

# Animationstechnik in der Produktionslogistik

Thomas Kindler

**Inhalt:** Layoutdarstellungen von geplanten Fertigungssystemen haben meist nur wenig Aussagekraft bzgl. der Darstellung von logistischen Prozessen. Nur mit Hilfe einer entsprechenden Darstellung des Projektergebnisses ist es möglich, die zu erfüllenden Systemeigenschaften in anschaulicher Weise auch einem technisch weniger versierten Entscheidungsträger vorzustellen. Der folgende Beitrag soll anhand von Erfahrungen mit der Animationstechnik dazu dienen, Informationslücken in diesem Bereich zu schließen.

**Abstract:** Layout representations of planned production systems have usually only few force of expression concerning the representation of logistic processes. Only with the help of an appropriate representation of the project result are possible it to present those to fulfilling system properties in descriptive way also to a technically fewer experienced decision maker. The following contribution is to serve on the basis of experiences with the animation technique to close information gaps within this area.

Im Ergebnis der langjährigen Zusammenarbeit sowohl der Projektlogistik GmbH als auch der Technischen Fachhochschule Wildau mit der RMT Rostocker Maschinenbau und Technologie GmbH & Co. KG wurden bereits mehrere Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit hohem innovativen Inhalt auf dem Gebiet der Umstrukturierung, Rationalisierung und Materialflußplanung sowie Entwicklung von Fertigungssystemen erfolgreich abgeschlossen.

Dieses Unternehmen versteht sich als Zulieferer von Einzelteilen, Baugruppen und Komponenten im Rahmen der Auftragsfertigung im Schiffsmaschinenbau und allgemeinen Maschinenbau. Ein Schwerpunkt der Fertigung liegt in der Herstellung von überlangen Verbindungselementen, wie Zylinderkopfschrauben der Länge 500 - 3000 mm und einem Kerndurchmesser bis zu 120 mm sowie den dazugehörigen Muttern, wobei das Unternehmen RMT Rostocker Maschinenbau und Technologie GmbH & Co. KG derzeit konventionelle Fertigungstechnologien durch moderne Technologien ersetzt. In diesem Zusammenhang wurde an den Logistikdienstleister Projektlogistik GmbH und die Technische Fachhochschule Wildau der Auftrag erteilt, ein vorhandenes Konzept für ein Fertigungssystem zu optimieren und durch geeignete Software in dreidimensionaler Form den internen prozeß- und materialfluß-technischen Ablauf zu animieren.

Ausgehend von einem manuellen Materialtransport mit entsprechenden Transporthilfsmitteln werden die Maschinen an den einzelnen Arbeitsplätzen durch die Arbeitskräfte manuell, unterstützt durch technische Hilfsmittel, beschickt und bedient. Damit verbunden entstehen hohe Transport-, Lager- und Beschickungszeiten sowie hohe Personalkosten, die keine effiziente Fertigung zulassen.

Im Ergebnis des abgeschlossenen Projektes – Entwicklung eines flexiblen Fertigungssystems für übergroße Verbindungselemente – wurde eine Pilotlösung für den Schiffs- und Schwermaschinenbau entwickelt. In ihr sind

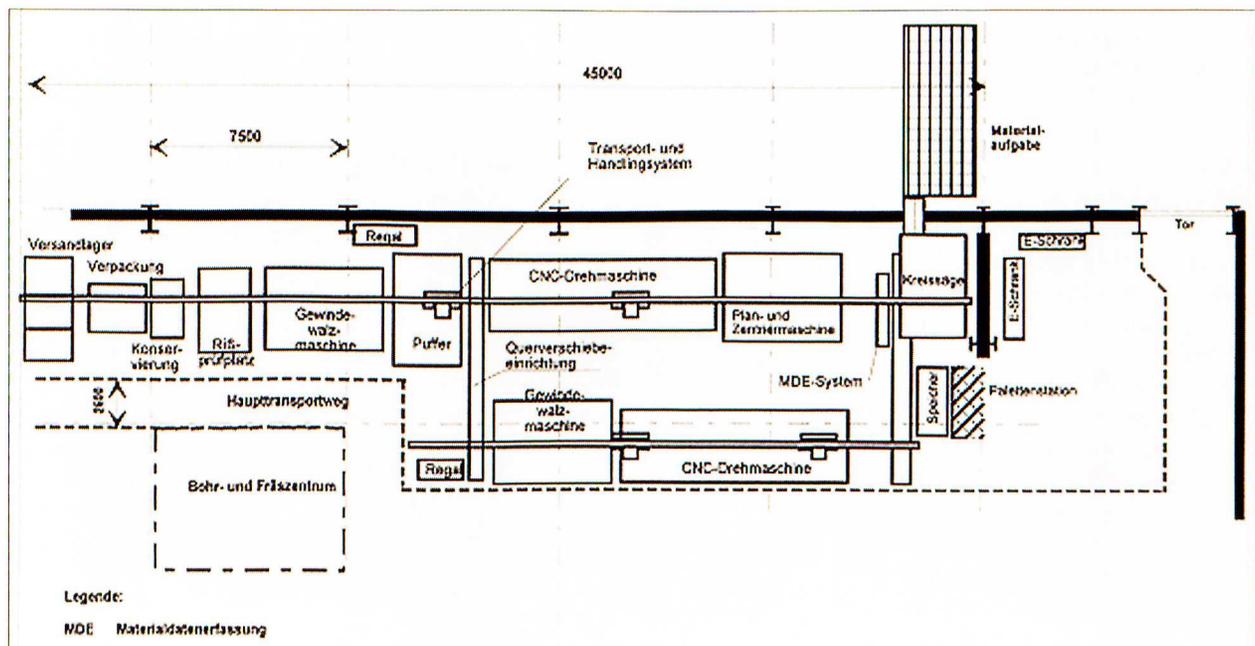


Bild 1: Layout des entwickelten Fertigungssystems [1]



Logistiklösungen unterschiedlichster Prozesse und der Qualitätssicherung integriert, wodurch ein Konzept für ein neues innovatives Produkt für das Unternehmen RMT entstand. Das innovativ Neue an der konzipierten Fertigungssystemlösung ist, daß trotz der Typenvielfalt der Teile der Gedanke einer Serienfertigung für überlange Verbindungselemente zum Einsatz kommt und somit die Fertigungszeit bzw. Durchlaufzeit entscheidend verkürzt wird. Dabei wurde auf die Umsetzung einer chaotischen Fertigungsauftragsbearbeitung und die Integration eines durchgängigen Qualitätssicherungssystems gesetzt, welches bis zur automatischen Identifizierung und Kennzeichnung der Werkstücke reicht.

Dieses Produkt in seinem Aufbau und seiner Funktion bis hin zur letzten Detaillösung anschaulich und aussagekräftig einem Interessenten zu präsentieren, ist mit konventionellen Mitteln (2D-Darstellung, 3D-Skizzen) nur unzureichend möglich.

### Animation - Anwendung in der Praxis

Es bestand die Aufgabe, die vorhandenen Darstellungen der Entwicklungslösung durch eine andere Form zu ersetzen, die dem Betrachter ermöglicht, das dargestellte Projektergebnis bzgl. der Integration von Maschinen- und Anlagentechnik in einem bestehenden Fertigungsbereich sich räumlich besser vorzustellen, andererseits die geplanten Produktionsprozesse lebendig zu erleben und somit den zur Realisierung erforderlichen Einblick zu erlangen. Mit Hilfe der Animationstechnik, basierend auf der Software zur 3D-Modellierung und Bewegungsbahndefinition von Objekten, wurde eine ansprechende und im Bereich der Produktionstechnik völlig neuartige Konzeptpräsentation erstellt.

Anhand der Darstellung des Fertigungssystems im Bild 1 wird die komplexe und flexibel ausgerichtete Gestaltung deutlich, mit einem zentralen Zwischenlager und einem durchgehenden Materialflusssystem über alle Prozessstufen.

Im Rahmen der Rationalisierungsmaßnahme im Unternehmen RMT Rostocker Maschinenbau und Technologie GmbH & Co. KG standen wir vor der Aufgabe, die technischen und technologischen Prozesse bei der Schraubenherstellung und deren parallel im System ablaufenden Prozessschritte zu beachten. Diese technischen Prozesse werden durch aneinander gekoppelte Arbeitsschritte, speziell bei den Umform- und Abtrennverfahren, charakterisiert, die nur in einer bestimmten Reihenfolge ablaufen können und genau definierte Bearbeitungsparameter erfordern. Nur mit Hilfe einer entsprechenden Darstellung der Projektergebnisse ist es möglich, die zu erfüllenden Systemeigenschaften in anschaulicher Weise auch ei-

nem technisch weniger versierten Entscheidungsträger zu präsentieren.

Während der Feinplanung innerhalb des Projektes wurden dessen Ergebnisse als Layoute und Materialflussschemata festgehalten, ohne dabei wirklich die Dynamik und Flexibilität der entwickelten Fertigungsanlage darstellen zu können (s. Bild 2).

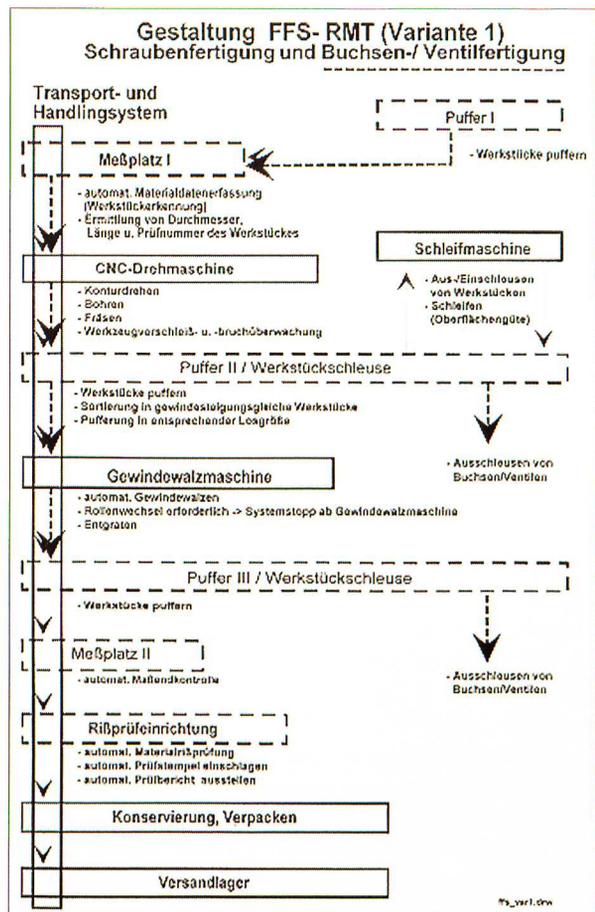


Bild 2: Materialflussschema für das Fertigungssystem

Oft sind selbst so einfache Handlingsaufgaben, wie das Drehen des Werkstückes um 180° über einer Maschine mittels Transportgreifer, nur unzureichend als schematische Abbildung im Layout darstellbar (s. Bild 3). Werden dann noch Anforderungen an die räumliche

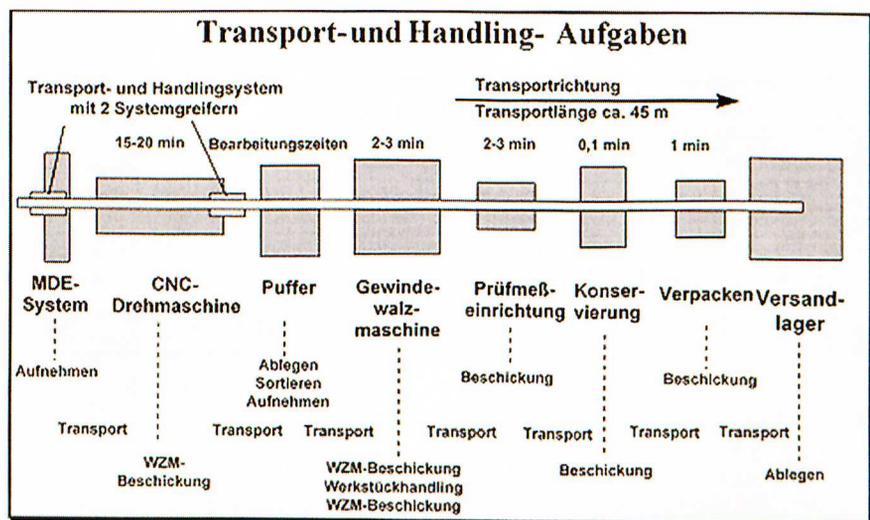


Bild 3: Transport- und Handlingsaufgaben im Fertigungssystem [1]

Anordnung und Zugänglichkeit der Maschinen gesetzt, können nur die Informationen entnommen werden, die eine 2-dimensionale Layoutansicht zulässt. Maximal eine Höhenschnittdarstellung kann zum Teil Aufschluß über etwaige Kollisionszustände oder Einschränkungen geben.

Die folgende animationstechnisch erstellte Darstellung des o. g. Fertigungssystems (s. Bild 4) beinhaltet alle wesentlichen Systemeigenschaften, die im Ergebnis der Entwicklungsarbeit entstanden sind. Dies beläuft sich auf die Darstellung der räumlichen Anordnung der einzelnen Bearbeitungsmaschinen, der Puffertechnik und Handlingtechnik sowie der einzelnen technologischen und logistischen Prozesse im System.

Als Darstellungsmittel des Ergebnisses der Projektarbeit wurden die bereits aufgeführten Layouts und Materialflußschemata als Grundlage gewählt, wobei mehrere Ausbaustufen zu berücksichtigen waren.

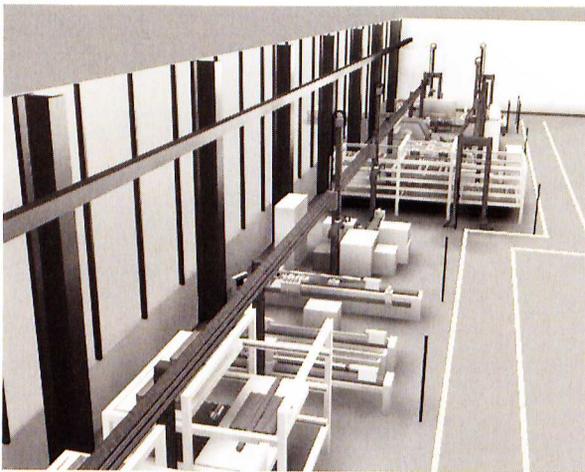


Bild 4: Szene aus Fertigungssystemanimation [2]

Besonderes Augenmerk wurde auf das Zusammenspiel zwischen der Handlingtechnik mit den Bearbeitungsmaschinen und den Puffereinrichtungen gesetzt (s. Bild 5).

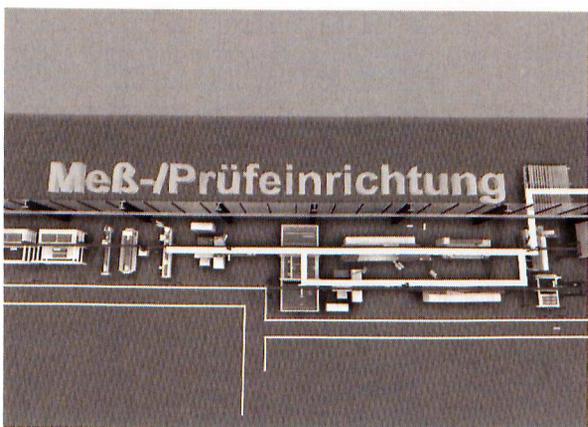


Bild 5: Darstellung des Materialflusses [2]

Schon bei der Erstellung der Szenen konnte durch die dabei unterschiedlich definierten perspektivischen Ansichten eines Systembereiches eine Kollision von Objekten visuell ausgeschlossen werden.

Der Aufbau der Animation setzt sich aus folgenden Inhaltsschwerpunkten zusammen:

- Intro – Logo des Unternehmens und Titel,
- Effektvolle Darstellung des flexiblen Fertigungssystems (FFS) durch Nebel und Volumenlicht
- Kamerafahrt über FFS bzgl. Gesamteindruck
- Darstellung des Materialflusses von Dehnbolzen und Buchsen innerhalb des FFS
- Darstellung der Arbeitsgänge zur Herstellung eines Dehnbolzens
  - Zuschnitt in der Kreissäge
  - Transport zur Plan-/Zentriermaschine mit 90°-Drehung, Plandrehen/Zentrierbohren
  - Transport zur CNC-Drehmaschine, Konturdrehen 1
  - 180°-Drehung des Werkstückes, Konturdrehen 2
  - Transport zur Profilwalzmaschine, Gewindewalzen 1. Gewinde
  - 180°-Drehung des Werkstückes, Gewindewalzen 2. Gewinde
  - Transport zum Zwischenlager, Ablegen auf Palette
  - Aufnahme eines 2. Werkstückes, Transport zur Profilwalzmaschine
  - Gewindewalzen 3. Gewinde
  - Transport zur Meß-/Prüfeinrichtung mit 90°-Drehung,
  - Maßhaltigkeitskontrolle, Materialrißprüfung, Kennzeichnung des Werkstückes
  - Transport zur Konservierungsmaschine, Konservierung mittels Ölnebel
  - Transport zur Verpackungsmaschine, Verpacken mit Kunststoffnetz
  - Transport zum Versandlager, Ablegen auf Palette
- Abspann

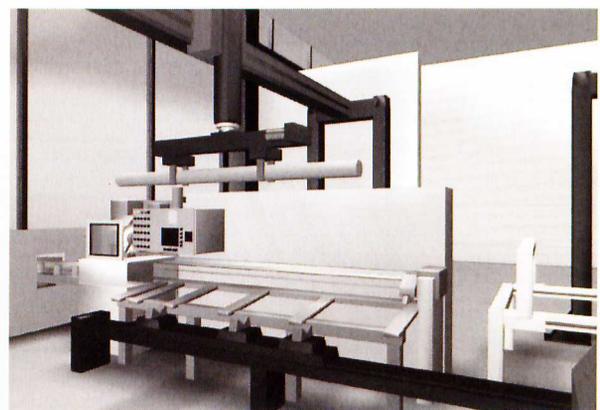


Bild 6: Szene aus Animation – Entnahme Rohling am Zuschnitt [2]

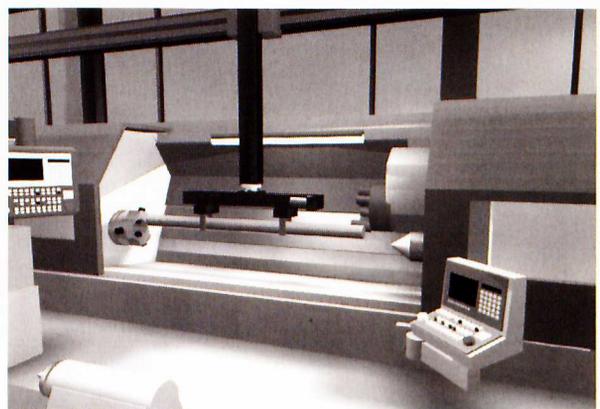


Bild 7: Szene aus Animation – Beschickung der CNC-Drehmaschine [2]



### Vom Layout zur Animation

Aus einer ungefähren Vorstellung, wie die Besonderheiten und Aktionen in der Animationsszene dargestellt werden sollen, und daraus einen zusammenhängenden Film zu erstellen, ist nur mit Hilfe eines Drehbuches möglich. In diesem Script müssen in Abhängigkeit von der Zeit alle Objekte, deren Bewegungen und Kameraeinstellungen, definiert sein (s. Bild 8).

photorealistischen Darstellung angepaßt.

Erfolgte die Modellierung aller zur Animation erforderlichen Objekte, werden die im Aufnahmemodus in dem im Script vorgegebenen Zeitbereich bzgl. der Position bzw. Geometrie verändert. Entsprechende Kameraeinstellungen und -bewegungen werden ebenfalls nach dieser Methode in der Animation definiert.

Licht und Schatten oder sonstige atmosphärische Effekte geben einer Animation erst den besonderen Aus-

Animation FSS		Script Greifer 2			Schleife	
Zeit (s)	Aktion	Kamera 1	Kamera 2	BEO 1	BEO 2	BEO 3
0-5	Verfahren von Greifer 2			Laufwagen 2	Greifer 2	
5-10	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2		
10-12	Schießen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
12-13	Lösen der Einspannung			Spannfutter 1	Zentrierspitze 1	
13-15	horizontales Verfahren von Greifer 2			Laufwagen 2	Greifer 2	Rohling 7b
15-20	Heben von Greifer 2			Greifer 2	Rohling 1b	
20-35	Verfahren zur Walze 2		Schwenk und Bewegung	Laufwagen 2	Greifer 2	Rohling 7b
35-40	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2	Rohling 7b	
40-42	Einspannung von Rohling 7b			Zentrierung 1		
42-43	Öffnen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
43-46	Heben von Greifer 2			Greifer 2		
46-130	Walzprozeß 1			Walze 1	Walze 2	Rohling 7b
130-133	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2		
133-135	Schießen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
135-137	Lösen der Einspannung			Zentrierung 1		
137-142	Heben von Greifer 2			Greifer 2	Halbzeug 7a	
142-147	180° Drehung von Halbzeug 7a			Greifer 2	Halbzeug 7a	
147-149	horizontales Verfahren von Greifer 2			Laufwagen 2	Greifer 2	Halbzeug 7a
149-154	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2		
154-156	Einspannung von Halbzeug 7a			Zentrierung 1		
156-157	Öffnen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
157-160	Heben von Greifer 2			Greifer 2		

Bild 8: Sript zur Animationserstellung [2]

Ist die Visualisierung einer großen Anzahl von Objekten angedacht, so ist die Aufstellung eines vergleichenden Zeitablaufplanes für alle zu bewegendende Objekte erforderlich, somit wird eine unbeabsichtigte Kollision von Objekten schon von vornherein ausgeschlossen (s. Bild 9).

druck. Dazu werden die unterschiedlichen Lichtquellen (Umgebungslicht, Punktlicht, Spot) an bestimmten Punkten im Raum generiert und durch einen vereinfachten Renderingmodus (Verfahren zur Oberflächenberechnung und -darstellung) auf deren Wirkung geprüft. Sind atmosphärische Effekte (Volumenlicht, Ne-

Animation FSS		Script Greifer 2			Schleife	
Zeit (s)	Aktion	Kamera 1	Kamera 2	BEO 1	BEO 2	BEO 3
0-5	Verfahren von Greifer 2			Laufwagen 2	Greifer 2	
5-10	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2		
10-12	Schießen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
12-13	Lösen der Einspannung			Spannfutter 1	Zentrierspitze 1	
13-15	horizontales Verfahren von Greifer 2			Laufwagen 2	Greifer 2	Rohling 7b
15-20	Heben von Greifer 2			Greifer 2	Rohling 1b	
20-35	Verfahren zur Walze 2		Schwenk und Bewegung	Laufwagen 2	Greifer 2	Rohling 7b
35-40	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2	Rohling 7b	
40-42	Einspannung von Rohling 7b			Zentrierung 1		
42-43	Öffnen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
43-46	Heben von Greifer 2			Greifer 2		
46-130	Walzprozeß 1			Walze 1	Walze 2	Rohling 7b
130-133	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2		
133-135	Schießen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
135-137	Lösen der Einspannung			Zentrierung 1		
137-142	Heben von Greifer 2			Greifer 2	Halbzeug 7a	
142-147	180° Drehung von Halbzeug 7a			Greifer 2	Halbzeug 7a	
147-149	horizontales Verfahren von Greifer 2			Laufwagen 2	Greifer 2	Halbzeug 7a
149-154	Abzinken von Greifer 2			Greifer 2		
154-156	Einspannung von Halbzeug 7a			Zentrierung 1		
156-157	Öffnen der Greiffinger			Greiffinger 5 und 6	Greiffinger 7 und 8	
157-160	Heben von Greifer 2			Greifer 2		

Bild 9: Zeitablaufplan für Animationsobjekte [2]

Nach der Scripterstellung erfolgt die Objektmodellierung, wobei das Script Anforderungen an die zu modellierenden Objektgruppen vorgibt, da alle zu bewegendende Teile möglichst mit den im Script definierten Objektamen und Eigenschaften übereinstimmen müssen (s. Bild 10).

bel) in bestimmten Szenen vorgesehen, werden diese durch spezielle Einstellungen im Menübereich der Umgebungsparameter erzeugt.

Im nächsten Arbeitsschritt werden mittels einer umfangreichen Auswahl an Materialoberflächen und Texturen die als Volumenmodelle erstellten Objekte ihren in der Realität existierenden Originalen bzgl. einer möglichst

Im nachhinein können innerhalb der Animationserstellung in einer speziellen Spuransicht, die sämtliche Modifikationsparameter für Objekte, Klang, Umgebung und Szenenmaterialien enthält, noch Änderungen vorgenommen werden. So ist z. B. die Drehzahl des Spannfutters der CNC-Drehmaschine durch Verändern des Drehwinkels im unveränderten Zeitbereich

