

Systematische Werkstoffauswahl als Grundlage innovativer Produkte

Seitz, T.

Der Prozess der Produktentwicklung, wie er normalerweise zur Anwendung kommt, bringt Unzulänglichkeiten mit sich, die die Lösungsfindung beschränken. Durch eine konsequente Erweiterung dieses Prozesses im Sinne einer lösungsintegrierten Gestaltung wird es ermöglicht, neue, innovative Konzepte zu entwickeln, die sich in leistungsfähigere Produkte umsetzen lassen.



The process of design of products, as usually implemented, comes with insufficiencies, which restrict problem-solving. With consequent enlargement of the process, in purpose of a solution integrated design, it is possible to find innovative concepts and new, increasing powerful products.

1 Einleitung

Am Institut für Maschinenwesen befindet sich momentan eine Schneidmühle in Entwicklung, die universell zur Zerkleinerung von Hausmüll eingesetzt werden soll. Das breite Einsatzfeld erfordert neuartige Messergeometrien. Weiterhin wurden durch entsprechende Vorversuche Kenntnisse erarbeitet, die bei der Messerentwicklung ebenfalls beachtet und umgesetzt werden mussten.

2 Produktentwicklungsprozess

Die Vorgehensweise bei der Produktentwicklung ist mit ihren verschiedenen, aufeinander aufbauenden, Phasen in der VDI Richtlinie 2221 definiert. **Bild 1** zeigt einen vereinfachten Ablauf dieses Produktentwicklungsprozesses. Hierbei soll anhand der Entwicklung der Schneidmühle demonstriert werden, wie die Lösungsfindung durch dieses Vorgehen eingeschränkt sein kann.



Bild 1: Produktentwicklungsprozess nach VDI 2221

2.1 Anforderungsdefinition

Zu Beginn des Prozesses steht die Definition der Anforderungen an das zu entwickelnde Produkt. Hierbei werden sämtliche Anforderungen festgelegt, die für die Funktionserfüllung und die Erfüllung weiterer Randbedingungen notwendig sind. Für die Schneidmühle seien dies exemplarisch:

- Verarbeitung heterogener Stoffgemische
- Einsatz am Ort der Müllentstehung
- Bedien- und Wartbarkeit durch Nichtfachleute

Bei der Anforderungsdefinition liegt der Fokus eindeutig auf der Funktionserfüllung. Die Anforderungen werden bewusst ergebnisoffen formuliert, um eine Beschränkung bei der nachfolgenden Konzepterstellung zu vermeiden.

2.2 Konzeptfestlegung



Als nächster Schritt wird ein grundlegendes Konzept für das gesamte Produkt oder einzelne Baugruppen festgelegt. Hierbei steht, unter Berücksichtigung der definierten Anforderungen, die Suche nach Wirkprinzipien im Vordergrund. In dieser Phase kommen die unterschiedlichen Methoden der Ideenfindung zum Einsatz, um schließlich eine grundlegende Formgebung festzulegen.

Bild 2: mögliches
Messerkonzept

Bild 2 zeigt das Ergebnis für die Messergruppe der Schneidmühle. Auf einer rotierenden Messerwalze ist hierbei das gehärtete und angeschliffene Messer befestigt. Da es im Betrieb der Schneidmühle zu einem Verschleiß der Messer kommt, müssen diese nachgeschliffen werden. Dies bedingt einen Materialabtrag und somit eine Vergrößerung des Schneidspaltes zwischen rotierendem Messer und feststehender Gegenschneide. Zur Funktionserfüllung ist also ein Nachstellen des Schneidspaltes notwendig. Neben dem Arbeitsaufwand erfordert dieses Nachstellen auch eine entsprechende konstruktive Ausgestaltung der Messerbefestigung.

2.3 Produktgestaltung

Nach erfolgter Konzeptfestlegung steht die (Aus-) Gestaltung des Produkts. Der Fokus liegt hierbei auf der Umsetzung des Konzepts in ein konkretes Produkt.

Somit wird das Konzept ausgearbeitet und es erfolgt eine Werkstoffauswahl für die einzelnen Bauteile. Ebenso werden für die Bauteile, die genauen Abmessungen festgelegt. Während der durchzuführenden Festigkeitsnachweise werden ausgewählte Werkstoffe und Abmaße so lange iterativ verändert, bis eine ausreichende Festigkeit gegeben ist. Nachdem die endgültigen Werkstoffe und die endgültige Gestalt feststehen, werden die Fertigungsverfahren festgelegt und schlussendlich sämtliche Fertigungsunterlagen erstellt.

Insbesondere die Werkstoffauswahl ist hierbei Wechselwirkungen unterworfen, die in dem Zusammenwirken zwischen der konstruktiven Gestaltung, der Werkstoffwahl und der Produktionstechnik begründet liegen.

Wie in **Bild 3** zu erkennen ist, erfordert die gegenseitige Beeinflussung eine entsprechende Abstimmung von Konstruktion, Werkstoff und Produktion. Durch die erfolgte Festlegung des Konzepts sind gerade bei der Konstruktion nur beschränkte Änderungen möglich. Daher erfolgt normalerweise eine Anpassung des Werkstoffs an die Konstruktion, was zu einer nicht optimalen Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften führt.

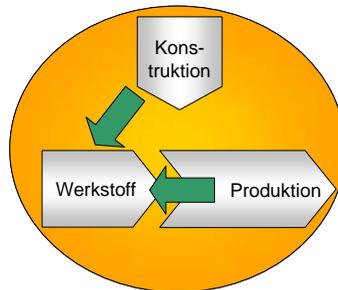


Bild 3: Beeinflussung der Werkstoffauswahl

3 Lösungsintegriertes Vorgehen

Durch eine bewusste Nutzung der Wechselwirkungen zwischen Konstruktion, Werkstoff und Produktion bereits in der Konzeptphase der Produktentwicklung wird es möglich, neue Lösungen zu finden und somit die Beschränkungen, die durch die relativ späte Werkstoffauswahl bedingt sind, aufzuheben. Weiterhin wird das Lösungsfeld, z.B. durch die Anwendung der Bionik erweitert.

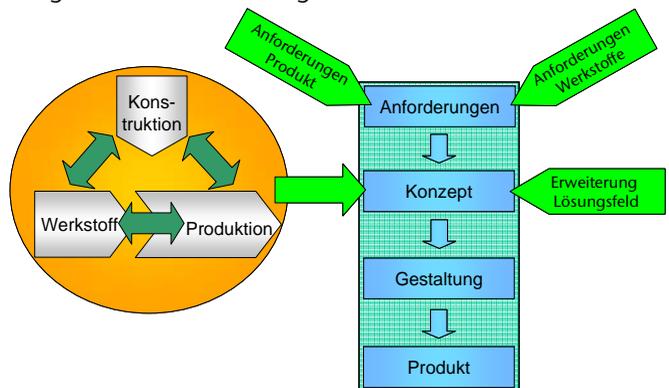


Bild 4: Lösungsintegriertes Vorgehen

Bild 4 stellt die Integration dieser Vorgehensweise in den Produktentwicklungsprozess dar.

Neben der Anforderungsdefinition an das Produkt, ist es hierbei auch notwendig, entsprechende Anforderungen an den Werkstoff zu definieren. Hierbei sind insbesondere auch Vorkenntnisse aus vorhergehenden Entwicklungen oder Versuchen zu berücksichtigen. Auf die Messer der Schneidmühle bezogen, ergeben sich somit folgende Anforderungen:

- Vorkenntnisse:
 - stark angeschliffene Klingen
 - geringer, gleich bleibender Schneidspalt
- Anforderungen Schneidmühle
 - Bedien- und Wartbarkeit durch Nichtfachleute
- Anforderungen Werkstoffe
 - geringer Verschleiß

Dies lässt sich in folgende Anforderungen an die Messer zusammenfassen:

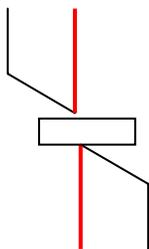
- hohe Einsatzdauer
- keine Ein- oder Nachstararbeiten

Somit wäre die Ausführung als selbstschärfende Messer ideal!

Durch eine Erweiterung des Lösungsfeldes bietet sich hierfür als Analogie die Untersuchung der Zähne von Nagetieren an.

Diese zeichnen sich aus durch:

- hohe Effektivität beim Zerkleinern
- Selbstschärfung
- reduzierte Bruchgefahr
- ständiges Nachwachsen



Der Selbstschärfungseffekt beruht bei diesen Zähnen auf der Materialzusammensetzung mit einer harten Schmelzschicht an der Schneidkante und einem weicheren Dentinbereich (**Bild 5**).

Somit ist fortlaufend gewährleistet, dass sich der weichere Bereich stärker abnutzt, als die harte Vorderkante, was eine stets scharfe Schneidkante und einen gleich bleibenden Schneidspalt zur Folge hat.

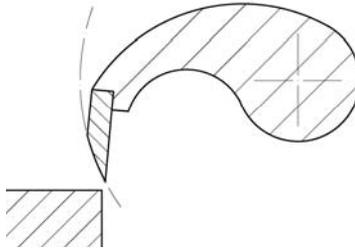
Bild 5: Selbstschärfungseffekt

Die somit resultierenden Anforderungen lassen sich für die Produktentwicklung auf

- Werkstoff
 - hohe Zähigkeit
 - hohe Härte
- Konstruktion
 - gleichmäßige Abnutzung sicherstellen
- Technologie
 - Werkstoffeigenschaften ermöglichen

aufteilen und führen zu einer möglichen Umsetzung, wie in **Bild 6** dargestellt.

Hierbei ermöglicht eine Gradientenhärtung oder keramische Beschichtung der Messerkante eine entsprechende gesteuerte Abnutzung der Messer und stellt eine stets scharfe Schneidkante sicher. Durch die offene Konstruktion ist eine sichere Abfuhr der zerkleinerten Materialien gewährleistet.



B

Bild 6: rotierendes, selbstschärfendes Messer

Ein wichtiger Punkt bei der Gestaltung ist die Krümmung der Messerkante entsprechend der Bewegungsbahn des Rotors. Dies führt zu einem gleich bleibenden Schneidspalt, da sich, bei Abnutzung der Klinge die Schneidkante nur nach hinten verlagert. Somit sind keinerlei Nachstarbeiten notwendig. Nach vollständigem Verschleiß ist lediglich das Messer vollständig auszutauschen.

4 Umsetzung

Die Ergebnisse der lösungsintegrierten Vorgehensweise werden im Rahmen der Projektdurchführung in einem Versuchstand zur Ermittlung von Anwendungsparametern (Zusammenwirken Zuführ-/Schnittgeschwindigkeit) bei der Schneidmühle umgesetzt. Dieser Prüfstand (**Bild 7**) besteht aus einer Kompaktierungseinheit mit angesetzter Schneideinheit.

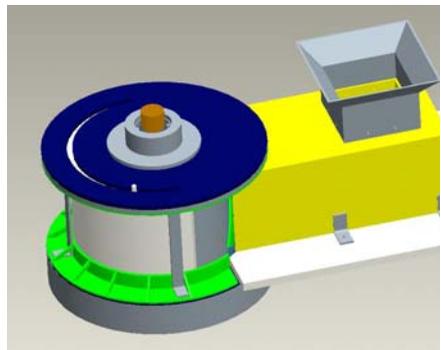


Bild 7: Prüfstand



Bild 8: Messergestaltung

Die Reststoffe werden durch die Kompaktierungseinheit zugeführt, in der Schneideinheit zerkleinert und nach unten abgeführt. Die auf dem Rotor befestigten Messer sind entsprechend den neuartigen Kenntnissen gestaltet (**Bild 8**).

5 Zusammenfassung

Durch die frühe Definition von Anforderungen nicht nur an das Produkt, sondern auch an den Werkstoff werden neue innovative Konzepte ermöglicht. Hierbei fördern die zur Verfügung stehenden Fertigungstechnologien nützliche Kombinationen von Werkstoffigenschaften. Insbesondere ist in der Produktentwicklung auch zu beachten, dass der berühmte „Blick über den Tellerrand“ der Konstrukteurs hierbei zu einer erheblichen Erweiterung des Lösungshorizonts führt und unter Einbeziehung der lösungsintegrierten Gestaltung den Weg für die Entwicklung innovativer Produkte ebnet.