AUF DER HEFT-CD

Demo-Programmierung unter Windows 95/98/NT

Lifting für Logos

Ein einfacher Schriftzug oder das verstaubte Firmenlogo erstrahlen mit wenigen trickreichen Logoeffekten in neuem Glanz.

CARSTEN DACHSBACHER

Nach der Spieleprogrammierung der letzten Ausgaben liegt der Schwerpunkt dieser Ausgabe wieder bei den klassischen Demos. Sie werden als Designer tätig und gestalten professionelle Grafiklogos. Dazu lernen Sie verschiedene Effekte kennen, mit denen Sie diese Logos eindrucksvoll in Szene setzen. In diesem Zusammenhang steigen Sie in die Assembler-Programmierung mit MMX-Befehlen ein.

Licht-Logo

Vielleicht kennen Sie die Logos am Anfang einiger Computerspiele, die den beleuchteten Schriftzug des Herstellers zeigen. Mit einem solchen Effekt beginnen Sie Ihre Tätigkeit als Logo-Designer. Dabei soll sich eine Lichtquelle hinter einem Schriftsatz, einem Bild oder einem sonstwie gestalteten Logo hin- und herbewegen.

Das allein wäre allerdings unspektakulär. Deshalb soll diese Lichtquelle sichtbare Lichtstrahlen aussenden, die je nach Strahlungsrichtung durch die durchsichtigen Stellen des Logos hindurchscheinen bzw. an den undurchsichtigen Stellen absorbiert werden (siehe Bild unten).

Den angesprochene Effekt können Sie relativ leicht in 3D programmieren. Auf der Skizze auf S. 220 erkennen Sie ein zweidimensionales Logo, das auf der x/y-Ebene steht. Die Lichtquelle befindet sich im Halbraum der positiven z-Achse (also in dem Teil des Raums mit positiven z-Koordinaten). Der Betrachter steht gegenüber auf der negativen z-Achse.

Anhand dieser Vorstellung können Sie das Problem wie folgt beschreiben: Vorgegeben sind die Position der Lichtquelle und die Richtung eines Lichtstrahls. Eine Position und eine Richtung definiert eine Halbgerade, deren Schnittpunkt mit der x/y-Ebene Sie berechnen können. Befindet sich an dieser Stelle ein Pixel des Logos, endet der Lichtstrahl an dieser undurchsichtigen Stelle. Sonst setzt das Licht seinen Weg fort, und der Strahl ist vor dem Logo zu sehen. Mit Hilfe der Schnittpunkte stellen Sie nicht nur fest, ob der Strahl absorbiert wird oder nicht. Sie dienen auch dazu, einen Lichtstrahl in den hinter dem Logo befindlichen Teil und den eventuell vorhandenen Teil davor aufzuteilen.

Damit die Lichtstrahlen nicht unnatürlich wirken, weisen Sie ihnen zu Beginn per Zufallsgenerator eine zufällige Länge zu. Diese Längenangaben fließen dann in die Richtungsvektoren der einzelnen Strahlen ein. Die Farbe der Lichtstrahlen erhalten Sie aus ihrer Richtung und einer zufälligen Abweichung.

Im mathematischen Fachjargon formulieren Sie die bisherigen Überlegungen wie folgt:

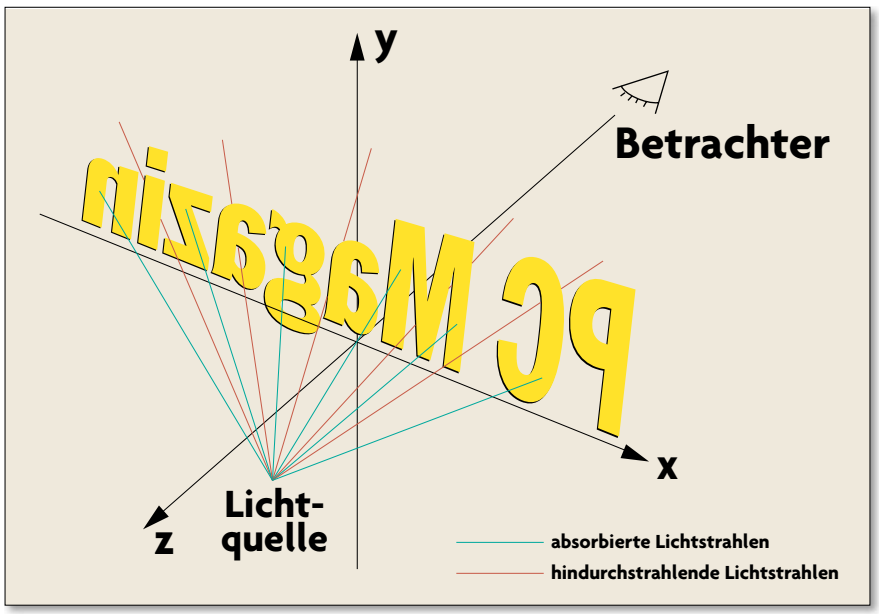
```
Position der Lichtquelle:
  (lx, ly, lz)
Richtung des Strahls:
  (rx, ry, rz)
Schnittpunkt:
  (sx, sy, sz)
```

Den Schnittpunkt des Strahls mit der x/y-Ebene berechnen Sie nun ganz einfach:

```
t = 0.0 - lz / rz;
sx = lx + t * rx;
sy = ly + t * ry;
// sz = 0.0, da Schnittpunkt
// mit xy-Ebene
sz = 0.0;
```

Interessant für die Schnittpunkte sind nur die Geradengleichungen, bei denen der Wert *t* größer als 0 ist: Bei einem negativen Wert *t* würden die Halbgeraden vom Betrachter wegzeigen und könnten deshalb keinen Schnittpunkt mit der x/y-Ebene besitzen.

Außerdem müssen Sie darauf achten, daß der Lichtstrahl nur eine gewisse Länge besitzt. Wenn Sie den Schnittpunkt der Ebene mit der Halbgeraden eines Lichtstrahls berechnen, darf der



DER SCHRIFTZUG, hier aus der Sicht der Lichtquelle, absorbiert einen Teil der ausgesendeten Lichtstrahlen.

Schnittpunkt nicht weiter entfernt sein, als der Lichtstrahl lang ist. Schneidet ein Lichtstrahl die x/y-Ebene gar nicht, liegt der Strahl vollständig hinter dem Logo.

An dieser Stelle haben Sie entweder festgestellt, daß ein Lichtstrahl keinen Schnittpunkt mit der x/y-Ebene hat, oder Sie haben diesen berechnet. Das wiederum bedeutet, daß Sie nun einen (Teil-) Strahl kennen, der eindeutig hinter dem Logo liegt: Der Strahl von *(lx, ly, lz)* nach *(sx, sy, sz)*. Alle Strahlen, die Sie so bestimmt haben, speichern Sie in einer Liste. Mit ihrer Hilfe zeichnen Sie später die Strahlen auf den Bildschirm.

Mit *sx* und *sy* können Sie die Koordinaten des Pixels im Logo berechnen, der am Schnittpunkt liegt. Dazu addieren Sie die halbe Bildschirmbreite und -höhe, wenn Sie die Mitte des Logos im Ursprung des Koordinatensystems annehmen:

```
int x = SCREEN_X/2+sx;
int y = SCREEN_Y/2+sy;
```

Nun überprüfen Sie noch, ob an dieser Stelle ein Pixel gesetzt ist oder die Koordinaten auf eine Position innerhalb der Logo-Bitmap zeigen. Bei folgenden Berechnungen verwenden Sie eine Logo-Bitmap, die die gleichen Ausmaße wie die Bildschirmauflösung aufweist (also eine Breite von *SCREEN_X* und eine Höhe von *SCREEN_Y* Pixel):

```
if (((ix>=0) &&
  (ix<=SCREEN_X) &&
  (iy>=0) &&
  (iy<=SCREEN_Y)) &&
  (logo[ix+iy*SCREEN_X]==0))
{
  // Vorderen Teil des Strahls
  // berechnen
  ...
}
```

Von dem Teil des Lichtstrahls, der sich vor dem Logo befindet, kennen Sie den Start- und Endpunkt: Er beginnt am Schnittpunkt des Strahls mit der Ebene und endet in dem Punkt, den Sie durch Addition des Richtungsvektors des Strahls mit dem Ortsvektor der Lichtquelle erhalten. Auch diese Information speichern Sie zunächst in einer Liste.

Lichtstrahlen zeichnen

Da sich der Betrachter immer auf der negativen z-Achse befindet, können Sie die dreidimensionalen Koordinaten mit einer einfachen Perspektivtransformation in zweidimensionale Bildschirmkoordinaten umrechnen. Dies geschieht mit der folgenden Formel, wobei *v3d* der dreidimensionale und *v2d* analog dazu der zweidimensionale Vektor ist. Als Koordinatensystem liegt hierbei jeweils die Bildschirmebene zugrunde:

```
// 1000.0f ist empirisch
// ermittelter Projektionsfaktor
inverse_z=
  1000.0f/(v3d.z+1000.0f);
v2d.x=
  v3d.x*inverse_z+SCREEN_X/2;
v2d.y=
  v3d.y*inverse_z+SCREEN_Y/2;
```

Mit dieser Formel projizieren Sie alle berechneten Lichtstrahlen auf die Betrachterebene, also auf den Bildschirm. Mit den so gewonnenen Koordinaten können Sie die Lichtstrahlen einfach als Geraden auf den Bildschirm bringen. Zuerst zeichnen Sie alle Linienabschnitte, die hinter dem Logo liegen. Danach stellen Sie das Logo selbst dar und zu guter Letzt die vor dem Logo liegenden Strahlen.

Um eine Linie zu zeichnen, gibt es viele Ansätze, doch genügt ein relativ einfacher Algorithmus. Damit die Linien über den Bildschirmrand hinausgehen können, müssen Sie sie vorher abschneiden (sogenanntes Clipping).

Clipping

Das Clipping von Linien scheint ein Lieblingsthema der Forscher auf dem Gebiet der 3D-Grafik zu sein. Entsprechend viele Algorithmen gibt es auch. Optimal geeignet ist der Algorithmus im Programm *LightLogo.cpp*, das Sie komplett auf der Heft-CD finden.

So gehen Sie vor: Sie teilen die Betrachterebene in neun verschiedene Gebiete ein. In der Mitte befindet sich der rechteckige Bildschirmbereich, umgeben von den unsichtbaren Bereichen. Diese befinden sich in Relation zum sichtbaren Bild links oben, oben, rechts oben, links, rechts, links unten, unten sowie rechts unten. Der Algorithmus prüft, in welchem dieser Bereiche eine Linie endet, sofern sie über den Rand hinausgeht. Für jeden einzelnen Fall stellt der Algorithmus einen speziell angepaßten Code zur Verfügung. Dies erhöht die Codegröße deutlich, birgt aber einen großen Geschwindigkeitsvorteil.

Um an dieser Stelle nicht zu weit in – für den eigentlichen Effekt eher nebensächliche – Details zu gehen, verweisen wir für weitere Einzelheiten auf den Sourcecode in der Datei *line.cpp*.

Linien zeichnen

Damit der Betrachter Lichtstrahlen auch als solche erkennt, genügt es nicht, sie einfach als einfarbige Linien zu zeichnen. Vielmehr sollten die Linien ein breites Farbspektrum aufweisen und breiter sein als ein Pixel. Bei der Überlappung von Linien mischen Sie die Farbe additiv, das heißt: Sie addieren die einzelnen Farbwerte. Als Ergebnis erhalten Sie immer einen helleren Ton als die beiden Ausgangsfarben. So führt eine additive Farbmischung vieler verschiedener Farben zu einem reinen Weiß.

Wie bereits erwähnt, folgt der Linienalgorithmus einem sehr einfachen Ansatz. Vor allem in Verbindung mit dem additiven Shading erfüllt er seinen Zweck. Eine zu zeichnende Linie sei durch ihre zwei Endpunkte (x0, y0) und (x1, y1) gegeben. Dann berechnen Sie zunächst die maximale Länge der Linie entlang der x- und der y-Achse:

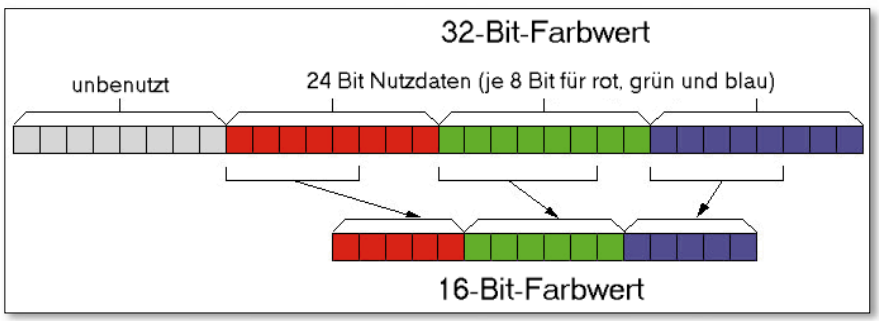
```
int Laenge=
  max(abs(x1-x0), abs(y1-y0));
```

Wenn Sie nun für jeden Schritt entlang des längeren Achsenabschnitts die Koordinaten von (x0, y0) nach (x1, y1) interpolieren wollen, benötigen Sie noch die Inkremente:

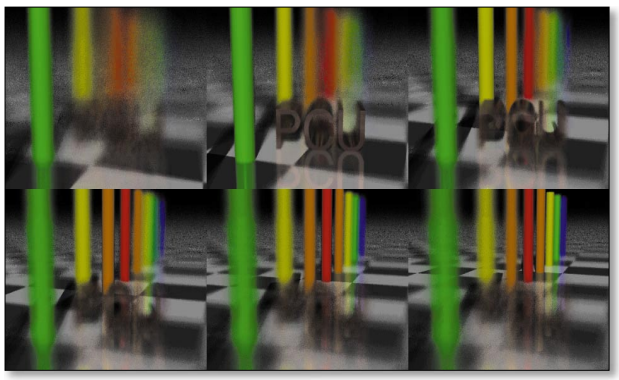
```
float dx=(x1-x0)/Laenge;
float dy=(y1-y0)/Laenge;
```

Damit könnten Sie eine einfache Linie bereits mit folgender Schleife zeichnen:

```
x=x0;
y=y0;
while (Laenge-- > 0)
{
  DrawPixel(x, y);
```



DURCH DAS MASKIEREN UND VERSCHIEBEN einiger Bits rechnen Sie 32-Bit-Farben in 16-Bit-Farben um.



DIE SCHÄRFEEBENE wandert in dieser Bildsequenz von vorne bis ganz nach hinten.

```
    x+=dx;
    y+=dy;
}
```

Im Vergleich zu schnelleren Linienalgorithmen setzen Sie bei diesem Verfahren eventuell zu viele Pixel. Da die Lichtstrahlen aber eine gewisse Farbe und Helligkeit mitbringen und sich diese bei überlagerten Lichtstrahlen additiv mischen, ist dies der Darstellungsqualität nur zuträglich.

Um dickere Linien zu erhalten, setzen Sie nicht einfache Pixel, sondern zeichnen additiv einen kleinen (4 x 4 Pixel großen) Bereich. Diese kleinen Objekte nennt man auch Shadebobs.

Shadebobs zeichnen

Dieser Demoeffekt arbeitet – abgesehen vom Zeichnen des Logos – fast ausschließlich mit additivem Shading. Deshalb sollten Sie an dieser Stelle einen Blick auf die Vorteile von MMX-Befehlen beim Einsatz einer Farbtiefe von 32 Bit werfen. Da die verwendete Demobibliothek *demosys.cpp* mit 16 Bit Farbtiefe arbeitet (was aufgrund der Abwärtskompatibilität nicht geändert werden soll), müssen Sie das Resultat danach wieder von 32 auf 16 Bit Farbtiefe reduzieren.

Das Prinzip von MMX (Multimedia Extensions) ist es, auf mehrere verschiedene Werte dieselbe Instruktion anzuwenden. Diese Werte liegen alle zusammen in einem 64 Bit breiten MMX-Register. Zum Beispiel können Sie in solch einem Register vier 16-Bit-Wörter ablegen und diese dann – jedes für sich – mit einem einzigen Befehl nach links oder rechts shiften. Dieses zugrundeliegende Prinzip heißt SIMD (Single Instruction Multiple Data).

Bei einem 32-Bit-Farbwert, wie Sie ihn verwenden, sind die einzelnen Bits wie im Bild auf S. 217 verteilt. Beim additiven Shading zweier Farbwerte addieren Sie jeweils die Rot-, Grün- und Blauanteile. Falls ein solches Zwischenergebnis den maximal mit 8 Bit darstellbaren Wert 255 überschreitet, setzen Sie es auf eben diesen Wert.

Ihr Vorgehen sieht in Pseudocode also folgendermaßen aus:

```
Farbe1: (r1, g1, b1)
Farbe2: (r2, g2, b2)

Resultat:
r=min(255, r1+r2)
g=min(255, g1+g2)
b=min(255, b1+b2)
```

Sehr entgegenkommend ist an dieser Stelle MMX, da es einen Befehl zur Verfügung stellt, der genau diese Aufgabe erledigt: *paddusb* (vgl. dazu die Tabelle auf der rechten Seite unten).

Da sich der Befehl über 64 Bit „erstreckt", bearbeiten Sie damit sogar zwei Pixel gleichzeitig. Ein Teil des Shadebob-Codes könnte also so aussehen (dieser Code zeichnet zwei Pixel additiv):

```
;edi-Register mit Adresse
;des 32 Bit Grafikbildes laden
mov edi, [screen32]
;Berechnung von:
;eax=Y*SCREEN_X+X
mov eax, [y_koordinate]
mov ecx, SCREEN_X
mul ecx
add eax, [x_koordinate]
;mal 4, da 32-Bit-Werte
shl eax, 2
;und auf edi addieren
add edi, eax
;64 Bit (zwei Farb-
;werte) in das
;mm0-Register lesen
movq mm0, [edi]
;additiv shaden
paddusb mm0,
➥ [zwei_additive_
➥ farbwerte]
;zurückschreiben
movq [edi], mm0
```

Wie Sie sehen, stellt MMX gerade für solche Operationen sehr mächtige Befehle zur Verfügung. Additives Shading mit herkömmlichen Befehlen läßt sich in 32 Bit nur sehr umständlich realisieren, oder Sie müssen dafür einen hohen Rechenaufwand in Kauf nehmen. Bei 16-Bit-Werten könnten Sie mit einer Look-Up-Tabelle arbeiten.

Da Sie beim additiven Shading mit MMX-Befehlen 32-Bit-Farbwerte verwenden, müssen Sie diese in 16-Bit-Werte konvertieren. Im Bild auf S. 217 sehen Sie, welche Bitverschiebungen dazu nötig sind. Intel bietet auf seinen Internet-Seiten unter

```
www.intel.com
```

verschiedene MMX-Anwendungsbeispiele für Entwickler, darunter auch eines mit der gesuchten Funktionalität. Dieses Programm maskiert jeweils die obersten 5 bzw. 6 Bit eines Farbkanals im 32-Bit-Farbwert aus und schiebt sie an die entsprechende Stelle des resultierenden 16-Bit-Werts.

Die entsprechende Routine finden Sie angepaßt im Quellcode des Demoeffekts. Mehr über ein paar ausgewählte MMX-Befehle lesen Sie in der Textbox unten.

AUSGEWÄHLTE MMX-BEFEHLE

MMX-Befehle arbeiten nach dem SIMD-Prinzip (Single Instruction Multiple Data). Das bedeutet, daß Sie mit einem Befehl mehrere in einem Register gespeicherte Werte nach der gleichen Methode behandeln. Dabei stehen Ihnen acht Register (*mm0* bis *mm7*) zur Verfügung, wobei Sie allerdings keine Floating-Point-Operationen innerhalb von MMX-Code durchführen dürfen. Befehlsreferenzen und Beispiel-Sourcecodes finden Sie unter

```
www.intel.com
```

Befehl	Bedeutung
movd/movq	Double/Quad-Word (32 oder 64 Bit) lesen/schreiben
pand	Bitweises Und
por	Bitweises Oder
psrld	Packed Shift Right Logical Double: Die 32-Bit-Werte im Register werden logisch nach rechts verschoben.
packssdw	packt die 32-Bit-Werte aus zwei Registern in 16-Bit-Werte eines Registers.
paddusb/w/d	Addition mit Saturation (Sättigung)
emms	muß am Ende von MMX-Codeteilen aufgerufen werden, um die Register wieder für nachfolgende Float-Operationen „freizugeben".

Weitere Features

Die Lichtquelle wäre relativ langweilig, wenn die Lichtstrahlen immer in dieselbe Richtung zeigen würden. Für Abwechslung sorgt eine einfache Drehung aller Richtungsvektoren mit Drehwinkeln, die Sie am besten abhängig von der Zeit berechnen. Damit verpassen Sie der Lichtquelle eine viel interessantere Bewegung und eine Farbänderung, da sich die verschieden eingefärbten Lichtstrahlen jetzt auch in anderen Konstellationen überlappen.

Während Sie das Bild konvertieren, können Sie noch einen weiteren Effekt zu den Lichtstrahlen hinzufügen: Wenn die Lichtquelle direkt in das Auge des Betrachters scheint, er also eigentlich geblendet wird, erhöhen Sie die Helligkeit des ganzen Bildes. Das erreichen Sie ganz einfach, indem Sie zu jedem gelesenen 32-Bit-Wert einen Grauwert addieren. Die Helligkeit dieses Werts bestimmen Sie je nach Sichtbarkeit der Lichtquelle. Je mehr Lichtstrahlen den Betrachter direkt ins Auge treffen, um so heller der Grauwert.

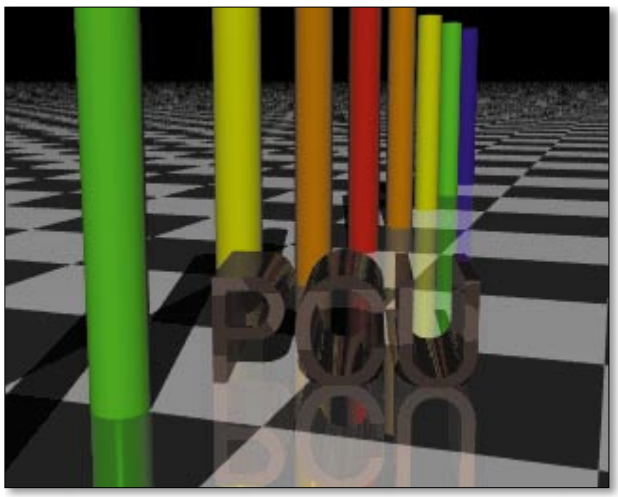
Die Intensität der Blendung berechnen Sie zum Beispiel, indem Sie die zweidimensionalen Koordinaten der Lichtquelle betrachten und überprüfen, wie viele Pixel in der Umgebung dieser Position vom Logo verdeckt werden oder sichtbar sind. Je mehr ungesetzte Pixel sich dort befinden, desto stärker hellen Sie das Bild auf.

Die zweidimensionalen Koordinaten erhalten Sie durch die oben vorgestellte Projektionsformel. Der Code in den folgenden Zeilen verwendet eine 4 x 4 Pixel große Umgebung der Lichtquelle als Maß der Helligkeit:

```
//Adresse des Pixels, hinter
//dem die Lichtquelle liegt
int adr=
  light2dx+light2dy*SCREEN_X;
adr-=SCREEN_X*4-4;

int helligkeit=0;
for (int j=0; j<8; j++)
{
  for (int i=0; i<8; i++)
  {
    if (logo[adr]==0)
      helligkeit++;
    adr++;
  }
  adr+=SCREEN_X-i;
}
```

Den Farbwert, mit dem Sie das Bild aufhellen, erhalten Sie wie folgt:

```
int64 flashlight;

int temp=helligkeit*4;
//ersten Farbwert verdoppeln,
flashlight=(temp<<16) |
   (temp<<8) | temp;

// damit zwei 32 Bit Werte in
//einem 64-Bit-Wert stehen
flashlight|=flashlight<<32;
```



IN DIESEM BILD IST DER GESAMTE RAUM scharf, nicht nur eine ganz bestimmte Ebene.

Blenden- und Fokussierungseffekte

Wenn Sie sich mit Fotografie beschäftigen, vielleicht sogar eine Spiegelreflexkamera besitzen, wissen Sie um die Probleme der Linsenabbildungen und kennen den folgenden Demoeffekt vielleicht schon aus der Realität. Um ein Foto mit einer sehr hohen Tiefenschärfe zu erzielen (das heißt, es sollen sowohl nahe als auch weit entfernte Gegenstände scharf zu erkennen sein), muß die Blende eines Fotoapparats so weit wie möglich geschlossen sein. Dieser Vorgang heißt Abblenden.

Noch einmal für Nicht-Fotografen: Die Öffnung, durch die das Licht auf das Filmmaterial fällt, soll klein sein. Vielleicht haben Sie ja schon einmal eine Lochkamera gebastelt und festgestellt, daß das Bild schärfer wird, je kleiner Sie das Loch stanzen. Aus dem gleichen Grund kneifen Sie auch Ihre Augen zu, wenn Sie etwas noch schärfer sehen möchten. Den dadurch erkauften geringeren Lichteinfall gleichen Sie beim Fotografieren mit einer längeren Belichtungszeit und beim Blinzeln mit erweiterten Pupillen aus.

Wenn Sie es genau umgekehrt machen, also die Blende Ihrer Kamera weit öffnen, sehen Sie auf dem Foto nur das genau fokussierte Objekt scharf. Mit dieser Technik heben Sie zum Beispiel ein porträtiertes Gesicht vom unscharfen Hintergrund ab.

Das Programm, mit dem Sie die Schärfentiefe variieren, ist lediglich ein kleiner Mehrzeiler. Die Bilderfolge links oben zeigt Ihnen verschiedene Fokussierungsebenen, auf die „scharf gestellt“ wurde: Der Schärfebereich bewegt sich dabei von den vorderen Säulen über den Schriftsatz bis zu den hinteren Säulen. Die gleiche Szene sehen Sie im Bild oben, diesmal mit perfekter Tiefenschärfe. Die fehlenden Bilder für einen fließenden Übergang von einer Schärfeebene zur nächsten berechnen Sie mit einer einfachen linearen Interpolation.

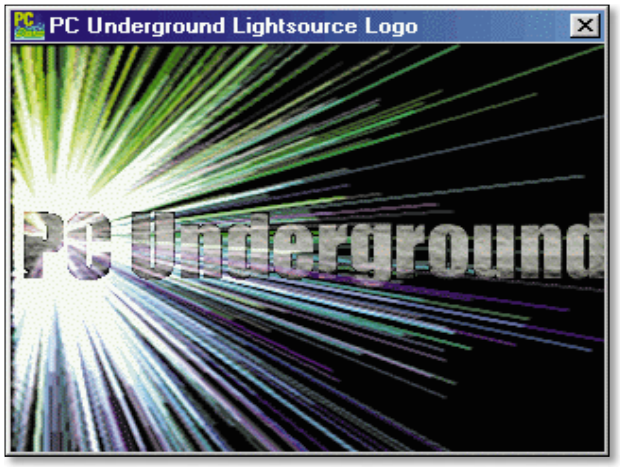
Auch das hört sich schwieriger an, als es eigentlich ist. Wenn Sie die gezeigten Bilder der Reihenfolge nach durchnumerieren, können Sie die fehlenden Bilder dazwischen durch Kommazahlen angeben. Um zum Beispiel das Bild mit dem Indexwert 2,3 zu erhalten, berechnen Sie für jedes Pixel aus dem zweiten und dritten Bild die dazugehörige Mischfarbe.

Diese Mischfarbe erhalten Sie, indem Sie die Rot-, Grün- und Blaukomponenten der jeweiligen Pixel mit der entsprechenden Gewichtung multiplizieren und addieren:

```
Nummer des Vorgänger-Bildes:
2.3 abgerundet, also 2

Nummer des Nachfolger-Bildes:
2.3 aufgerundet, also 3
```

DER MMX-BEFEHL *PADDUSB*

Kürzel	Bedeutung	Erklärung
p	packed	viele Werte in einem Register
add	addition	Werte werden addiert
u	unsigned	Werte ohne Vorzeichen
s	saturation	Werte werden bei Überlauf auf maximale Werte gesetzt
b	byte	Befehl soll einzelne Bytes behandeln



ÜBERLAPPENDE LICHTSTRAHLEN erhalten durch additive Mischung einen noch helleren Farbton.

```
Faktor für das Vorgänger-Bild:
1.0-(2.3-2) = 0.7 = 70 %

Faktor für das Nachfolger-Bild:
2.3-2 = 0.3 = 30 %
```

Es ist auch für diesen Effekt wieder sinnvoll, wenn Sie die Bilder mit den verschiedenen Fokussierungsstufen in TrueColor (also 32 Bit pro Pixel) im Speicher behalten. Das Beispielprogramm konvertiert die Bilder dann anschließend beim Programmstart in dieses Format.

Nun durchlaufen Sie in einer Schleife alle Pixel der Bilder und berechnen die Mischfarbe. In unserem Beispiel besitzt *mix* den Wert 0.3, *source1* zeigt auf das zweite Bild und *source2* auf das dritte Bild:

```
//Faktoren in den
Bereich
//von 0 bis 255
skalieren
//zwecks Integera-
rithmetik

int factor1=
  (int)((1.0f-
mix)*255.0f);
int factor2=

(int)(mix*255.0f);

for (int i=0; i<An-
zahlPixel;
  i++)
{
  unsigned long c1,
c2;
  int r, g, b;

  c1=source1[i];
  c2=source2[i];

  //Rot-, Grün- und
Blauwerte
  //mischen
  //Der Shift-Befehl „>>8“ am
  //Zeilenende macht die
  //Skalierung rückgängig
  r=((c1>>16)*factor1+
    (c2>>16)*factor2)>>8;

  g=(((c1>>8)&255)*factor1+
    ((c2>>8)&255)*factor2)>>8;

  b=((c1&255)*factor1+
    (c2&255)*factor2)>>8;

  //Und 16 Bit Wert auf den
  //Bildschirm bringen
  screen[i]=Rtab[r] |
    Gtab[g] | Btab[b];
}
```

Eine Frage ist noch offen: Woher nehmen Sie die vorberechneten Bilder? Die in unserem Beispiel verwendeten Grafikdateien haben wir mit dem frei erhältlichen POV-Raytracer Persistance of Vision berechnet. Er verfügt über einen großen Funktionsumfang und kann Bilder mit Tiefenschärfe berechnen. Die Definition einer 3D-Szene legen Sie dabei je nach verwendetem Tool mit Hilfe einer Skriptsprache fest, oder Sie generieren sie mit einem Editor. Die Skriptdatei zu unserer Testszene finden Sie ebenfalls bei den Quelltexten auf der Heft-CD.

Das Raytracing-Programm einschließlich Beispielszenen, Anleitungen, Editoren und allem, was dazugehört, bekommen Sie völlig umsonst im Internet unter

`www.povray.org`

Einblicke in die Arbeitsweise eines solchen Raytracers erhalten Sie in einer der kommenden Ausgaben, wenn wir in der Rubrik PC Underground einen mehrteiligen Workshop zum Thema Strahlenrückverfolgung starten. Dabei werden Sie selbst ein komplettes Raytracing-Programm schreiben.

Nächsten Monat widmen wir uns den populären MP3-Musikdateien und zeigen Ihnen, wie Sie ein Plugin für den beliebten MP3-Player WinAmp programmieren. PEI

Die Quelltexte zu den Licht- und Schärfeeffekten an Logos finden Sie zusammen mit der zugrundeliegenden Grafikbibliothek auf unserer Heft-CD im Verzeichnis *praxis\pc-under* und in unserem Internet-Angebot unter

`www.pc-magazin.de/magazin/`
`➥extras.htm`

Klicken Sie unter *Online Extras* im Menü *Praxis* auf das entsprechende *Download*-Feld.

ARTIKEL AUS DEM UNTERGRUND

Wenn Sie sich über aktuelle Demopartys informieren oder Profi-Programmiertricks aus erster Hand erfahren möchten, haben wir einen heißen Tip für Sie: sogenannte Diskmags. Das sind modern gestaltete Zeitschriften, die es statt auf Papier als ausführbare Datei gibt. Diskmags blicken auf eine lange Tradition zurück und erfreuten sich vor allem in der Demoszene schon immer großer Beliebtheit.

DAS TITELBILD DES DISKMAGS HUGI kann sich mit renommierten Modemagazinen messen.

Ein inzwischen sehr bekanntes und regelmäßig erscheinendes Diskmag ist *Hugi*. Darin finden Sie interessante Interviews, Artikel über alles, was mit der Demoszene zusammenhängt, und Programmierbeiträge sowie Tips für das Musizieren mit Tracker-Programmen. Diskussionen über die Szene, Betriebssysteme oder neue Technologien lockern das Magazin auf, welches in einen deutschen und einen internationalen Teil unterteilt ist.

Beim Lesespaß in der grafischen Umgebung berieselt Sie das *Hugi*-Diskmag mit angenehmer Hintergrundmusik aus *mod*- oder *xm*-Dateien. *Hugi* finden Sie im Internet unter

`http://home.pages.de/~hugi`

Mitarbeiten kann und soll bei solchen

DIE GRAFISCHE OBERFLÄCHE VON HUGI verzweigt in einen deutschen und einen internationalen Teil.

Diskmags jeder, der will. Wenn Sie mehr über die deutsche Demoszene erfahren wollen, besuchen Sie im Internet Relay Chat den Channel *#coders.ger*, der unter

`www.codersger.de`

ebenfalls seine eigene Homepage besitzt.