlinien erhöht die Funktionssicherheit des Entwicklungsergebnisses. Wenn noch keine Design Rules existieren, was häufig bei jungen Wachstumsunternehmen der Fall ist, kann bereits ein eintägiger Workshop unter Moderation eines externen Methodenexperten die grundlegende Struktur und erste Ergebnisse schaffen.

Robustes Design

Ein robustes Design liegt vor, wenn das Entwicklungsergebnis weitgehend unbeeinflusst von eventuellen Störgrößen seine

Funktionsfähigkeit beibehält. Als Störgrößen werden Teil-zu-Teil-Varianzen (beispielsweise liegt der Durchmesser von Bohrungen bei einem Teil am oberen Rand, beim nächsten Teil in der Mitte des Toleranzbereichs), Verschleiss über die Zeit (Abrieb bei einem Keilriemen), Kundengebrauch (Bedienung der Maschine am Belastungslimit), Umwelteinflüsse

Menschliche Potenziale zur Problemlösung

(Benutzung eines PKW im Sommer und im Winter) und System-Interaktionen (Wechselwirkung zwischen den Bauteilen und Baugruppen) unterschieden. Eine Robustheitsmatrix setzt die zeitweise aufgelisteten Störgrößen

in Beziehung zu den spaltenweise notierten idealen Funktionen des Produktentwurfs. In der so gebildeten Matrix werden die Zellen markiert, für die ein Einfluss der Störgröße auf eine Funktion befürchtet wird.

Für Störgrößen, die mindestens eine Funktion des Produkts beeinflussen, sind bereits in der Design-Phase Verbesserungen vorzunehmen, die das Gesamtsystem gegen den Störeinfluss absichern. Dies kann durch die Planung mit Alternativwerkstoffen, veränderte Formen und Dimensionen usw. geschehen.

Fallstudie Good Design

Ein mittelständischer Maschinenbauer für Fördertechnik entwickelt kundenindividuelle Varianten seiner Grundprodukte. Nach einer personellen Veränderung im Entwicklungsteam treten in einer Anlage plötzlich vermehrt Fehler an manchen Motoren auf. Bei einer eingehenden Untersuchung stellt sich heraus, dass die Motoren unzulässigen Betriebstemperaturen von über 100 °C ausgesetzt waren. Ursache dafür war, dass die Motoren ohne angeflanshtes Kühlungsgebläse geplant und verbaut worden waren. Was im Kurzzeitbetrieb problemlos ging, verursachte im Dauerbetrieb aber Hitzeschäden. Der für die Anlage verantwortliche neue Konstrukteur wusste

nicht, dass bei erwartetem «längerem Betrieb» üblicherweise luftgekühlte Motoren vorzusehen sind (Grafik 2).

Im Sinne der Mizenboushi-Philosophie kann die Ausarbeitung von Entwicklungsrichtlinien das geforderte Good Design sicherstellen. Das bislang stille Wissen über den erfolgreichen Produktentwurf wird hierbei in einigen wichtigen Regeln explizit und vermeidet so typische Entwurfsfehler. Zugleich können neue Mitarbeiter durch solche Regelwerke schneller produktiv eingesetzt werden. Grafik 2 zeigt beispielhafte Punkte aus einer Entwicklungsrichtlinie.

Neben solchen generellen Design Rules sollten Richtlinien für jede Produktfamilie individuell erstellt werden. Es entsteht eine Hierarchie von generellen und speziellen Anweisungen für den Entwurfsprozess. Damit werden sowohl komplette Neuentwicklungen als auch Varianten bestehender Produktentwürfe in ihrer Komplexität abgehandelt und im Sinne einer vorbeugenden Funktionssicherheit beherrschbar.

Good Discussion

In der Phase der Good Discussion kommt ein interdisziplinäres Team, bestehend aus Konstrukteuren, Fachleuten für Material- und Werkstoffkunde sowie Mit-

DRBFM-Arbeitsblatt

Grafik 3

Bauteil/ Baugruppe/ Änderungen	Funktion	Bedenken hinsichtlich der Änderungen		Wann und wobei treten die Bedenken auf?		Einflüsse auf den Kunden und Gesamtsystem	Bewertung
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Bedenken?	Ursachen	Weitere Ursachen?		
		Konstruktive Massnahmen zur Vermeidung der Bedenken	Verabschiedete Massnahmen (Ergebnisse der DRBFM)				Ergebnisse
			Massnahmen in der Entwurfsphase	Termin, Verantw.	Massnahmen in der Test- u. Versuchsphase	Termin, Verantw.	

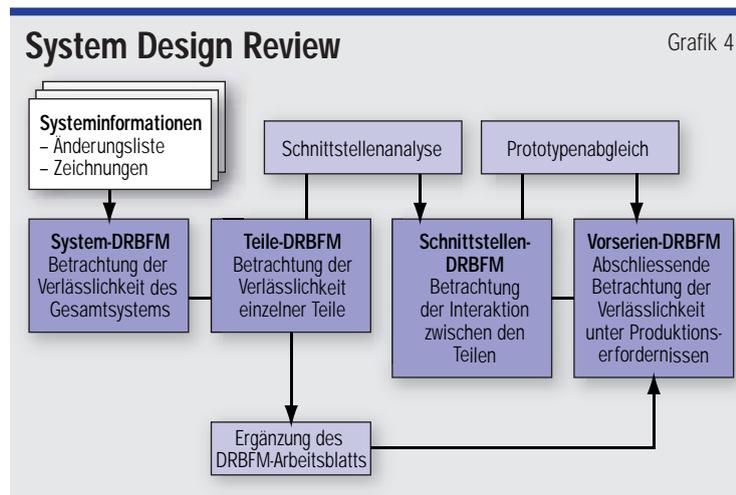
arbeitern aus Produktion und Qualitätsmanagement zusammen, um an Hand der Konstruktionszeichnungen den Stand der Entwicklung zu diskutieren. Das Team untersucht und bewertet, welche Probleme und Nebenwirkungen sich aus den Änderungen oder geänderten Einsatzbedingungen ergeben können.

Dazu wird die Methode DRBFM als zweite Säule von Mizenboushi eingesetzt. Die DRBFM lehnt sich an die klassische FMEA an, erweitert diese jedoch um kreative Aspekte und erschliesst so das volle menschliche Potenzial zur Problemlösung. Durchgeführt wird die DRBFM auf einem Arbeitsblatt, in dem das Team zu jeder Änderung die vermuteten oder befürchteten Fehler, die Fehlerursachen und Gegenmassnahmen zu ihrer Vermeidung vermerkt (Grafik 3).

Entwurfs-Check aus vielen Perspektiven

Die in der Good-Design-Phase erstellten Änderungslisten bilden den Ausgangspunkt der DRBFM. Für jede Änderung wird untersucht, welche Produktfunktion durch sie betroffen ist und wie ein Funktionsverlust aussehen könnte. Auch vermeintlich nebensächliche Effekte der Änderungen sind intensiv zu betrachten. Die ursächlichen Auslöser des Funktionsverlusts werden durch analytische QM-Werkzeuge wie zum Beispiel ein Ursache-Wirkungs-Diagramm ermittelt.

Intensive Diskussionen im Team begleiten diesen Prozess. Der Arbeitsfortschritt wird gefördert, wenn sich alle Beteiligten dazu um die Konstruktionszeichnungen und verwendeten Bauteile versammeln und so – im wahrsten Sinne des Wortes – die



Entwürfe aus verschiedenen Perspektiven besprechen und dennoch parallel bearbeiten.

Die gefundenen Massnahmen gegen einen drohenden Funktionsverlust werden danach unterschieden, ob sie als konstruktive Verbesserungen noch im Produktentwurf ansetzen, ob fehlerhafte Produkte durch bestimmte Testverfahren aussortiert werden können oder ob bestimmte Produktionsverfahren und -bedingungen dem Funktionsverlust vorbeugen. Die Massnahmen werden an entsprechender Stelle im DRBFM-Arbeitsblatt vermerkt.

Funktionsverlust-Hinweise sammeln

Die Diskussion um mögliche Funktionsverluste wird bereichert, wenn man vorab die Fehlerprotokolle des Kundenservice und die Garantiefälle ähnlich konstruierter Produkte auswertet. Beides macht die Entwurfs- und Konstruktionsfehler der Vergangenheit bewusst und schärft den Blick für die aktuelle Diskussion. Stets ist zu hinterfragen: «Kann diese Fehlerart und der damit verbundene Funktionsverlust des Produkts auch bei der aktuellen Entwicklungsarbeit auftreten?»

Verbesserungskultur als Basis

Die Good-Discussion-Phase verläuft optimal, wenn die Unter-

nehmenskultur den kreativen Gedankenaustausch fördert. Benötigt wird eine gewachsene Kultur der ständigen Verbesserung, die aufgedeckte Fehler als Chance und nicht als Auslöser für die Suche nach einem Schuldigen sieht.

Die an der Diskussion beteiligten Mitarbeiter sollten Erfahrungen in der Zusammenarbeit im interdisziplinären Team aufweisen und mit der Anwendung bestimmter Qualitäts- (FMEA, Fehlerbaum, 5W, Ursache-Wirkungs-Diagramm nach Ishikawa) und Kreativitätstechniken (Brainstorming, Synektik, Morphologischer Kasten u.a.) aus der täglichen Arbeit vertraut sein.

Good Dissection

Good Dissection kann mit «Gute Analyse» übersetzt werden. Das Team überprüft und bewertet in dieser letzten Phase des GD³-Konzepts von Mizenboushi die mittels DRBFM erarbeiteten Massnahmen zur Vermeidung von Änderungsfehlern. Mit der Methode System Design Review erfolgt dies umfassend: Ausgehend vom geänderten Gesamtsystem werden die Teile und deren Schnittstellen bis hin zu den Produktionsbedingungen hinsichtlich möglicher Funktionsverluste diskutiert und die Ergebnisse im DRBFM-Formblatt nachgetragen (Grafik 4). Dies wird iterativ neue Diskussio-

nen auslösen und zu qualitätssichernden Gegenmassnahmen führen. Am Ende des Verfahrens steht ein «gehärteter» Produktentwurf mit einem erhöhten Grad an Zuverlässigkeit.

Fazit

Das GD³-Konzept mit seinen Phasen gibt der präventiven Qualitätssicherung mit Mizenboushi eine Struktur. Konkrete Ansatzpunkte zur Umsetzung von Good Design ergeben sich durch die Erstellung und Diskussion von Änderungslisten, die Schaffung von Design Rules für eine gute Produktentwicklung und die Verwendung der Robustheitsmatrix. Eine gute Diskussion nutzt hauptsächlich das DRBFM-Formblatt, um befürchtete Funktionseinbussen zu identifizieren und Gegenmassnahmen zu planen. Die lückenlose Erfassung und Auswertung von Fehlerprotokollen und Garantiefällen kann wertvolle Hinweise auf Fehlerarten und deren konstruktive Ursachen geben. Schliesslich wird die letzte Phase der Good Dissection in einer Anwendung der System Design Review konkretisiert.

Den vollen Nutzen kann die Mizenboushi-Philosophie aber nur entfalten, wenn alle Phasen von GD³ in einer die präventive Qualitätssicherung unterstützenden Unternehmenskultur und -organisation konsequent umgesetzt werden. ■

Literatur

- D. Krippner (2006): GD³/Design Review Based on Failure Mode – Präventiv Fehler vermeiden, in: Management und Qualität, 2. Jg., Nr. 10, 2006, S. 8–11.
- I. Neumärker, R. Schmitt und D. Krippner (2007): Lean Development – Präventive Fehlervermeidung in der Produktentwicklung mit DRBFM, in: TÜV-Media (Hrsg.): Der Qualitätsmanagement-Berater, 28. Aktualisierung, Beitrag 12610, 2007.
- H. Noguchi, H. Shimizu und T. Imagawa (2003): Reliability Problem Prevention Method for Automotive Components – Development of GD³ Activity and DRBFM, in: Juse Press, IEBC2003.10, 2003, S. 371–376.
- M. Schorn (2005): Entwicklung mit System: Wie Toyota von DRBFM profitiert, in: Management und Qualität, 1. Jg., Nr. 12, 2005, S. 8–11.