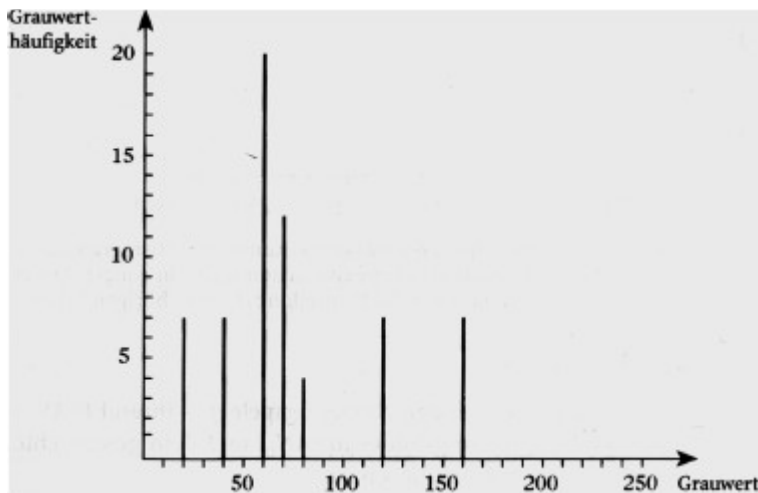


1. (a) Angenommen, im Bild

20	20	20	20	20	20	20	40
160	60	60	60	60	60	60	40
160	60	70	70	70	70	60	40
160	60	70	80	80	70	60	40
160	60	70	80	80	70	60	40
160	60	70	70	70	70	60	40
160	60	60	60	60	60	60	40
160	120	120	120	120	120	120	120

mit dem Histogramm (Achtung: hier absolute Häufigkeiten)



wären nur die Grauwerte von 60 bis 80 interessant. Daher soll dieser Bereich auf eine Spanne von 0 bis 250 abgebildet werden. dabei verschwinden sämtliche Grauwerte unterhalb von 60, während alle oberhalb von 80 auf 250 liegen.

Zeichnen Sie die Skalierungsfunktion, die Look-Up-Tabelle zur Realisierung der Skalierungsfunktion, das resultierende Bild und dessen Histogramm!

für  $GV_{in} > 80$ :  $GV_{out} = 250$

für  $GV_{in} \leq 80$  und  $GV_{in} \geq 60$ :

$$GV_{out} = (GV_{in} - 60) * \left( \frac{250 - 0}{80 - 60} \right) = (GV_{in} - 60) * \frac{250}{20} = (GV_{in} - 60) * 12,5$$

für  $GV_{in} < 60$ :  $GV_{out} = 0$

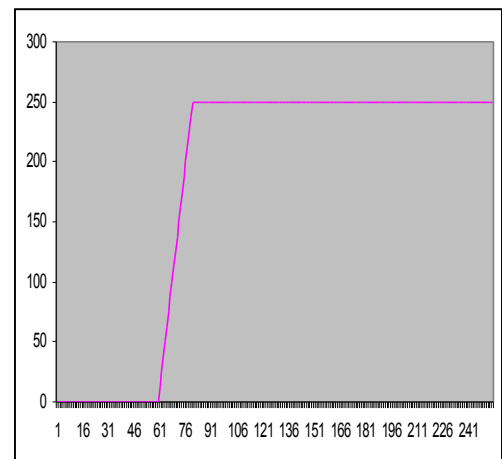
## Look-Up Tabelle:

$GV_{in}$	$GV_{out}$		Formel
160	250	↕	$GV_{out} = 250$
⋮	⋮		
81	250		
80	250	↕	$GV_{out} = (GV_{in} - 60) * 12,5$
⋮	⋮		
70	125		
⋮	⋮		
60	0	↕	$GV_{out} = 0$
59	0		
⋮	⋮		
0	0		

resultierendes Bild:

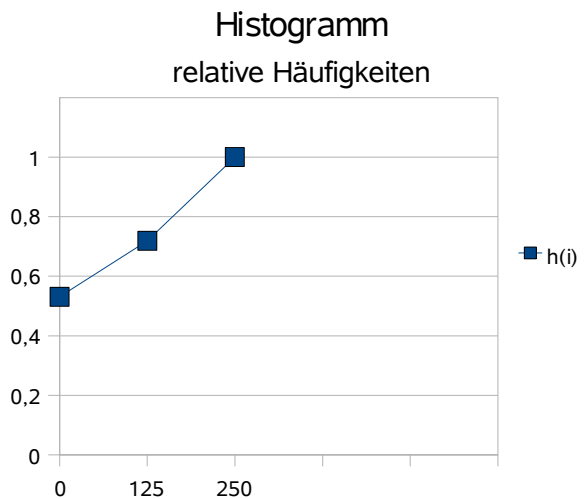
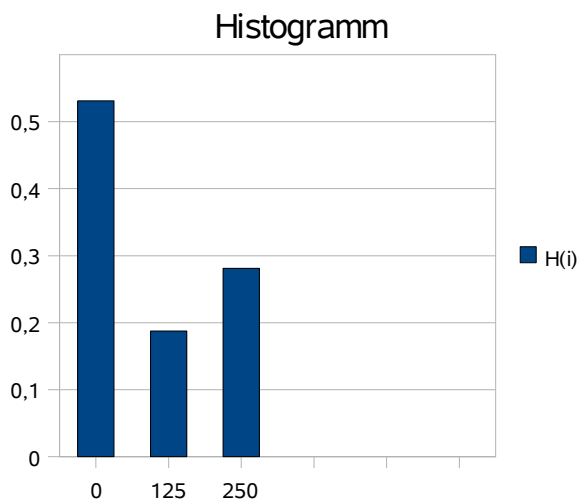
0	0	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	0	0
250	0	125	125	125	125	0	0
250	0	125	250	250	125	0	0
250	0	125	250	250	125	0	0
250	0	125	125	125	125	0	0
250	0	0	0	0	0	0	0
250	250	250	250	250	250	250	250

Skalierungsfunktion:



Histogramm:

$0=34, 125=12, 250=18$



(b) Anstatt die hohen und die niedrigen Grauwerte wie eben völlig zu neutralisieren, kann man alternativ den Kontrast dieser Grauwertbereiche verringern und den Kontrast des Bereichs von 60 bis 80 entsprechend anheben. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist die Hervorhebung des interessierenden Bereichs, ohne den Eindruck des Gesamtbildes zu verlieren.

„Verdichten“ Sie dem entsprechend den Grauwertbereich von 0 bis 60 auf 0 bis 30,

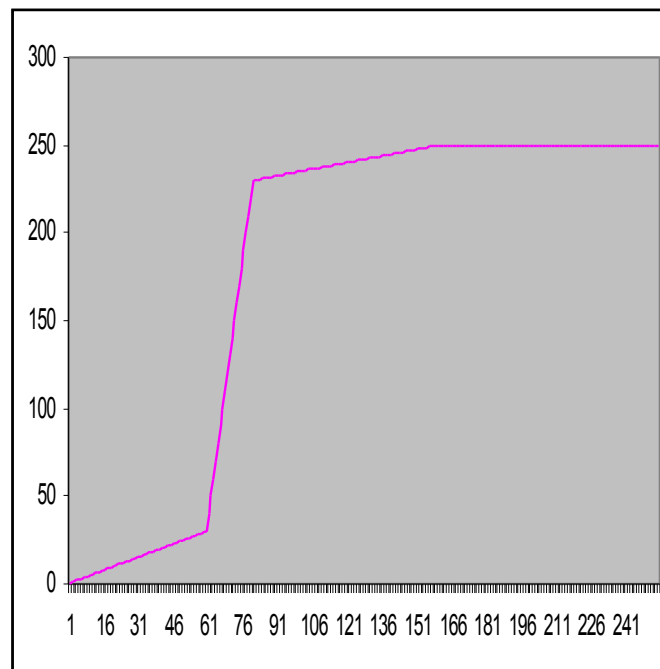
„erweitern“ Sie den interessierenden Bereich von 60 bis 80 auf 30 bis 230 und „verdichten“ Sie wiederum den oberen Bereich der Grauwerte von 80 bis 160 auf einen neuen Bereich von 230 bis 250.

Zeichnen Sie die Skalierungsfunktion!

### Look-Up Tabelle:

$GV_{in}$	$GV_{out}$		Formel
160	250	↕	$GV_{out} = (GV_{in} - 80) * \frac{1}{4} + 230$
⋮	⋮		
80	230	↕	$GV_{out} = (GV_{in} - 60) * 10 + 30$
80	230		
⋮	⋮	↕	$GV_{out} = GV_{in} * \frac{1}{2}$
70	130		
⋮	⋮	↕	
60	30		
60	30	↕	
⋮	⋮		
0	0	↕	

### Skalierungsfunktion:





## 2. Das Beispielbild:

0	1	3	3
0	1	3	4
1	1	3	4
1	3	4	4

mit der Grauwertmenge  $G = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$  hat als mittleren Grauwert  $m_s = 2.25$  und als mittlere quadratische Abweichung  $q_s = 2.0625$ .

Die Grauwerte sollen linear skaliert werden mit

$$g' = (g + c_1) * c_2$$

Welche Parameter sind nötig

(a) um das Bild vollautomatisch zu skalieren, so dass die Grauwertmenge voll ausgeschöpft würde?

Wenn die **Grauwertmenge** 0 bis 5 beträgt, so muss 6 durch die **aktuell ausgeschöpfte Menge** geteilt werden. Das Ergebnis wird zu jedem Grauwert multipliziert. Die Formel lautet demnach:

$$g' = g * \frac{5}{4}$$

(b) um das Bild so zu skalieren, dass das Ausgangsbild den mittleren Grauwert  $m_s = 3$  und als mittlere quadratische Abweichung  $q_s = 1$  hätte?

**Mittlerer Grauwert:**

Formel:  $g' = g * \frac{m_{sneu}}{m_{salt}}$

**Mittlere quadratische Abweichung:**

Formel:  $q_s' = c_2^2 * q_s$  und  $m_s' = c_2 * m_s + c_1 * c_2$

Umstellung der 2. Formel:  $m_s' = c_2 * (m_s + c_1)$  , also:  $c_2 = \frac{m_s'}{m_s + c_1}$

### 3. Matlab

Schreiben Sie jeweils eine Funktion

(a) die die Grauwerte eines Bildes mit vorgegebenen Parametern  $c_1$ ,  $c_2$  linear skaliert!

```
function linearscale = ls_2p( vector, c1, c2)
% lineare Skalierung des Vektors vector mit den Parametern c1 und c2

linearscale = (vector + c1) * c2
```

(b) die die Grauwerte eines Bildes linear so skaliert, dass vorgegebene Minimal- und Maximalwerte erreicht werden!

```
function linearscale = ls_mm( vector, arg_min, arg_max)
% lineare Skalierung des Vektors vector von arg_min bis arg_max

laenge = size(vector,1);

mini = vector(1, 1);
maxi = vector(1, 1);

for k=1:laenge
    for l=1:laenge
        if (mini > vector(k,l))
            mini = vector(k,l);
        end
        if (maxi < vector(k,l))
            maxi = vector(k,l);
        end
    end
end

vector = vector - mini

diff1 = arg_max - arg_min; % gewuenschter Wertebereich
diff2 = maxi - mini;      % vorliegender Wertebereich

linearscale = vector * (diff1 / diff2) + arg_min;
```

(c) eine Funktion zur Histogrammebnung (nach dem Vorgehen in der Vorlesung) und vergleichen Sie das Ergebnis mit der in Matlab eingebauten Funktion!

Lassen Sie sich für alle Funktionen jeweils das Ergebnisbild, die Skalierungsfunktion und das Histogramm des Ergebnisbildes anzeigen.

```
function ergebnis = histoebnen()
% Transformation der Grauwerte auf Gleichverteilung

% alles loeschen
clear
close all

% Bild laden
bild = imread('lena_std_sw.png');
zeilenspalten = size(bild); % Zeilen und Spalten des Bildes auslesen
vector = double(bild);

maximum = max(max(vector));
minimum = min(min(vector));

% Grauwertebereich auf 0-255 strecken
vector = vector - minimum;
diff = maximum - minimum;
```

```

vector = vector * (255 / diff);

bild1 = uint8(vector);

figure('Name','Original'), set(gcf,'Color','white'); set(gca, 'Box','off');
imshow(bild);

figure('Name','linear skalierte Grauwerte'), set(gcf,'Color','white'); set(gca,
'Box','off');
imshow(bild1);

[absHaeufig1, Grauwert] = imhist(bild1);
figure('Name','absolute Haeufigkeiten Bild 2'), absHaeufig1;

figure('Name','Histogramm relative Haeufigkeiten 2');
stairs(Grauwert,absHaeufig1), xlim([0 255]);
print -r600 -depsc lena_relhist

% Histogramm endgueltig ebnen
f_n = zeros(maximum,1);
p_s = imhist(bild);
h_s = zeros(maximum, 1);

for g=minimum:maximum
    if (g == minimum)
        h_s(g) = p_s(g);
    else
        h_s(g) = h_s(g-1) + p_s(g);
    end
    f_n(g) = h_s(g) / (zeilenspalten(1) * zeilenspalten(2)) * 255;
end

bild2 = vector;

for zeile=1:zeilenspalten(1)
    for spalte=1:zeilenspalten(2)
        if (uint8(bild2(zeile, spalte)) > 0)
            if (uint8(bild2(zeile, spalte)) > max(size(f_n)))
                bild2(zeile, spalte) = f_n(max(size(f_n)));
            else
                bild2(zeile, spalte) = f_n(uint8(bild2(zeile, spalte)));
            end
        else
            bild2(zeile, spalte) = 0;
        end
    end
end

bild2 = uint8(bild2);

figure('Name','nach Histogrammebnung'), set(gcf,'Color','white'); set(gca,
'Box','off');
imshow(bild2);
[absHaeufig2, Grauwert] = imhist(bild2);
figure('Name','absolute Haeufigkeiten Bild 3'), absHaeufig2;

figure('Name','Histogramm relative Haeufigkeiten 3');
stairs(Grauwert,absHaeufig2), xlim([0 255]);
print -r600 -depsc lena_relhist

```

#### 4. Zusatz

Experimente mit gimp:

(a) Laden Sie ein Graustufen- oder Farbbild Ihrer Wahl!

(b) Experimentieren Sie mit den im Untermenü Ebene -> Farben bereitgestellten Menüpunkten! Probieren Sie auf jeden Fall den Punkt „Kurven“!

Resultierende „Kunstwerke“ können gern per email an mich geschickt werden.