

## Virtuelle Prototypen – Möglichkeiten und Grenzen

**Thomas Reinhäckel** 3D-Schilling GmbH  
**Dr.-Ing. Martin Schilling** 3D-Schilling GmbH

**Keywords** Anwendung, Augmented Reality, Digitalisierung, Produktentwicklung, Qualitätssicherung, Virtuelle Prototypen, Werkzeugbau und Formenbau

URN: urn:nbn:de:0009-2-11605

### 1. Anforderungen an Prototypen

Das Ergebnis der Produktentwicklung ist stets ein neues Produkt in Form von Software, einzelner Bauteile oder komplexer Maschinen. Das fertige Produkt ist dadurch gekennzeichnet, das 100% Produktwissen vorhanden sind und die Produktion in Serie starten kann. Die allgemeinen Anforderungen an die Produktentwicklung nach Eigner und Gausemeier wurden in [Abb. 1] zusammengefasst. [GAU01], [EIG01], [EIG05]



Abb. 1: Allgemeine Anforderungen an die Produktentwicklung

Mit Prototypen sollen Aussagen zu dem jeweiligen Entwicklungsstand getroffen werden. Da nur in seltenen Fällen alle Fragen durch Prototypen beantwortet werden können, erfolgt die Reduktion der Aussagen auf wesentliche. Das können sein:

- Ist die Konstruktion vollständig und fehlerfrei
- Abstimmung von Baugruppen mit dem Basisprodukt bei neuen Produktvarianten
- Werden vorgegebene Werte (mechanische, elektrische, optische etc.) erreicht

- Kann das Produkt in der Fertigung wie vorgesehen gehandelt werden
- Sind neuartige Techniken und Technologien effizient
- Werden die Umweltrichtlinien eingehalten
- Werden weiterführende Tests bestanden (z.B. Schutzklassen)
- Akzeptiert der Kunde das Produkt / Produktdesign

## 2. Virtuelle Produktentwicklung und virtuelle Prototypen

Bei der „virtuellen“ Produktentwicklung, wird im Anschluss an die Konstruktion kein realer, sondern ein virtueller Prototyp aufgebaut [Abb. 2]. Dafür müssen die Daten der Konstruktion in einem Datenaufbereitungsschritt für den oder die virtuellen Prototypen aufbereitet werden. Mit Hilfe dieser Daten werden die verschiedensten Berechnungen und Simulationen durchgeführt, um das Verhalten des späteren Produktes besser beurteilen zu können.

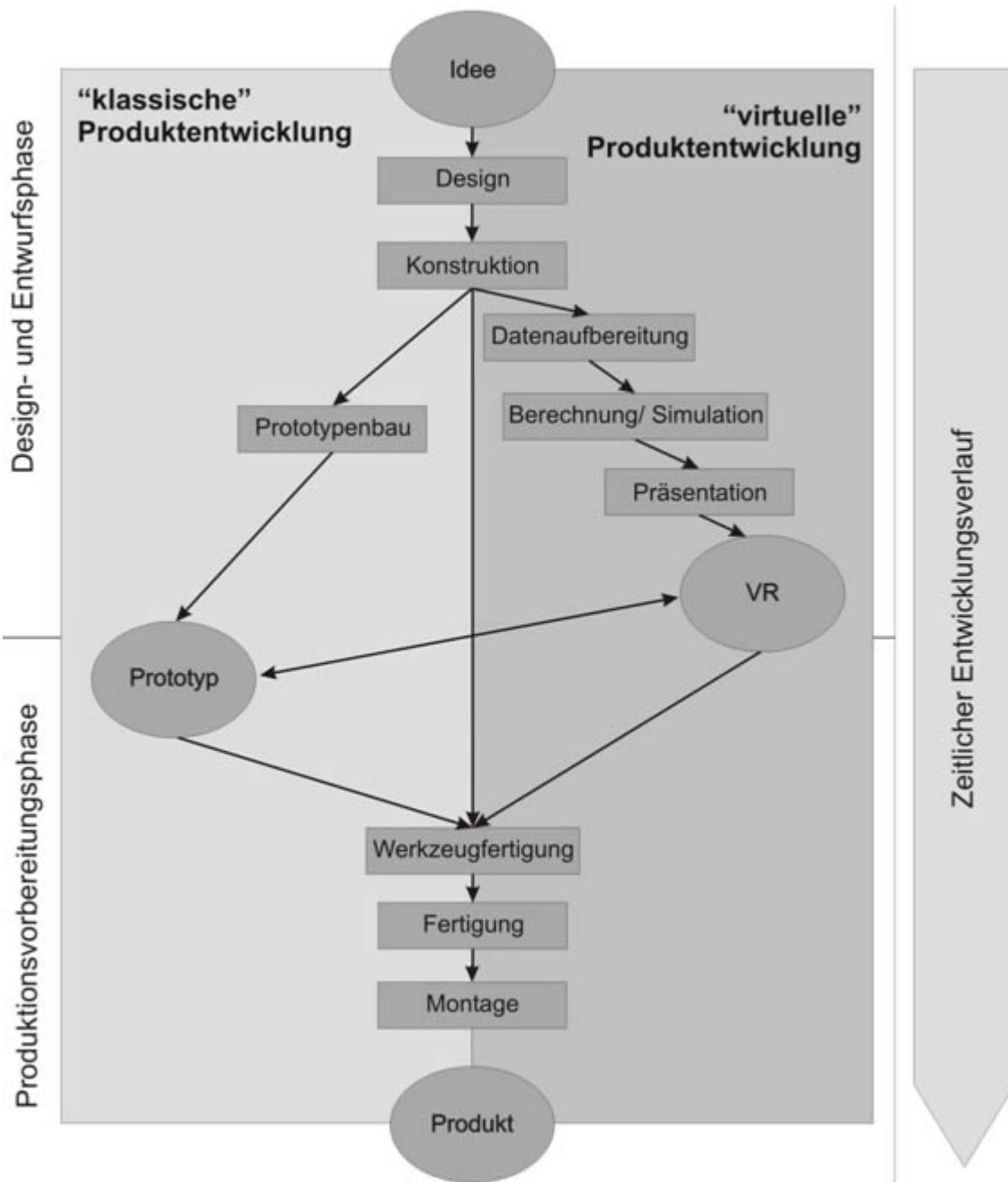


Abb. 2: Klssische und virtuelle Produktentwicklung

Arbeiten in der virtuellen Realität heißt, der Handelnde manipuliert im virtuellen Raum mit virtuellen Werkzeugen an virtuellen Objekten. Das Anzeigen der Daten erfolgt über Displays oder über teils sehr aufwendige Projektionssysteme [Abb. 3].



Abb. 3: Verschiedene Displaysysteme:  
a) autostereoskopisches Display, b)AR-Brille, c) Powerwall, d) 4 Seiten Cave

Um die Zusammenhänge besser zu verdeutlichen, wird in Abbildung 3 der Übergang von der Virtuellen Realität zur realen Darstellung gezeigt.

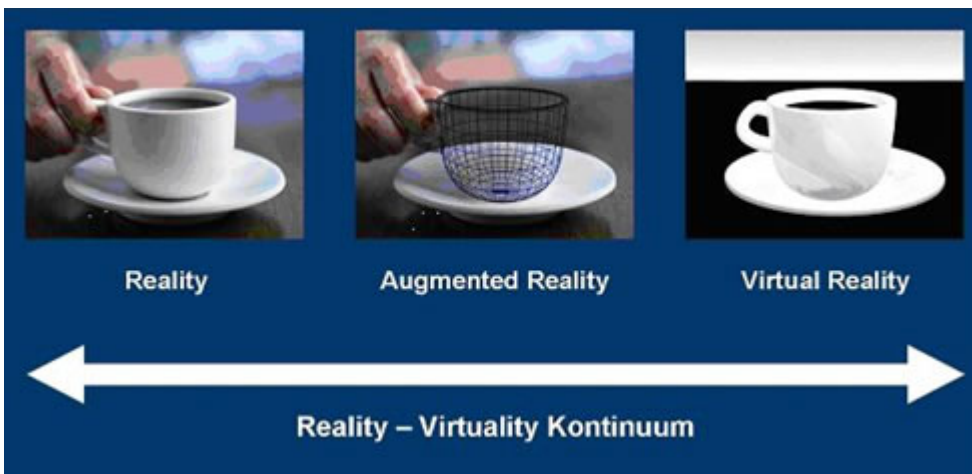


Abb. 4: Das Darstellungskontinuum

Es existiert somit die theoretische Möglichkeit den klassischen Prototypen durch einen virtuellen zu ersetzen. Das setzt zum einen das Vorhandensein von Berechnungs- und Simulationssoftware voraus, deren Ergebnisse eindeutig und aussagefähig sind. In Tabelle 1 wurden ausgewählte reale – virtuelle Prototypen gegenüber gestellt.

reale Prototypen		virtuelle Prototypen	steigende Kosten und wachsender Zeitaufwand für die Anfertigung der Prototypen
<b>Design Prototyp</b>		VR/AR Darstellung	
<b>Funktionsprototypen</b>	Montage Prototyp Werkstoff Prototyp Kraftübertragungsprototyp	VR/AR Anwendung FEM Berechnung FEM Berechnung	
<b>Serien Prototyp</b>		Simulations- und Fertigungsanwendungen	

Tabelle 1: Arten von Prototypen [REI06]

Je komplexer die Berechnungen und Simulationen werden, desto zeit- und kostenaufwendiger werden virtuelle Prototypen.

Ein erster virtueller Prototyp ist die Darstellung mittels eines Displaysystems. Häufig wird die 3D-Visualisierung der Objekte mit dem virtuellen Prototypen gleichgesetzt. Ein virtueller Prototyp jedoch ist die Präsentation von virtuellen Daten, unabhängig von der Immersion, dem Realitätsempfinden des Betrachters, jedoch mit dem Anspruch, einen Teil der Realität abzubilden. Die Ansprüche des Anwenders beziehen sich zunächst auf die mit dem Prototyp zu treffenden Aussagen und damit auf die Art der Präsentation. Aussagen des Prototypen können z.B. durch Verformungen, Falschfarbdarstellungen, Spannungslinien etc. dargestellt werden.

### 3. Augmented Reality – neuartige Darstellungstechnik für virtuelle Daten

Mehr und mehr setzt sich eine weitere Darstellungstechnik, die Augmented Reality (angereicherte Realität) durch, mit der es möglich ist, virtuelle Daten in realer Umgebung darzustellen. Das ist möglich, da der Mensch erlebt seine Umgebung mit Hilfe der Sinnesorgane wahrnimmt, die die Reize aus der Umwelt wahrnehmen. Aus medizinischer Sicht wird nicht von einem Sinn gesprochen, sondern von verschiedenen Sinnessystemen, die sich in körperferne und körpernahe Sinne einteilen lassen. Dem klassischen Begriff des Sinns kommt dabei der Begriff Sinnesmodalität am nächsten. Eine Einteilung der Wahrnehmung wurde Tabelle 2 in körperferne und körpernahe Sinnessysteme vorgenommen.

	System	Sinnesmodalität	Organ	Reiz
<b>Körperferne Sinnessysteme</b>	Visuelles System	Sehen	Auge	Licht (400-800nm)
	Auditives System	Hören	Ohr	Schallwellen (20-16000Hz)
	Olfaktorisches System	Riechen	Nase	chemischer Reiz
<b>Körpernahe Sinnessysteme</b>	Taktils System	Tasten	Haut	mechanischer Reiz
	Vestibuläres System	Gleichgewicht	Gleichgewichtsorgan	Gravitation, Bewegung, Beschleunigung
	Gustatorisches System	Schmecken	Zunge und Mund	chemischer Reiz
	Kinästhetisches System	Tiefensensibilität, Bewegungsempfindung	Muskeln, Gelenke	Muskelkontraktion
	Kardiovaskuläres System	visurale Sensibilität	Herz	mechanischer Reiz
	Gastrointestinales System	visurale Sensibilität	innere Organe,	chemischer Reiz
	Pulmonales System		Leber, Lunge, Magen	

Tabelle 2: Einteilung der Sinnessysteme [SCH02]

Die virtuelle Realität spricht in der Gegenwart zumeist körperferne Sinnessysteme an. Reale Prototypen sprechen sowohl das körperferne als auch körpernahe Sinnessystem an, damit ist der Gesamteindruck komplexer und damit wesentlich tiefer.

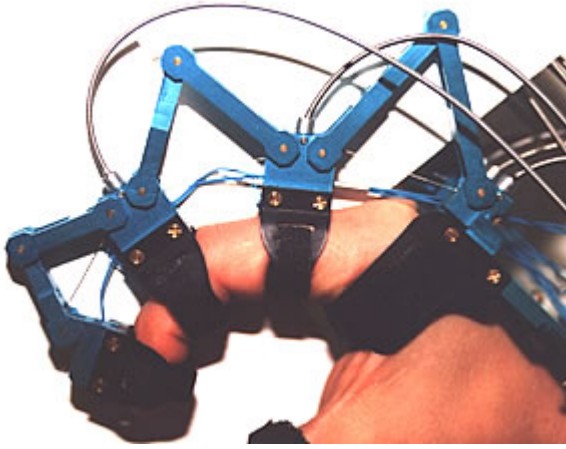


Abb. 5: Teil eines Datenhandschuhs zur Übertragung mechanischer Reize

Gegenwärtig gibt es verschiedene Ausgabegeräte für virtuelle Daten, die auch das körpernahe Sinnessystem ansprechen, wie z.B. den Datenhandschuh, mit dem taktile Reize wahrgenommen werden können. Aber auch sehr komplexe Sinneseindrücke können hervorgerufen werden, wie z.B. mit einem Flugsimulator. Bei diesem wird neben Auge, Haut und Ohr auch das Gleichgewichtsorgan stimuliert.

Aus den wenigen aufgezeigten Beispielen kann geschlossen werden, dass zukünftig die Darstellung virtueller Daten mittels spezieller Ausgabegeräte mit einer steigenden Komplexität erfolgt.

#### 4. Ausblicke auf das Prototyping

Virtuelle Prototypen haben den Vorteil, dass sie sofort nach Realisierung der jeweils vorgesehenen Berechnungen und Simulationen zur Verfügung stehen und Entwicklungsschleifen erheblich verkürzt werden. Ovtcharova hat in 5 [OVT05] die Auswirkungen auf die Produktentwicklung und deren zeitlichen Verlauf dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit Hilfe der virtuellen Technik, zu einem früheren Zeitpunkt die Produktionsreife, in Form von 100% Produktwissen, erreicht werden kann. Dies wird durch die Arbeiten von (vergleiche dazu auch: Eigner [EIG05] und Gausemeier [GAU01]), die zum selben Ergebnis kommen bestätigt.

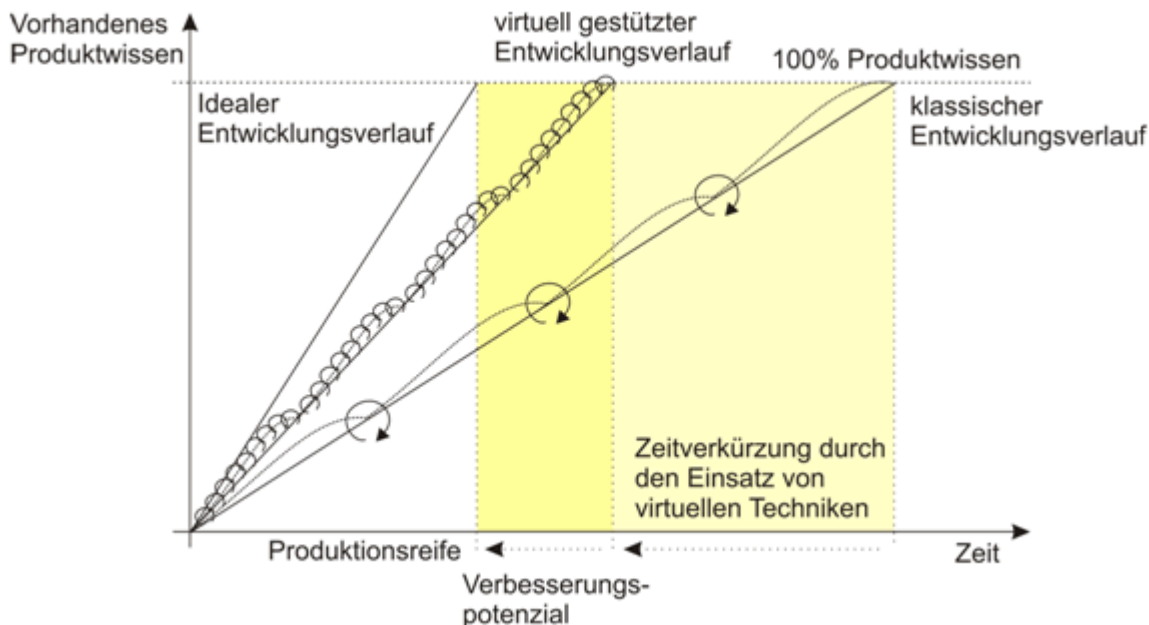


Abb. 6: Auswirkungen im Entstehungsprozess [OVT05]

Aufgrund der kürzeren Zeit für die Erstellung muss in der Produktentwicklung dem virtuellen Prototyp der Vorzug gegeben werden. Erst wenn auf Basis der virtuellen Prototypen keine sicheren Aussagen hinsichtlich der Erfüllbarkeit der Vorgaben und Zielwerte getroffen werden können, wird auf reale Prototypen zurückgegriffen. Dazu zählen Vorgaben mit Bezug auf bestimmte physikalische Eigenschaften, Kollision, Gravitation, Schwingung, Wärmeausdehnung und die elastische Verformung, aber auch Aussagen zu Montageabläufen und Montagetoleranzen. Dies kann jedoch nicht pauschalisiert werden, da durch die Weiterentwicklung der Modellabbildungen, der Berechnungsalgorithmen und der Rechentechnik auch hier eine Verschiebung zu Gunsten der Virtuellen Techniken zu erwarten ist.

In einer vom Fraunhofer Institut IAO im Jahr 2003 durchgeführten Studie zur „Digitalen Produktentwicklung“ wird von einer Zunahme der Anwendung von digitalen Prototypen innerhalb von 5 Jahren von bis zu 60% ausgegangen [SPA05].

Die Konkurrenzfähigkeit von realen Prototypen bleibt überall dort erhalten, wo komplexe Aussagen gefordert werden und die Abbildung in der virtuellen Welt zu aufwendig ist. Reale Prototypen sprechen direkt, also ohne technische Hilfsmittel die körpernahen Sinnessysteme an. Die Komplexität der Eindrücke werden durch den jeweiligen Betrachter aufgenommen, zu Erfahrungen in Beziehung gesetzt und bereits unterbewusst qualitative Schlussfolgerungen gezogen. Mit realen Prototypen wird das „individuelle Expertensystem“ direkt stimuliert. So werden unterbewusst für eine neue Lösung Materialeigenschaften eines Prototypenmaterials mit bekannten Eigenschaften des späteren Zielwerkstoffes des Serienteiles verglichen und bewertet.

Neue oder verbesserte Fertigungsverfahren für Prototypen sowie die Vielzahl von möglichen Prototypenmaterialien werden den Anwender auch weiterhin auf reale Prototypen zurückgreifen lassen. Auch schreibt der Gesetzgeber für bestimmte Produkte und deren Zulassung zum Verkauf, Tests mit realen Prototypen zwingend vor. Es ist nicht absehbarer, dass auf die Herstellung realer Prototypen aufgrund virtueller Prototypen vollständig verzichtet werden kann.

## 5. Literaturangaben

[1] [EIG01] Eigner, M., Stelzer, R.: „Produktdatenmanagement-Systeme: ein Leitfadens für product development und Life-cycle-Management“, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2001; ISBN 3 540 66870 5

[2] [EIG05] Eigner, M.: „Virtuelle Produktentwicklung – eine Chance für innovative Produkte“, ICIDO Summit „Next Generation VR“ 2005; Vorlesungsskript „Virtuelle Produktentwicklung 1“ 2005; Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für virtuelle Produktentwicklung

[3] [GAU01] Gausemeier, J.; Ebbesmeyer, P.; Kallenmeyer, F.: „Produktinnovation: Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen“, Carl Hanser Verlag München Wien, 2001, ISBN 3-446-21631-6

[4] [OVT05] Ovtcharova, J.: „Life cycle Engineering Konzepte“, ICIDO Summit „Next Generation VR“ 2005

[5] [SPA05] Spath, D.: „Integrierte Konstruktion und Planung mit Virtual Reality“ ICIDO Summit „Next Generation VR“ 2005

[6] [SYM01A] Symietz, M.; Ostermann, F.; Zimmermann, P.: „Aspekte der virtuellen Produktenstehung – virtuelle und augmentierte Realität“ 10. Produktionstechnisches Kolloquium v. 27./28.09.01 in Berlin

[7] [REI06] Reinhäkel, T.: „Ausgewählte AR-Anwendungen im Werkzeugbau“, Workshop im Rahmen des 3. Werkzeug- und Formenbauforum v. 6.11.2006 in Jena

[8] [SCH02] Schäffler, A.; Schmidt, S.: „Lehrbuch und Atlas des menschlichen Körpers“ KOMET MA-Service und Verlagsgesellschaft mbH, München, ISBN 3-89836-225-6

## 6. Kontaktangaben

Thomas Reinhäkel  
3D-Schilling GmbH  
Mühlenweg 4, Oberspier  
Tel: ++49(0) 3632 7702 52/-40  
E-mail: thre@3d-schilling.de  
WEB: www.3d-schilling.de

Dr. Ing. Martin Schilling  
3D-Schilling GmbH  
Mühlenweg 4, Oberspier  
++49(0) 3632 7702 30/-40  
E-mail: masc@3d-schilling.de  
WEB: www.3d-schilling.de

## **Volltext**

## **Lizenz**

Jedermann darf dieses Werk unter den Bedingungen der Digital Peer Publishing Lizenz elektronisch übermitteln und zum Download bereitstellen. Der Lizenztext ist im Internet unter der Adresse [http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL\\_v2\\_de\\_06-2004.html](http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL_v2_de_06-2004.html) abrufbar.

## **Empfohlene Zitierweise**

Reinhäkel T, Schilling M (2007). Virtuelle Prototypen – Möglichkeiten und Grenzen. RTejournal - Forum für Rapid Technologie, Vol. 4(2007). (urn:nbn:de:0009-2-11605)

Bitte geben Sie beim Zitieren dieses Artikels die exakte URL und das Datum Ihres letzten Besuchs bei dieser Online-Adresse an.