

# Schnelle Kurven- und Flächendarstellung auf grafischen Sichtgeräten

Technischer Bericht Nr. 178  
des Heinrich-Hertz-Instituts  
• Berlin-Charlottenburg •

von  
Dipl.-Ing. Wolfgang Straßer

Vom Fachbereich 20 (Kybernetik)  
der Technischen Universität Berlin  
zur Verleihung des akademischen Grades  
Doktor-Ingenieur  
genehmigte Dissertation

Berlin 1974

D 83



# Schnelle Kurven- und Flächendarstellung auf grafischen Sichtgeräten

von  
Dipl.-Ing. Wolfgang Straßer

Vom Fachbereich 20 (Kybernetik)  
der Technischen Universität Berlin  
zur Verleihung des akademischen Grades  
Doktor-Ingenieur  
genehmigte Dissertation

Berlin 1974

D 83



Berichter: Prof. Dr.-Ing. W. Giloi

Prof. Dr.-Ing. H. Liebig

Vorsitzener: Prof. Dr.-Ing. P. Rechenberg

Eingereicht am 26. April 1974

Mündliche Prüfung am 5. September 1974

2153  
P

88 G

## INHALTSVERZEICHNIS

=====

1. <u>Zusammenfassung</u>	1- 1
2. <u>Einleitung</u>	2- 1
3. <u>Mathematische Verfahren zur Flächenbeschreibung</u>	3- 1
3.1 <u>Parameterdarstellung</u>	3- 1
3.2 <u>In Computer Graphics angewandte Flächen</u>	3- 5
3.2.1 Analytisch gegebene Flächen	3- 6
3.2.2 Empirisch gegebene Flächen	3-13
3.3 <u>Interpolation</u>	3-23
3.3.1 Lagrange-Interpolation	3-24
3.3.2 Hermite-Interpolation	3-28
3.3.3 Bikubische Splines	3-33
3-3-4 Gebrochen rationale kubische Funktionen	3-34
3.4 <u>Approximation</u>	3-37
3.4.1 Bézierapproximation	3-37
3.4.2 B-Spline-Approximation	3-50
3.4.2.1 Eigenschaften der B-Splines	3-50
3.4.2.2 B-Spline-Kurven und -Flächen	3-59
3.4.2.3 Interpolation mit B-Splines	3-78
4. <u>Vermittlung eines dreidimensionalen Eindrucks</u>	4- 1
4.1 <u>Perspektive</u>	4- 1
4.2 <u>Rotation</u>	4- 3
4.3 <u>Helligkeitssteuerung</u>	4- 3
4.4 <u>Steuerung der Linienstärke</u>	4- 4
4.5 <u>Schattieren von Flächen</u>	4- 5

5. <u>Hardware</u>	5- 1
5.1 <u>Digitaler Vektorgenerator DVG</u>	5- 1
5.2 <u>Digitaler Kreisgenerator DKG</u>	5- 7
5.3 <u>Digitaler Matrizenmultiplizierer DMM</u>	5-19
5.3.1 (4x4) Matrixspeicher	5-21
5.3.2 16x16 bit Multiplizierer	5-21
5.3.3 Akkumulator und Ergebnisspeicher	5-22
5.4 <u>Digitaler Dividierer</u>	5-23
5.4.1 Division mit zweidimensionaler Schaltkette	5-23
5.4.2 Kombiniertes Dividierer-Multiplizierer DMD	5-27
5.4.3 Iteratives Divisionsverfahren	5-31
5.4.4 Modifiziertes iteratives Divisionsverfahren	5-36
5.5 <u>Verbesserter Matrizenmultiplizierer</u>	5-41
5.6 <u>Kurven- und Flächenberechnung</u>	5-42
5.6.1 Differenzenverfahren	5-42
5.6.1.1 Differenzenverfahren ohne DVG	5-47
5.6.1.2 Differenzenverfahren mit DVG	5-48
5.6.2 Matrizenmultiplikation	5-49
5.7 <u>Modulare Display Hardware</u>	5-51
6. <u>Zukünftige Arbeiten</u>	6- 1
7. <u>Literaturverzeichnis</u>	7- 1

#### Annang

A Schneller DAU mit Halteverstärker für die Displayablenkung

B Spiralgenerator für variable Linienstärke

Lebenslauf

## 1. Zusammenfassung

Für die Anwendung beim interaktiven Entwurf von Kurven und Flächen auf grafischen Sichtgeräten werden im ersten Teil der Arbeit bekannte mathematische Verfahren in einer kompakten, einheitlichen Matrixschreibweise dargestellt. Als neues Verfahren wird die B-Spline-Approximation hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Möglichkeiten für den rechnergestützten Entwurf untersucht und an Beispielen erläutert. Die B-Spline-Approximation erweist sich nicht nur als das universellste und am leichtesten zu handhabende mathematische Verfahren, sondern ist auch für eine Hardware-Erzeugung von Kurven und Flächen am besten geeignet. Ein neues Verfahren zur Schattierung von Flächen in Echtzeit wird angegeben und durch Bilder belegt. Im zweiten Teil werden unter Berücksichtigung neuer Bauelemente digitale Komponenten für einen Displayprozessor angegeben: Vektorgenerator, Kreisgenerator, Matrizenmultiplizierer, Dividierer, Kurven- und Flächengenerator.

