

## **VIRTUALISIERUNG IN DER PRODUKTENTWICKLUNG – EINE CHANCE FÜR EINE UMWELT- UND MARKTORIENTIERTE PRODUKTINNOVATION?**

*Bernd Rosemann*

### **Kurzfassung**

Die Organisation von Entwicklungsprojekten auf Basis eines Netzwerkes in Form eines Virtuellen Verbundes bietet für KMU's die Möglichkeit kurzfristig, know-how-intensive F&E-Projekte zur Entwicklung und Etablierung innovativer Produkte ohne kostenintensive, langfristige Mitarbeiterverpflichtungen zu realisieren. Dadurch bietet sich im speziellen diesen kleinen und mittleren Unternehmen, deren Personalkapazitäten stark im Tagesgeschäft gebunden sind, die Möglichkeit, eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchzuführen, die sie allein aufgrund der reduzierten Möglichkeit F&E-Personal bei wachsender Komplexität technischer Lösungen vorzuhalten, selbst nicht leisten könnten. Damit besteht für die KMU's eine große Chance ihre Wettbewerbsfähigkeit mit Eigeninnovationen unter Nutzung von Synergien mit externen Partner langfristig zu sichern.

Der Beitrag geht zunächst auf Entwicklungen und Erhebungen im Bereich der Innovationstätigkeit ein und leitet daraus ein Handlungskonzept zur Unterstützung umwelt- und marktgetriebener Produktinnovationen im Sinne einer Integrierten Produktpolitik (IPP) [11] ab. Beispielhaft wird anhand des BEnefiT-Netzwerkes gezeigt, wie eine solche Kooperation durchgeführt werden kann und belegt anhand der ausgewählter Projektergebnisse das Potential sowie die Effizienz solcher Partnerschaften.

### **1 Einleitung**

In den letzten Jahren hat sich der Wettbewerb in allen Branchen und Märkten aufgrund der Globalisierung und des Preisdruckes stark verschärft. Ein etablierter Ansatz die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu sichern ist eine kontinuierliche Produktinnovation, für die jedoch zunehmend breiteres Know-how verfügbar sein muss, um flexibel auf die Anforderungen der Kunden und des Umfeldes zu reagieren und in kurzer Zeit Produkte auf hohem Stand mit hohem Qualitätsstandart entwickeln zu können. Mittelständischen Unternehmen fällt es zunehmend schwerer diesen Anforderungen gerecht zu werden, denn Sie verfügen im Gegensatz zu großen Unternehmen nicht über die Finanzmittel, um Forschungsabteilungen zu unterhalten und die beschäftigten Produktentwickler sind häufig zu stark ins Tagesgeschäft integriert, um konsequent eine kontinuierliche Produktinnovation zu forcieren.

### **2 Spannungsfelder/Tendenzen in der Produktinnovation**

Der Begriff Innovation wird heute in einer großen Breite – von der begrifflichen Umschreibung realer Neuerungen wie zum Beispiel die Anwendung des Lotuseffektes für selbstreinigende Oberflächen bis zu scheinbaren Neuerungen in der Begriffswelt des Marketings verwendet. Aus diesem Grund ist eine Rückführung der Bedeutung des Begriffes Innovation auf den sachlichen Kern sinnvoll.

## Der Begriff Innovation

Betrachtet man die historische Entwicklung so lässt sich feststellen, dass der Begriff Innovation ursprünglich in der Biologie Anwendung fand. Dieser Begriff bezeichnete im vorigen Jahrhundert die Übertragung bestimmter Fähigkeiten oder Eigenschaften auf neue biologische Spezies im Sinne einer Weiterentwicklung. Zu Beginn unseres Jahrhunderts wurde der Begriff von den Ökonomen aufgegriffen. Man verstand dort die Innovation als Durchsetzung neuer Kombinationen, wobei der Begriff an den kommerziellen Erfolg gebunden war [1]. Heute genießt der Begriff Innovation einen sehr hohen Stellenwert und wird in breitem Sinne in allen Lebenslagen in sehr unscharfer Bedeutung – angefangen von Erfinden über Erneuern, Entdecken, Revolutionieren, Anpassen, Optimieren, etc. - gebraucht. Die begriffliche Unschärfe nahm seit Beginn des 18. Jahrhunderts stetig zu. Aus diesem Grund ist es notwendig sich mit der Bedeutung näher zu befassen und den inhaltlichen Kern herauszuarbeiten.

Im Wirtschaftsleben hat sich der Begriff Innovation einen festen Platz erobert. Man spricht von Produktinnovation, Prozessinnovation, bewertet Unternehmen wirtschaftlich nach dem Grad ihrer Innovationsfreudigkeit. Die Bedeutung der Innovationstätigkeit von Unternehmen für deren Konkurrenzfähigkeit ist heute unbestritten und damit der Motor für deren weiteres Bestehen. Vergleicht man daher den eigentlichen Inhalt der Wortkombinationen, so geht es im Kern immer um das Erneuern in der Wirtschaft, also Schaffen von Nutzen. Damit grenzt sich die Innovation gleichsam ab von den Begriffen Erfinden (Invention) und Entdecken, was ebenfalls durch die Analyse der Wortstämme belegt wird. In der sprachlichen Historie bedeutet Innovation Erneuerung in Abgrenzung zur Invention. Die Innovationsforschung beschreibt das Ziel der Innovation/Erneuerung als das Schaffen von Nutzen.

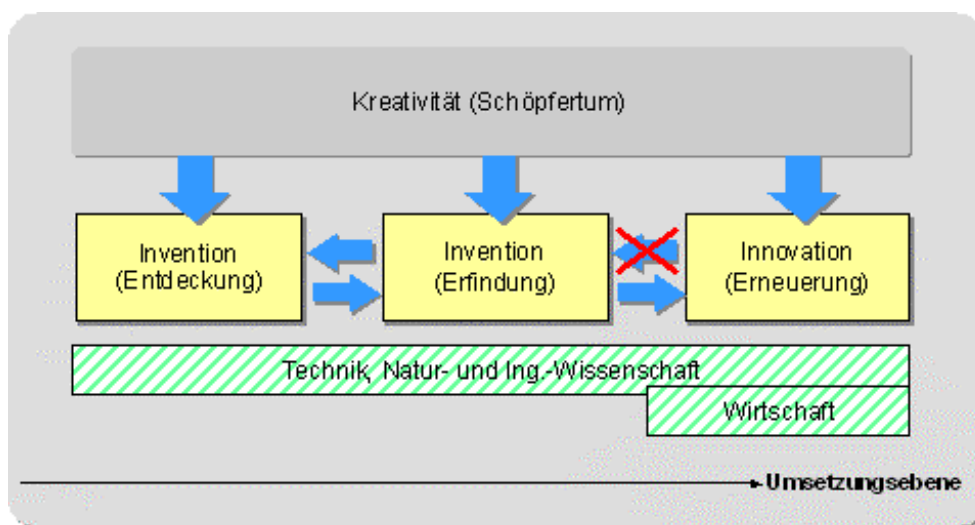


Bild 1: Begriffliche Abgrenzung der Innovation u. die zugeordnete Bedeutung verschiedener Wissensgebiete.

Der Sinn des Entdeckens ist demnach das Verstehen von Zusammenhängen und Grundlagen, das Erfinden (Inventionieren) das Erschaffen von grundlegend Neuem im Sinne eines Basisnutzens und das Erneuerns (Innovieren) im Umsetzen und Implementieren dieses grundsätzlich neuen Basisnutzens in breite wirtschaftlich nutzbare Anwendungen.

## Entwicklungstendenzen bei der Produktinnovation

Die Historie der erfinderischen Tätigkeit lässt sich bis ins Altertum zurück verfolgen. Sie war damals meist empirisch begründet. Die Erneuerung erfolgte partiell, allmählich und relativ

langsam, der zeitliche Zusammenhang zwischen Erfinden und Erneuern war schwach. Sie erfolgte häufig in Folge erfinderischer Lösungen, jedoch mit zeitlicher Entkopplung der Prozesse. Ab dem Mittelalter ist eine zunehmende theoretische Durchdringung der Wissensgebiete zu beobachten, einhergehend mit einer Internationalisierung des Wissensaustausches was am Beispiel der Dampfmaschine belegt werden kann. [5]. Heute Neuerungen dagegen basieren auf einem fundierten Verständnis der wissenschaftlichen Grundlagen was auch durch die moderne Arbeitsmarktforschung belegt wird. Innovative Produktentwicklungen sind aufgrund des sich mit rasender Geschwindigkeit ausweitenden Standes der Technik erheblich stärker von massiven Kenntnissen in breitgefächerten Wissensgebieten abhängig als früher, was sich deutlich im Humankapitalbestand technologieintensiver Unternehmen wieder spiegelt. Heute spielen Ausgaben für Investitionsgüter zunehmend eine geringere Rolle. Der Aufwand für die Ausbildung und lebenslanges Lernen sowie die Entwicklung und Einsatz softwaregestützter Technologien, ohne die heute eine innovative Produktentwicklung undenkbar ist, sind weitaus höher. So haben sich in den letzten Jahrzehnten die Gewichte zwischen Investitionen in Sach- und Humankapital deutlich von einem Verhältnis von Fünf in den 20er Jahren bis heute zu ungefähr Eins verschoben, was aus ökonomischer Sicht den Übergang in die Wissensgesellschaft kennzeichnet [3]. Weiterhin sind Neuerungen kaum mehr von Einzelnen zu bewältigen, was in zunehmenden Verflechtung verschiedener Wissensgebiete und zusätzlich auch mit dem Produktwirkungsumfeld begründet liegt. Somit sind für vielen Entwicklungen die Urheber nicht mehr auszumachen bzw. keiner Einzelperson sondern nur noch Kollektiven oder Organisationen zuzuordnen (Bsp. Prozessorgenerationen, MP3-Komprimierung, ABS, ESP, etc.). Die zeitliche Entkopplung theoretischer Vorleistungen und Erarbeitung gesetzmäßiger Zusammenhänge und deren Umsetzung in Grundlagenentwicklungen und Innovationen wie in Bild 1 ist nicht mehr erkennbar, der Schritte mehr und mehr verschmolzen.

### **Situation in der Industrie**

Analysiert man die Situation in der deutschen Industrie, die zum Großteil vom Mittelstand geprägt ist, so spielen Fachkräftemangel, organisatorische Probleme und erwartete Entwicklungskosten sowie bürokratische Hemmnisse eine überdurchschnittliche Rolle als Innovationshemmnis [8]. Dies ergibt die seit 1995 jährlich durchgeführte repräsentative Befragung des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung in jeweils 2500 Unternehmen verschiedener Branchen. Die Situation in den verschiedenen Branchen differiert dabei insgesamt nur unwesentlich (u.a. [12],[13],[14],[15]).

Stellt man die beschriebenen Kennzeichen erfolgreicher Innovation gegenüber sind folgende Schlüsse ableitbar:

- 1) Das Ziel der Innovation ist vorrangig das Schaffen von Kundennutzen aus Grundlagenkenntnissen zur Erfüllung eines Bedürfnisses oder der Erleichterung einer auszuführenden Tätigkeit. Es zielt damit unmittelbar auf die Hauptfunktion eines technischen Systems.
- 2) Erfinder- und Entwicklungsgemeinschaften sind vor allem bei grundlegenden Veränderungen zur erfolgreichen Arbeitsform geworden. Dies liegt begründet in der zunehmende Wissens- und Know-how-Intensität und damit auch Personalintensität von Produktinnovationen verbunden mit hohen Personalkosten und wirtschaftlichem Risiko.
- 3) Eine Trennung der Innovation von der Invention ist begrifflich nach wie vor sinnvoll, jedoch zeigt sich in der Etablierung von Innovationen mit wachsender Wissensintensität zunehmend eine Verschmelzung von Forschung, Grundlagenentwicklung und Anwendungsentwicklung, was auch die dargestellten Abhängigkeiten in Bild 1 widerspiegelt.

### 3 Virtueller Verbund

Herkömmliche Unternehmensstrukturen sind durch eine weitgehend zeitlich statische Zusammensetzung und Hierarchie ihrer Mitarbeiter geprägt. Diese Struktur ist aus arbeitsrechtlichen und wirtschaftlichen Gründen wenig geeignet, den im vorigen Kapitel geschilderten Entwicklungen innerhalb der bestehenden Unternehmensstrukturen zu stützen und damit die überlebensnotwendige Flexibilität in der Produktentwicklung zu gewährleisten.

Eine Strukturalternative, um dieser mangelnden Flexibilität zu begegnen, stellt ein virtueller Verbund im Bereich F&E dar, der nach dem Konzept virtueller Unternehmen strukturiert ist und das Anwendung hauptsächlich im Bereich von Fertigungspartnerschaften Anwendung findet [10]. Das Konzept ist bislang in der Literatur nicht einheitlich abgegrenzt und in einer Idealform beschrieben, weshalb lediglich gemeinsame Bestandteile auszumachen sind, die zentrale Elemente dieses Organisationstypus darstellen.

Interorganisational ist ein Virtueller Verbund ein dynamisches Netzwerk, das aus einzelnen Personen, Unternehmenseinheiten oder Unternehmen besteht. Deren Verknüpfung zu einem virtuellen Unternehmen erfolgt dynamisch, zeitlich begrenzt und flexibel in Abhängigkeit von einer konkreten Problemstellung. Um die organisationsübergreifende Zusammenarbeit zu ermöglichen, müssen virtuelle Organisationen auf starre langfristige Grenzen verzichten. Im Rahmen der temporären Zusammenarbeit bringt jeder Partner seine Kernkompetenzen ein, wodurch im Idealfall – alle Elemente in einem Produktentwicklungsprojekt durch gegenseitige Ergänzung der Partner optimiert werden. Die einzelnen Partner bleiben jedoch rechtlich selbstständig; das virtuelle Unternehmen weist deshalb (zunächst) keine eigene Rechtsform auf. Insgesamt stellt ein Kooperationsnetzwerk einen Baukasten dar, aus dem ein Virtueller Verbund projekt- und produktbezogen zusammengeführt werden kann. Die Eigenschaften eines Virtuellen Verbundes sind in Bild 2 zusammengefasst [7].

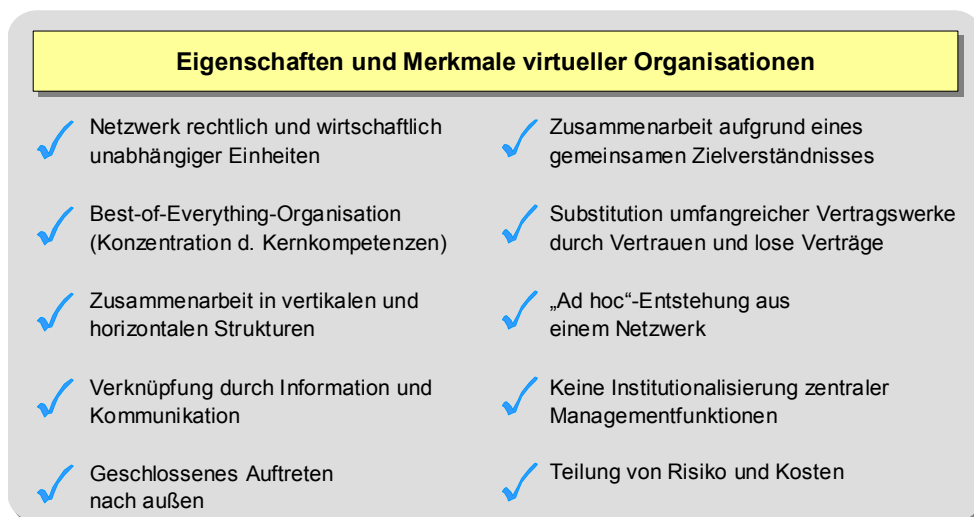


Bild 2: Spezifika Virtueller Organisationsformen nach [7]

Intraorganisational steht vor allem die Form der Zusammenarbeit der Mitarbeiter im Mittelpunkt, die in Abhängigkeit von der aktuellen Problemstellung gestaltet wird. Die Bearbeitung der Aufträge erfolgt in Teams, für deren Zusammensetzung die Kernkompetenzen der Mitarbeiter das Auswahlkriterium sind. Sobald die Aufgabe abgeschlossen ist, gehen die Teams auseinander. Daher sind Mitarbeiter nicht dauerhaft involviert, sondern nur wenn sie für das jeweilige Projekt o. die Teilaufgabe erforderlichen Kompetenzen mitbringen.

Virtuelle Unternehmen weisen nur zwei Organisationsebenen auf. Die übergeordnete Ebene unterhält Kundenkontakte, prägt das Image, fungiert als Ansprechpartner, stellt Projektteams zusammen und nimmt wichtigste Leitungsfunktionen wahr. In den Teams, die auf der operativen Ebene agieren, bestehen zwischen den Mitarbeitern keine hierarchischen Unterschiede, so soll durch Selbstorganisation die Flexibilität der Gruppe erhöht werden, was in mehreren Beispielen bei Fertigungs- u. Vertriebsnetzwerken belegt werden kann (u.a. [6],[10]).

## 4 Entwicklungsnetz BEnefiT

Als Beispiel für die interdisziplinäre Kooperation in Form eines virtuellen Verbundes soll im Weiteren auf das Entwicklungsnetzwerk BEnefiT (Bayerisches Entwicklungsnetz für innovative Technologien) und der Universität Erlangen-Nürnberg eingegangen werden. Ziel des Netzwerkes ist zu zeigen, dass gerade die intensive, interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Entwicklung ein innovative Produktentwicklung ermöglicht, die gerade wegen der erhöhten Anforderungen an das Umweltprofil dazu zwingt etablierte Lösungen zu überdenken, zu verlassen und damit neue Wege einzuschlagen werden können. Das erfordert zumindest eine teilweise konzeptionelle Änderung gegenüber dem Marktgerätestand.

Das Netzwerk besteht im Kern aus einem Pool von universitären und industriellen Partnern, welche die wesentlichen Fragestellungen in Entwicklung, Fertigung, Vertrieb und Recycling moderner Konsumgüter abdecken und dabei das vielfältige Know-how einer großen Breite verschiedener technischer Fachgebieten im Sinne einer horizontale Kooperation einbringen:

- Lehrstuhl für Anorganische und Analytische Chemie
- Lehrstuhl für Elektrische Antriebe und Steuerungen
- Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik
- Lehrstuhl für Konstruktionstechnik
- Lehrstuhl für Kunststofftechnik
- Lehrstuhl für Strömungsmechanik
- Dr. Kern GmbH
- Quelle AG

Das Netzwerk ist dabei bedarfsgerecht jederzeit um externe Partner erweiterbar.

Das Vorgehen wird derzeit in einem Pilotprojekt am Beispiel eines Bodenstaubsaugers demonstriert, weil gerade dieser Produktbereich als äußerst ausgereizt gilt. Das Vorgehen orientiert sich dabei stark an der Konstruktionsmethodik. Aufgrund der umweltforderungsgetriebenen Ausrichtung richtet sich Realisierung der Funktion „Staub saugen“ auf einen minimalen Energie- und einem abgestimmten Stoffeinsatz, was eine maximale Förderung der Stoffkreisläufe und damit der Ressourcenschonung dient. Zur späteren Etablierung umweltgerechter Produktentwicklungen am Markt werden die erarbeiteten Lösungsansätze kontinuierlich streng an Kunden- und Kostenforderungen reflektiert.

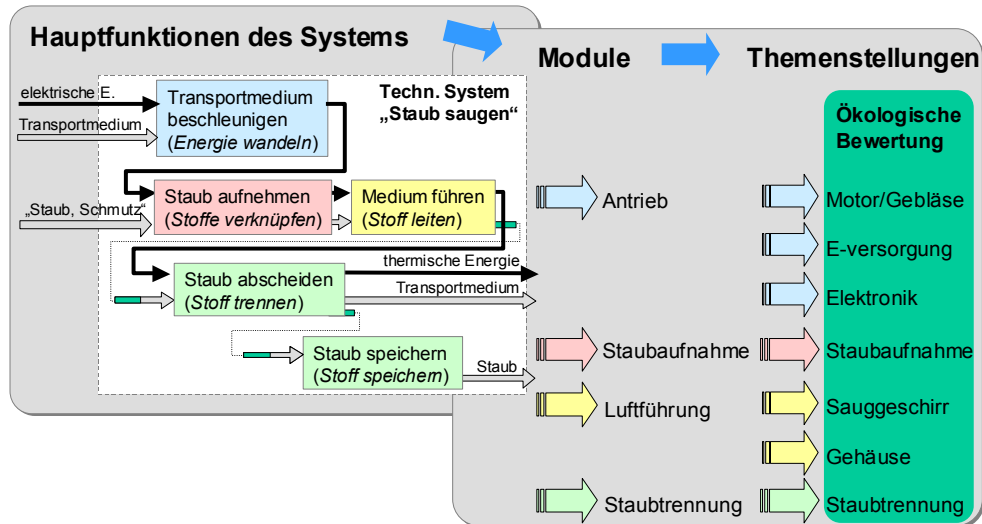


Bild 3: Strukturierung der Arbeitsgebiete im Projekt des Entwicklungsnetzwerk BEnefiT

Dazu wurden zu Beginn des Projektes zusammen mit dem Projektpartner aus der Industrie die notwendigen Schlüsseltechnologien definiert und entsprechend aus dem Pool der Netzwerkmitglieder der Virtuelle Verbund konstituiert.

Für die operative Abwicklung des Projektes wurde die Aufgabenstellung entsprechend einer Funktionsgliederung strukturiert und detailliert (s. Bild 3). Die erhaltenen Teilfunktionen weisen auf Funktionsmodule die unmittelbar eine Ableitung der zu bearbeitenden Themenstellungen erlauben. Dieses wird wiederum jeweils von einer Arbeitsgruppe bearbeitet. Die Mitarbeiterressourcen werden innerhalb der Gruppe selbst koordiniert und aus dem Projekt Netzwerk abgefragt.

Durch die interdisziplinäre Vorgehensweise und Fokussierung auf die Verbesserung der Umwelteigenschaften des Bodenstaubsaugers konnten mehrere Verbesserungen erreicht werden, die derzeit in Form eines funktionsfähigen Prototypen umgesetzt werden. Entgegen dem Trend zu stark steigenden Nennleistungen der Geräte, der sich im Zuwachs am Energieverbrauch verbunden mit CO<sub>2</sub>-Emmission, etc. manifestiert, wird in dem Prototypen eine vergleichbare Saugleistung bei erheblich reduzierter Aufnahmeleistung erzielt. Weiterhin sei beispielhaft der vollständige Aufbau des Gehäuses in einem einheitlichen, recycelbaren Werkstoff genannt, das zudem eine sehr einfache Trennung der verschiedenen Funktionsmodule und damit deren getrenntes Recycling erlaubt (s. Bild 4).

Im Bereich des Sauggeschirrs wird derzeit eine Patentanmeldung geprüft. Die Beispiele spiegeln den Ergebnisstand einer allein für eine solche Geräteentwicklung relativ kurzen Bearbeitungszeit wieder.

## 5 Fazit

Die Organisation von Entwicklungsprojekten auf Basis eines Netzwerkes in Form eines Virtuellen Verbundes bietet für KMU's die Möglichkeit kurzfristig, know-how-intensive F&E-Projekte zur Entwicklung und Etablierung innovativer Produkte ohne kostenintensive, langfristige Mitarbeiterverpflichtungen zu realisieren. Die stark idealisierte Form der Zusammenarbeit in Virtuellen Organisationen muss aufgrund eines gewachsenem Vertrauensverhältnisses erfolgen, um nicht durch umfangreiche Vertragswerke bezüglich der Kooperation den Zeit- und Flexibilitätsvorteil zu verspielen. Deshalb sollte in Kooperationsverträgen nur die

Grundsätze der Zusammenarbeit fixiert werden und sich das Vorgehen am Framework der Konstruktionsmethodik orientieren. Der Aufbau eines solchen, grundlegenden Vertrauensverhältnisses als wesentlichem Integrationsmechanismus innerhalb eines Netzwerkes kann nur durch ein Pilotprojekt etabliert und durch längerfristige Zusammenarbeit erhalten werden. Die Erfahrungen im laufenden BEnefiT-Projekt an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg zeigen, dass in einer solchen flexiblen, organisationsübergreifenden Zusammenarbeit marktorientierte Innovationen im Bereich der Produktentwicklung erreicht werden können, die nur aufgrund der gegenseitigen Ergänzung und den differenzierten Sichtweisen unterschiedlicher Fachgebiete realisierbar sind.

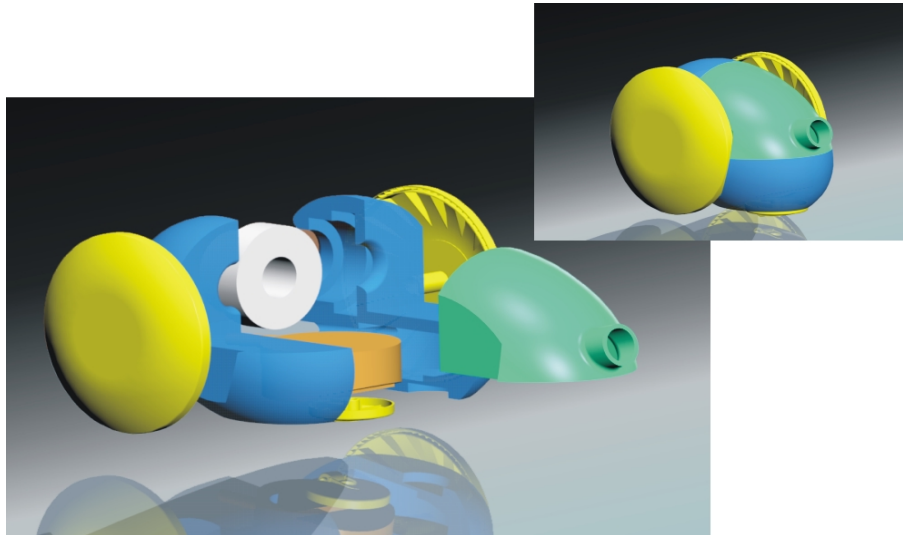


Bild 4: Baukonzept eines vollständig recycelbaren Einstoff-Gehäuseentwurfs dargestellt mit den eingelegten Funktionsmodulen und Anbauteilen (Darstellung ohne Griff).

## 6 Zusammenfassung

Die Organisation von Entwicklungsprojekten auf Basis eines Netzwerkes in Form eines Virtuellen Verbundes bietet für KMU's die Möglichkeit kurzfristig, know-how-intensive F&E-Projekte zur Entwicklung und Etablierung innovativer Produkte ohne kostenintensive, langfristige Mitarbeiterverpflichtungen zu realisieren. Die stark idealisierte Form der Zusammenarbeit in Virtuellen Organisationen muss aufgrund eines gewachsenem Vertrauensverhältnisses erfolgen, um nicht durch umfangreiche Vertragswerke bezüglich der Kooperation den Zeit- und Flexibilitätsvorteil zu verspielen. Deshalb sollte in Kooperationsverträgen nur die Grundsätze der Zusammenarbeit fixiert werden und sich das Vorgehen am Framework der Konstruktionsmethodik orientieren. Der Aufbau eines solchen, grundlegenden Vertrauensverhältnisses als wesentlichem Integrationsmechanismus innerhalb eines Netzwerkes kann nur durch ein Pilotprojekt etabliert und durch längerfristige Zusammenarbeit erhalten werden. Die Erfahrungen im laufenden BEnefiT-Projekt an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg zeigen, dass in einer solchen flexiblen, organisationsübergreifenden Zusammenarbeit marktorientierte Innovationen im Bereich der Produktentwicklung erreicht werden können, die nur aufgrund der gegenseitigen Ergänzung und den differenzierten Sichtweisen unterschiedlicher Fachgebiete realisierbar sind.



## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Bass, H.H.: Joseph A. Schumpeter (1883 – 1950) Innovation und schöpferische Zerstörung: der Unternehmern als Motor der Entwicklung. In: Entwicklung und Zusammenarbeit Nr. 7/8, S. 215-218., Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung, Juli/August 1999.
- [2] Bergmann, G.: Innovation. In: Praktische Betriebswirtschaft, Hg. Olfert, K., Friedrich Kiehl Verlag, Ludwigshafen, 2000.
- [3] Bosch, G.: Neue Lernkultur für eine praxisnahe Berufsausbildung. In: VDI-Nachrichten, Gelsenkirchen, 11.05.2001.
- [4] Cohausz H. B.: Zukunftssicherung durch Innovation aus der Sicht eines Patentanwaltes. In: VDI Berichte Nr 1212, S. 27-39, Düsseldorf, 1995.
- [5] Draeger, W.: Innovation – Invention – Kreativität. Durch Erneuerung zum Erfolg. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991.
- [6] Engelbrecht, A.: Marktkompatibilität durch Kooperation – Ein sicherer Weg in eine unsichere Zukunft. In: Industrie Management Nr. 16, S 59-63. GITO-Verlag, Berlin, Dezember 2000.
- [7] Kemmner G-A.; Gillessen, A.: Virtuelle Unternehmen. Ein Leitfaden zum Aufbau und zur Organisation einer mittelständischen Unternehmenskooperation. Physica-Verlag, Heidelberg, 2000.
- [8] Krebs, S.: Maschinenbau – Kern des deutschen Innovationssystems. In: VDMA Nachrichten Nr. 11, S. 52, Frankfurt am Main, 2000.
- [9] Scherm, E.; Süß, S.: Virtualisierung von Unternehmen – eine neue Chance im globalen Wettbewerb. In: Industrie Management Nr. 16, S 14-18. GITO-Verlag, Berlin, Dezember 2000.
- [10] Schuh, G.; Lorscheider B.; Franke, U. J.: Aufbau der Virtuellen Fabrik Rhein-Ruhr. In: Industrie Management Nr. 16, S 53-58. GITO-Verlag, Berlin, Dezember 2000.
- [11] Meerkamm, H., Rosemann, B., Steinmetzer, H.-C.: Integrated Product Policy in Bavaria and the Bavarian Network for the Development of Innovative Technologies (BEnefiT). Conference "Electronics Goes Green 2000+", Berlin, 11.-13. September 2000.
- [12] ZEW: Innovationsreport Maschinenbau. Jahrgang 7 Nr. 9, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, September 2000.
- [13] ZEW: Innovationsreport EDV und Telekommunikation. Jahrgang 7 Nr. 16, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, September 2000.
- [14] ZEW: Innovationsreport Fahrzeugbau. Jahrgang 7 Nr. 3, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, September 2000.
- [15] ZEW: Innovationsreport Elektrotechnik. Jahrgang 7 Nr. 5, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, September 2000.

Bernd Rosemann  
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Martensstraße 9  
91058 Erlangen  
Tel: ++49 9131 / 8527984  
Fax: ++49 9131 / 8527988  
Internet: [rosemann@mfk.uni-erlangen.de](mailto:rosemann@mfk.uni-erlangen.de)  
[www.mfk.uni-erlangen.de](http://www.mfk.uni-erlangen.de)