

Übungsaufgabe 1b

Signal und Bildverarbeitung 1

Human Centered Computing Master

Brabenetz, Drucker, Wachert-Rabl

Inhaltsverzeichnis

Aufgabe 1.5 Raster-Entfernung im Frequenzraum	2
a)	2
Aufgabe 1.6 Anisotrope Diffusion	7
a)	7
b)	10
c)	11
Aufgabe 1.7 Stressanalyse	16
a)	16
b)	16
c)	18

Aufgabe 1.5 Raster-Entfernung im Frequenzraum

a) Entfernen Sie bei Bilddaten mit regulärem Raster im Hintergrund die vertikalen und horizontalen Balken durch (manuelle) Manipulation im Frequenzraum. Bearbeiten Sie mindestens 3 selbst gewählte Datensätze und vergleichen Sie den erzielten Effekt. Wird bei dieser Korrektur auch die eigentliche Bildinformation in Mitleidenschaft gezogen?

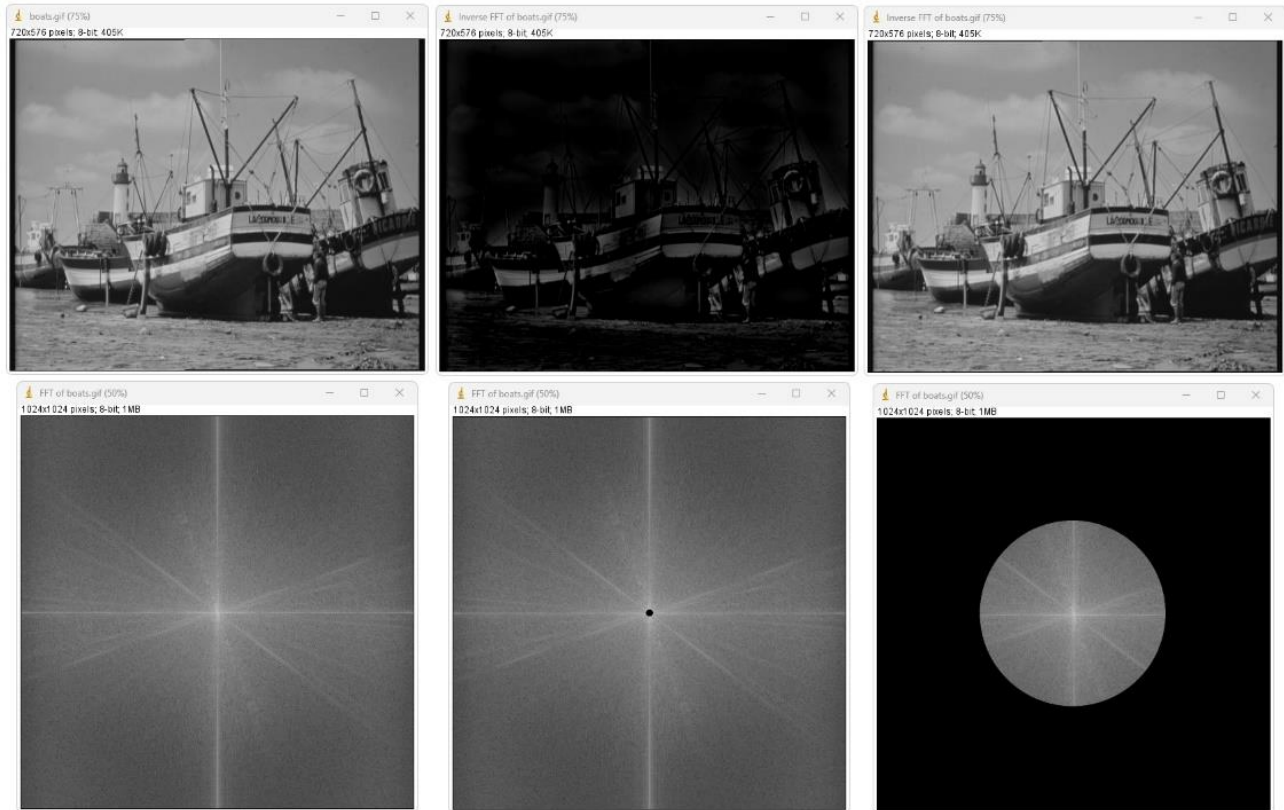
Die Fast Fourier Transformation wurde von Wissenschaftlern während des Nuklearen Wettrüsten entdeckt. Wie können Wissenschaftler Nukleare Waffentests identifizieren? Weil die Waffentests nur unter der Erde durchgeführt werden dürfen, müssen Seismographen eingesetzt werden, um die Daten zu erhalten. In Bildbearbeitung wird die FFT hauptsächlich zur Bildkompression benutzt. Aber FFT wird in allen Bereichen eingesetzt, in denen mit Signalen gearbeitet wird.

Durch die Fourier-Transformation wird ein Bild in seine Sinus und Cosinus Wellen zerlegt. Dadurch werden keine neuen Daten gewonnen und das Bild wird nicht verändert, es wird nur anders dargestellt, um bestimmte Operationen oder Manipulationen einfacher durchführen zu können. Ohne Veränderung, kann das Bild jederzeit wieder in seine Ursprungsform gebracht werden.

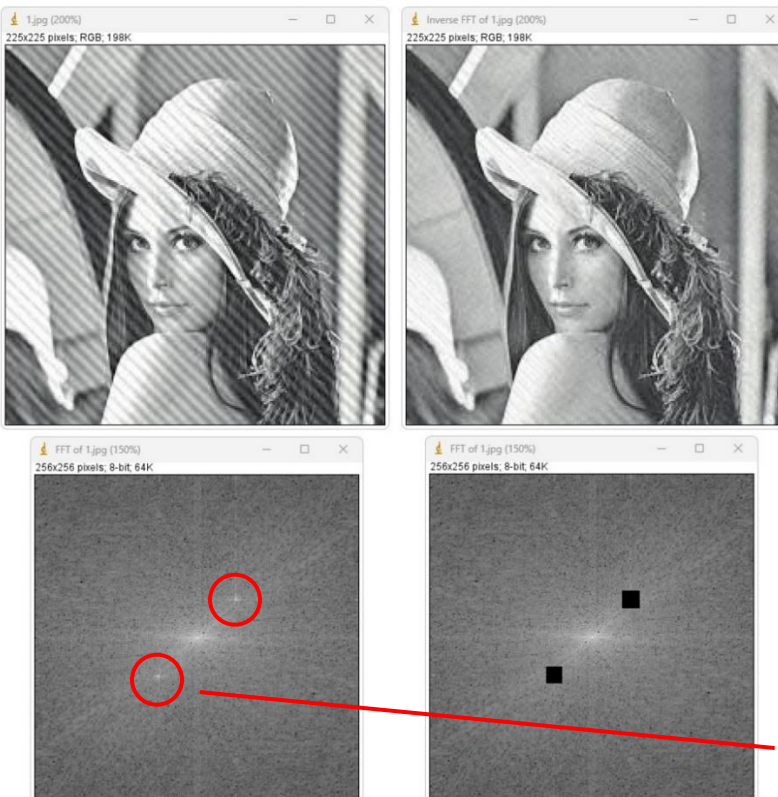
Jede beliebige Funktion lässt als Summe von cos und sin Funktionen unterschiedlicher Frequenzen darstellen.

Anders als bei der Darstellung von Bildern im Ortsraum, bei dem sich ein Grauwert an einem bestimmten Ort befindet, wird das Bild nach der Fourier-Transformation durch Sinus und Cosinus Wellen im Frequenzraum dargestellt. Durch die Amplitude als komplexe Zahl wird die Wichtigkeit einer Welle repräsentiert. Errechnet werden kann die Amplitude, indem das Bild auf das Cosinus und Sinus Muster projiziert wird. Diese beiden Bilder werden punktweise multipliziert und anschließend summiert. Das Ergebnis ist zwei Zahlen, welche die Ähnlichkeit der Bilder aufzeigen = Amplitude.

Tiefe Frequenzen befinden sich im linken oberen Eck des Fourier-transformierten Bildes und beinhalten mehr Bildinformationen als hohe Frequenzen, welche sich in den rechten unteren Bereich ausbreiten. Mittels FFT-Shift werden die tiefen Frequenzen in das Zentrum des Bildes verlagert, so ist das Bild einfacher zu verstehen und zu bearbeiten.

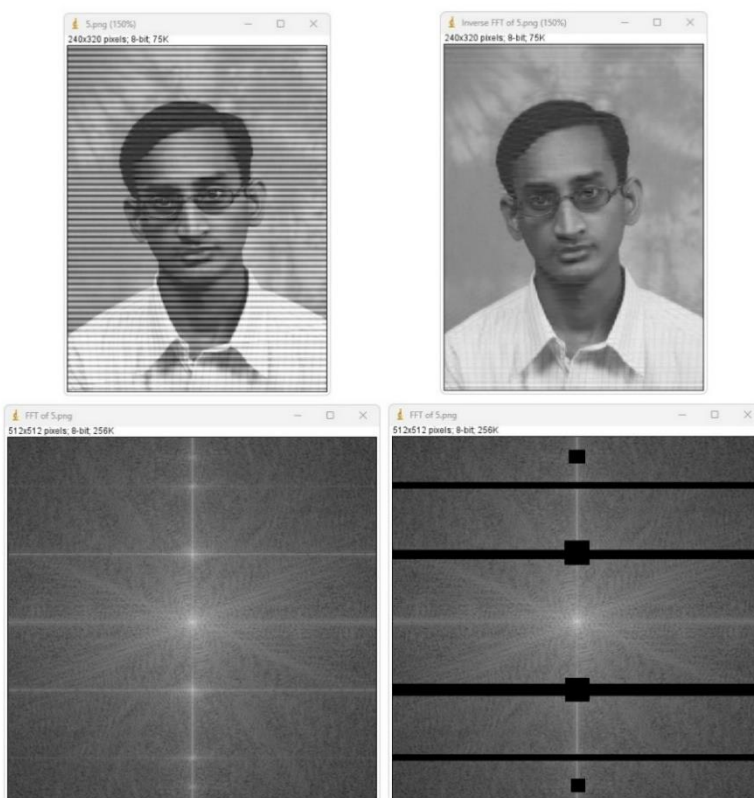
Beispielbild 1)

Am Beispielbild 1 erkennt man, wie viele Bildinformationen sich in der Mitte der FFT befinden. Wenn dieser Bereich entfernt wird (schwarz), so ist nach der Transformation in den Ortsraum das Bild kaum zu erkennen. Wenn jedoch der äußere Bereich entfernt wird, dann sieht das Bild nahezu so aus wie das Originalbild. Es fällt stark auf, wie stark das Bild an Details verliert, wenn nur ein sehr kleiner Bereich aus der Mitte entfernt wird, während das Bild nahezu dem Original entspricht, wenn ca. $\frac{3}{4}$ des äußeren Bereichs entfernt werden.

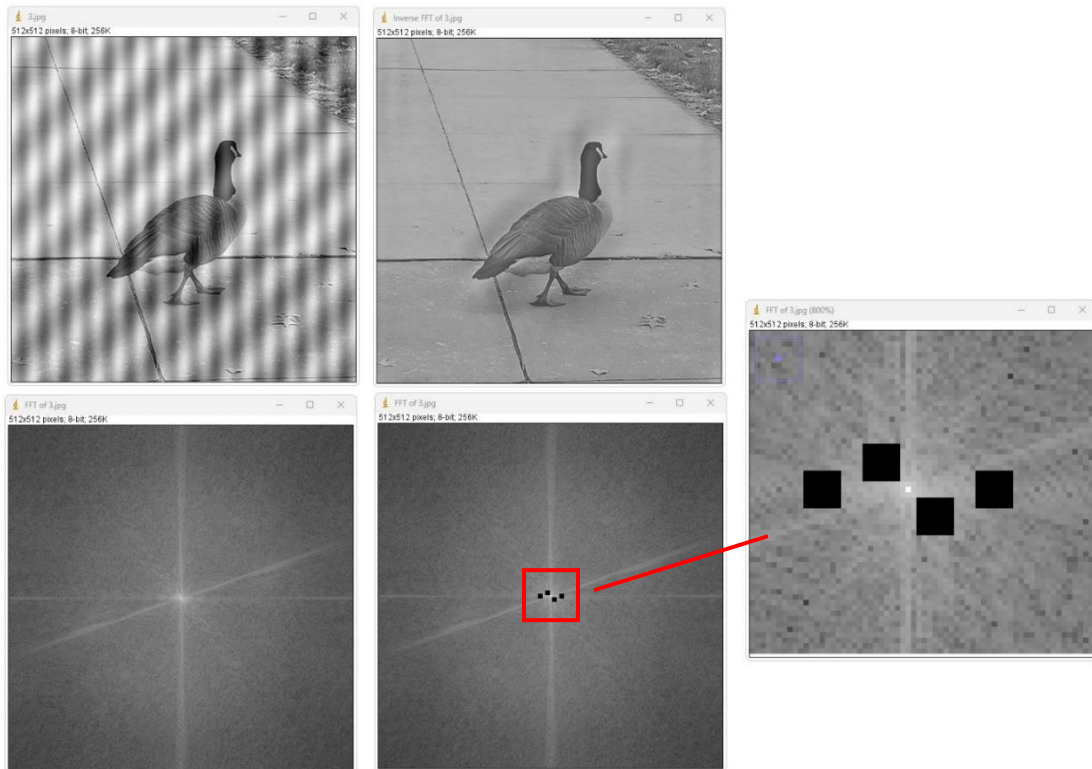
Beispielbild 2)

Beim Beispielbild Lena sind gleichmäßige Streifen am Bild erkennbar, welche im Ortsraum nur schwer entfernt werden könnten. Nach der Umwandlung des Bildes in den Frequenzraum, sind die Stellen der Streifen (weiße Punkte) deutlich sichtbar und können einfach entfernt werden. Nach der Rücktransformation hat sich die Bildqualität im Hinblick auf die Streifen deutlich verbessert.

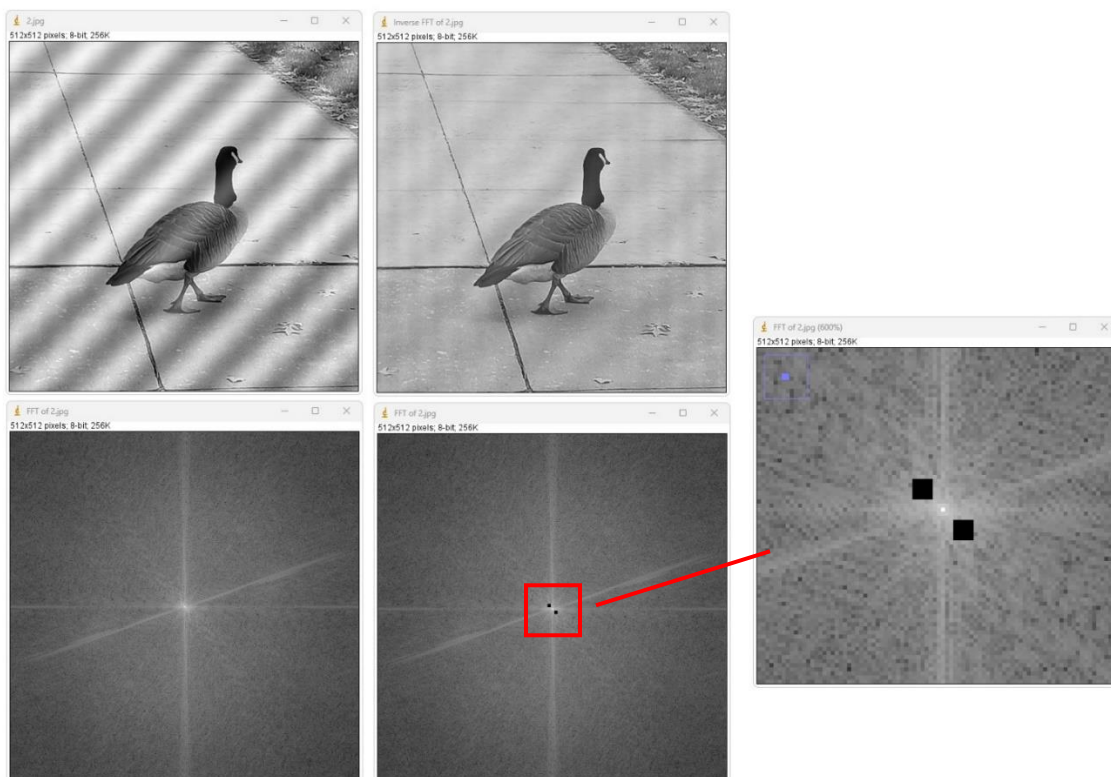
Diese beiden weißen Punkte stellen den über das Bild gelegten Raster dar – beim Entfernen der Punkte sind die störenden Balken im Bild kaum noch erkennbar.

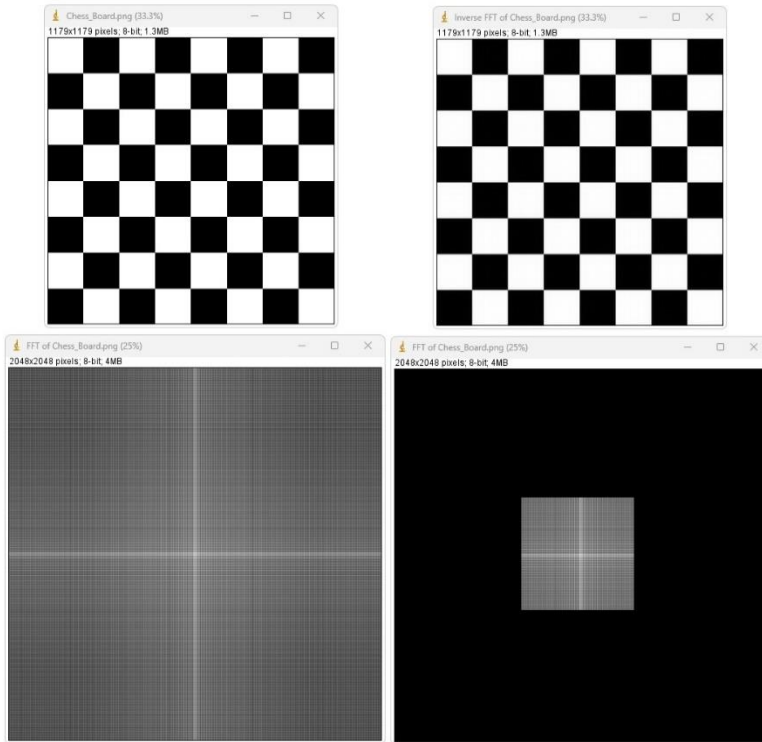
Beispielbild 3)

Die horizontalen Streifen sind nach der FFT deutlich als weiße horizontale Linien zu erkennen. Nach dem Entfernen der Linien und der Rücktransformation konnten viele der störenden Linien entfernt werden.

Beispielbilder 4)

Auch bei diesem Beispiel können im Frequenzraum die störenden Streifen entfernt werden. Da sich die Punkte jedoch sehr nahe am Zentrum befinden, gehen nach dem Entfernen auch ein paar wichtige Bildinformationen verloren, weshalb sich z.B. um die Ente ein dunkler Schleier bildet.



Beispielbild 5)

Dieses Beispielbild besteht nur aus ganz schwarzen und ganz weißen Pixeln. Hier kann deutlich erkannt werden, dass selbst nach dem Entfernen des äußeren Bereichs im Frequenzraum die Qualität des Bildes nicht abgenommen hat. Trotzdem müssen viel weniger Wellenbilder erstellt werden.

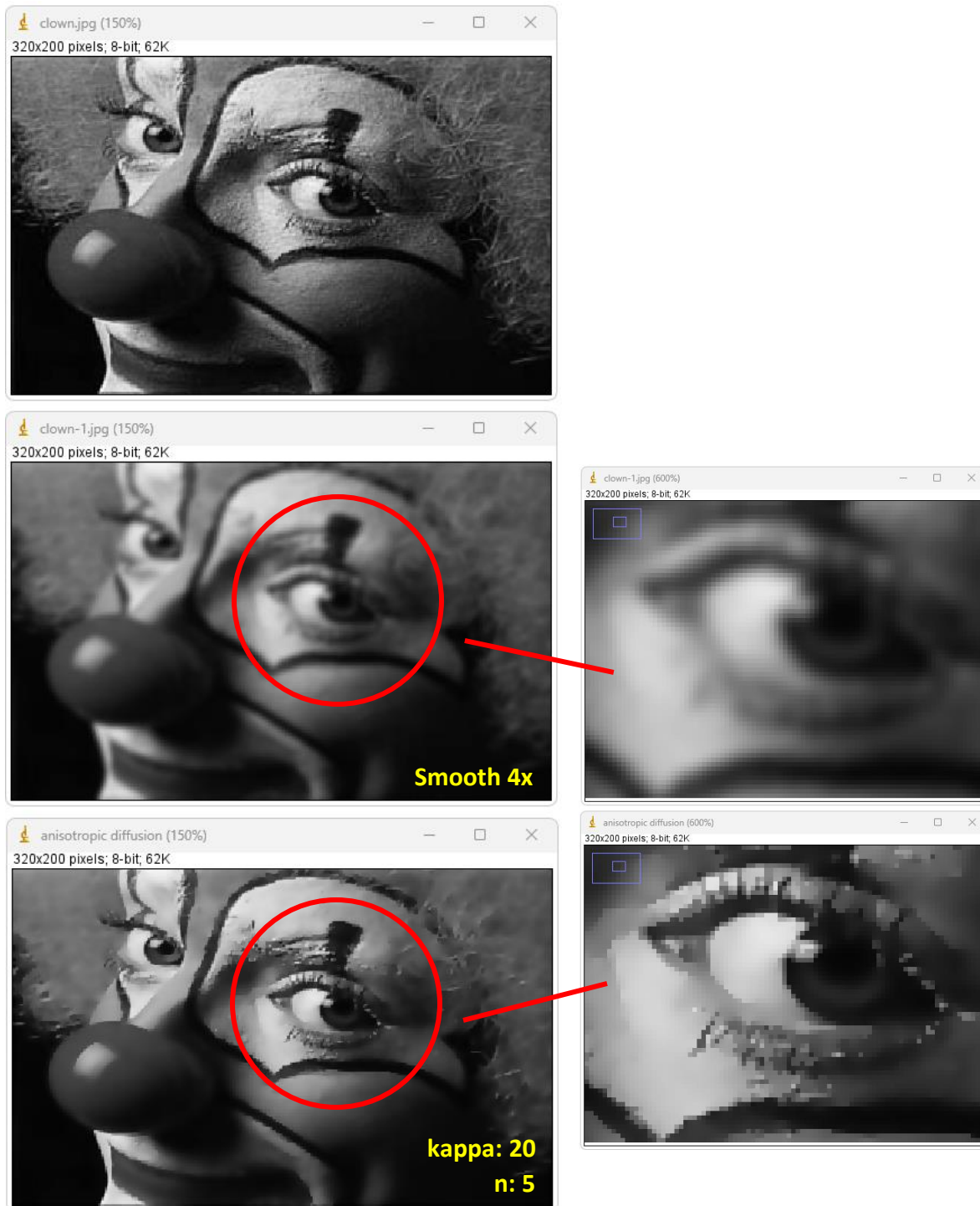
Aufgabe 1.6 Anisotrope Diffusion

a) Implementieren Sie Anisotrope Diffusion als ImageJ Plugin. Die Eingabe der Parameter für n und κ erfolgt dabei durch den/die Benutzer*in. Testen Sie ausführlich und analysieren Sie, wie gut die Kanten erhalten bleiben.

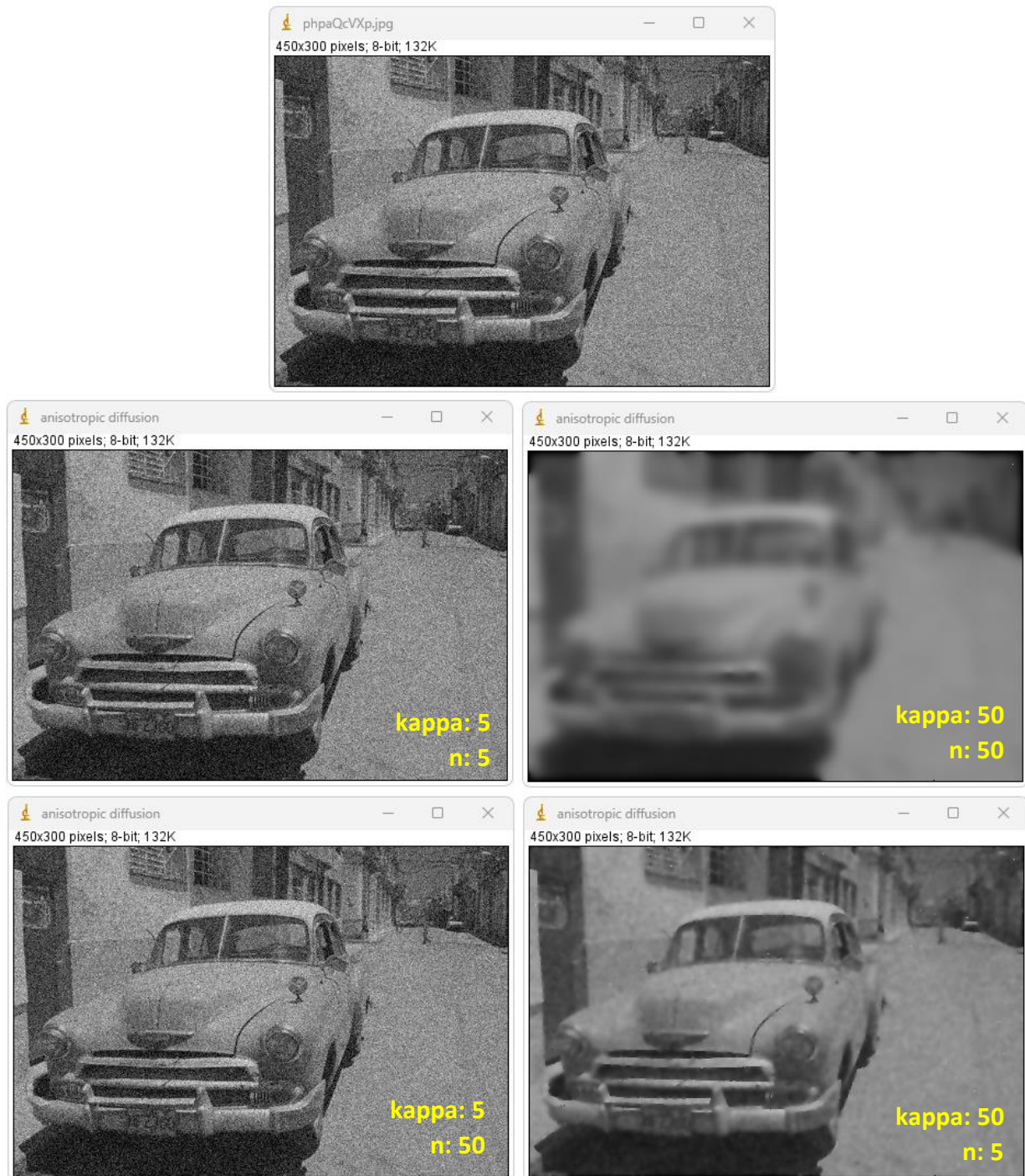
Bei der anisotropen Diffusion handelt es sich um einen kantenbewahrenden Tiefpassfilter. Es wird dabei der entsprechende Pixel je nach Wertigkeit der lokalen Nachbarn angeglichen. Im Gegensatz zu einem linearen Tiefpassfilter (z.B. Gauß-Filter), bleiben die Kanten bei einer anisotropen Diffusion vorhanden.

Wenn beispielsweise ein Pixel mit dem Wert 2 durch die anisotrope Diffusion verändert werden soll, werden die Nachbarn dabei analysiert. Angenommen es gibt im nahen Umfeld ein paar Pixel mit Werten zwischen 1 und 8 und andere Pixel mit Werten zwischen 91 und 103, dann wird den hohen Werten sehr wenig Gewicht zugeteilt, da der Unterschied zum Ausgangspixel mit dem Wert 2 sehr hoch ist. In einem Bild wäre dieser Bereich als eine Kante zu verstehen, da die hohen Werte einen wesentlich dunkleren Bereich darstellen als die direkt danebenliegenden Pixel mit niedrigen Werten.

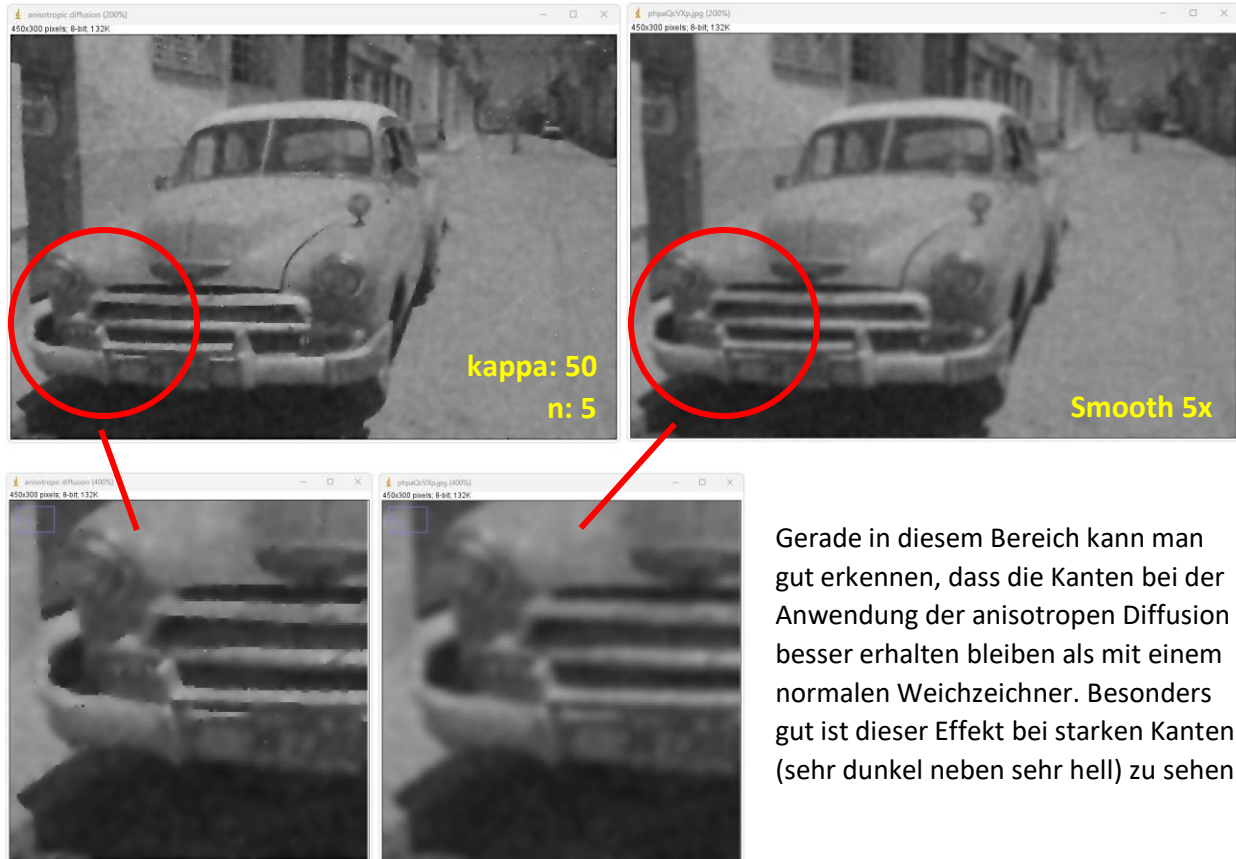
Ein guter Anwendungsbereich für die anisotrope Diffusion ist das Filtern von Noise-Bildern, ohne dabei die Kanten im Bild zu verlieren.

Beispielbild 1: Clown

Bei dem Testbild Clown wird die anisotrope Diffusion mit einem normalen Weichzeichner verglichen. Wie deutlich an diesem Beispiel erkennbar ist, verschwimmen die Kanten beim Weichzeichnen, während bei der anisotropen Diffusion mit den Werten κ : 20 und n : 5 vorhanden bleiben. Der Unterschied ist besonders gut beim Auge zu erkennen.

Beispielbild 2: Auto (Noise)

Die Anwendung der anisotropen Diffusion funktioniert bei diesem Bild mit den extremen Werten $\kappa = 50$ und $n = 5$ am besten. Die Körnung ist sehr stark abgeschwächt und das Motiv ist aufgrund der Kantenbewahrung noch sehr gut erkennbar.

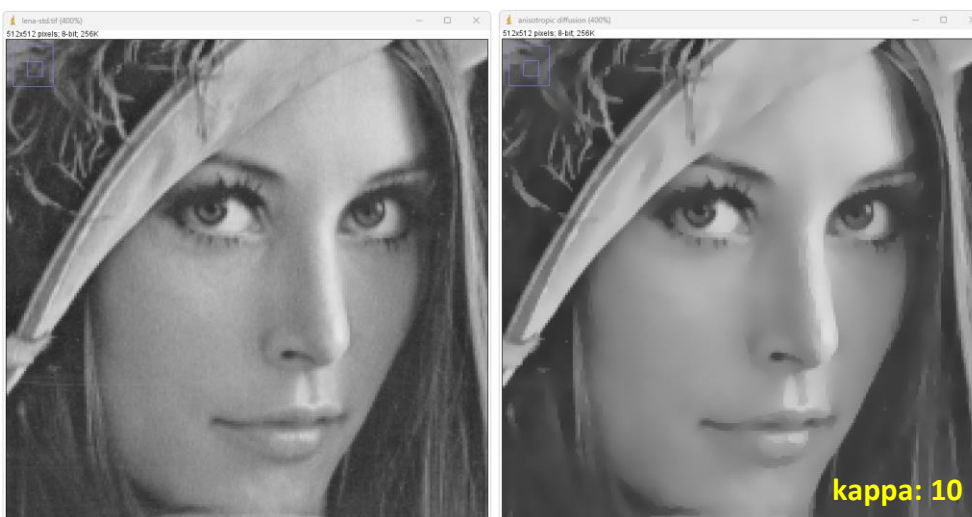


b) Testen Sie die Auswirkungen von kappa k auf die Ergebnisqualität bei unterschiedlichen Eingangsbildern.

Bei Kappa handelt es sich um eine konstante Diffusionszahl, die den Effekt zwischen Glättung und die Erhaltung der Kanten in der Waage hält. Normalerweise bedeutet ein höherer Wert für Kappa eine stärkere Filterung, kann aber dazu führen, dass das Resultat mehrere Artefakte enthält. Besser wäre es, für Kappa einen kleineren Wert zu wählen und den Filter mehrmals auf das Ausgangsbild anzuwenden.

Beispielbild 1: Lena

Bei diesem Beispielbild werden verschiedene Kappa Werte auf das Ausgangsbild Lena angewendet, der Wert von n beträgt dabei jedes Mal 5. Bei diesem Testbild ist der Wert 10 für kappa die beste Option, da die Körnung bei größeren Flächen entfernt werden konnte, während die Kanten erhalten geblieben sind. Ab einem Wert von 20 beginnen manche Kanten zu verschwimmen, bei kappa 50 wirkt das gesamte Bild unscharf. Ab diesem Wert ist zu höheren kappa Werten nahezu kein Unterschied mehr zu erkennen.



Hier ist zu erkennen, dass beim Originalbild die Haut kieselig wirkt, nach der anisotropen Diffusion mit kappa 10 ist diese Fläche glatt.

Beispielbild 2: Brücke

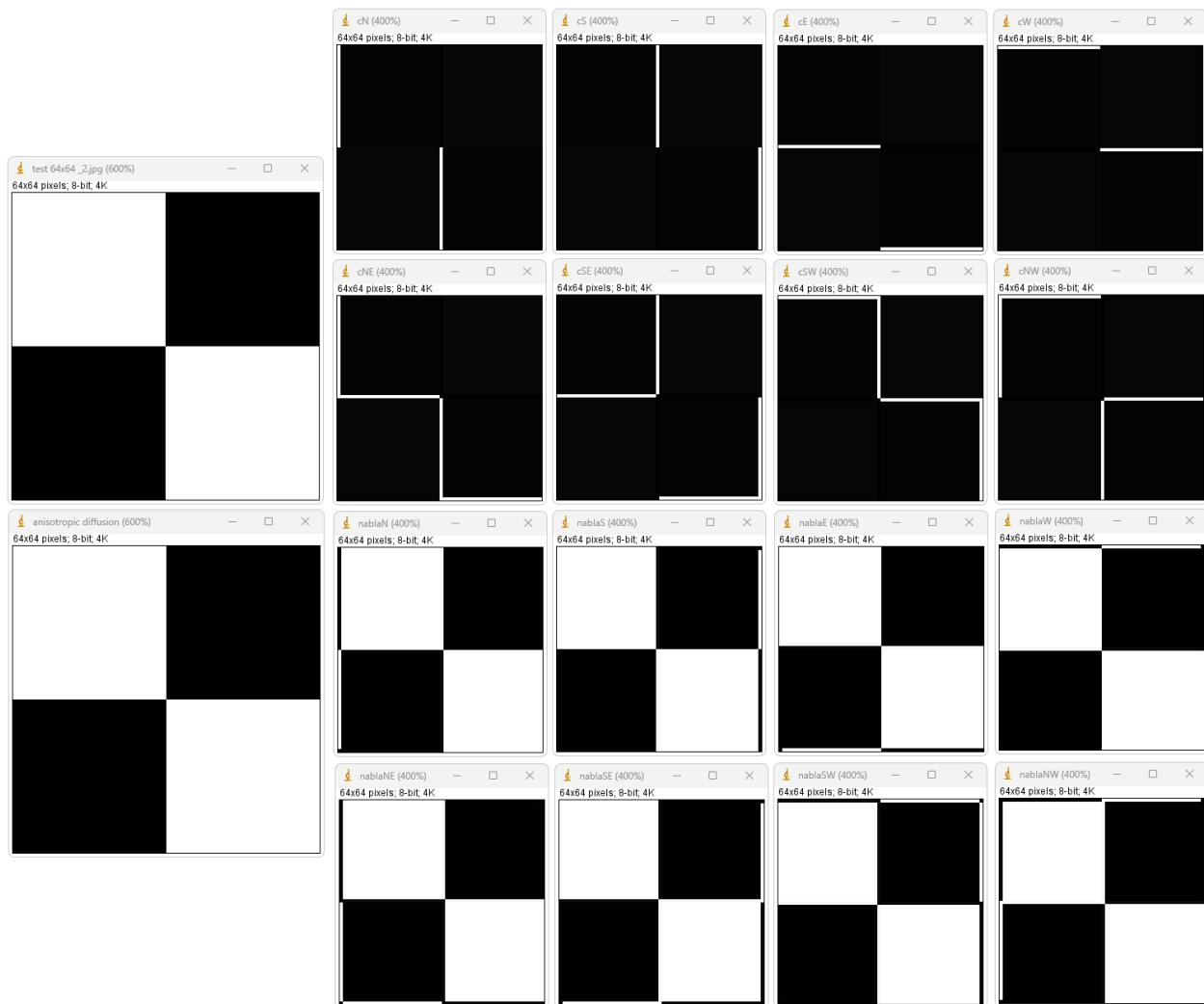
An dem Beispiel der Brücke wurde n bei jedem Versuch mit 10 berechnet. Der Wert 20 funktioniert für κ hier am besten: der eintönige Hintergrund weist nach der anisotropen Diffusion kaum noch Körnung auf, die Kanten heben sich klar vom Hintergrund ab. Eine Schwierigkeit bei diesem Bild ist der Nebel beim Brückendurchgang, denn dort hebt sich die Brücke kaum vom ebenfalls dunklen Untergrund ab. Nach der anisotropen Diffusion wurde dieser Bereich weichgezeichnet, wodurch die Kanten verloren gegangen sind.



Beim Originalbild der Brücke (links) sieht das Bild sehr körnig aus, dieser Effekt ist nach der Anwendung der anisotropen Diffusion wesentlich abgeschwächt. Während die links im Bildausschnitt befindlichen Brückenstützen scharf wirken, so verschwimmt im rechten Bild der Hintergrund mit der Brücke.

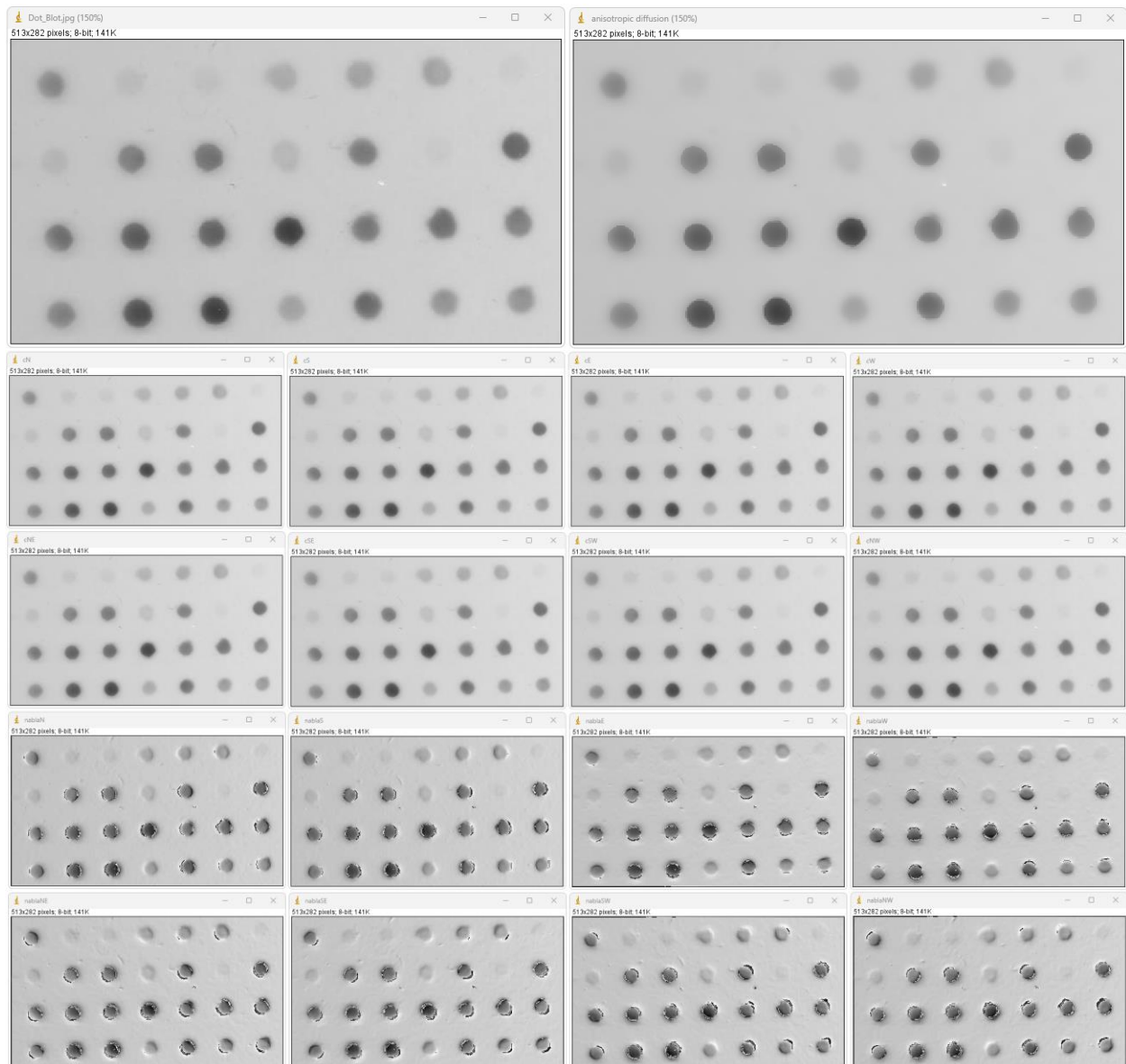
c) Visualisieren Sie die 8 Bilder für die lokale Diffusionskonstante c als separate Bilder und ebenso auch die 8 Gradienten-Bilder. Stellen Sie sicher, dass der Wertebereich $[0;255]$ nicht verlassen wird (Vorzeichen bzw. Skalierung).

Beispiel 1: Schachbrettmuster



Dieses Beispielbild wurde aufgrund der starken Farbunterschiede (nur schwarz und weiß) und den deshalb sehr starken Kanten gewählt. Hier ist deutlich zu erkennen, wie die Kanten in allen 8 Richtungen dargestellt und daraus resultierend zusammengesetzt das Ergebnisbild bilden.

Beispielbild 2: Dot Plot



Aufgabe 1.7 Stressanalyse

a) Recherchieren Sie, wie Stress aus EKG (ECG) und abgeleiteter Herzratenvariabilität abgeleitet werden kann. Steht dabei eine hohe oder niedrige Herzratenvariabilität für Stress und körperliche Belastung.

Niedrige Variabilität = konstant und wenig Schwankungen/unterschiede in den Frequenzen. Dies ist der Fall, wenn Kleinigkeiten sich nicht aufs Herz auswirken. Das ist grundsätzlich ein schlechtes Zeichen, weil Herz überlastet ist (viel Körperliche Belastung). Je feiner Das Herz reagiert desto lebhafter ist es. Feine Reaktionen sind in einer hohen Herzratenvariabilität abzuleiten.

EDA-Hautleitwert: je mehr man schwitzt desto besser leitet sie. Dies wird schlechter im alter.

RESP steht für die Atmung-frequenz. Einatmen wird das Herz langsamer und ausatmen schneller, desto mehr CO_2 im Blut ist schneller schlägt das Herz.

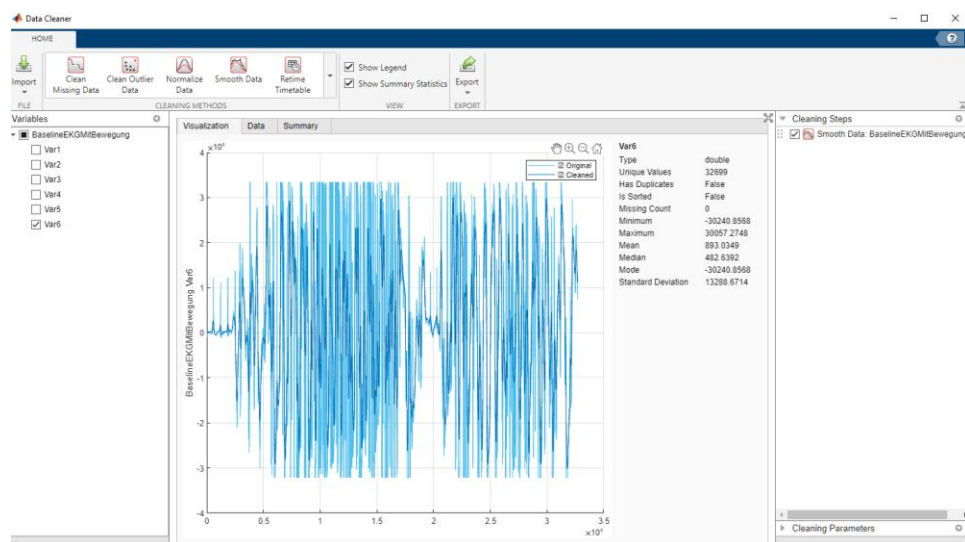
Das Ruhe-EKG wird in der Regel im Liegen durchgeführt. Es werden mehrere Elektroden am Körper der Person angebracht und dann wird der Herzschlag gemessen Das Ruhe-EKG zeigt, ob das Herz richtig schlägt und ausreichend durchblutet wird. Die Ärzte können dann Anzeichen für Herzkrankheiten ablesen.

Beim Belastungs-EKG wird die Herzkurve unter körperlicher Belastung eruiert. Die Patienten müssen entweder auf einem Ergometer Fahrrad fahren oder joggen. So können mögliche Herzrhythmus- oder Durchblutungsstörungen erkannt werden, welche erst bei körperlicher Anstrengung entstehen. Ein solches EKG dient unter dazu, bei Menschen mit Brustschmerzen auf verengte Herzkranzgefäße zu untersuchen.

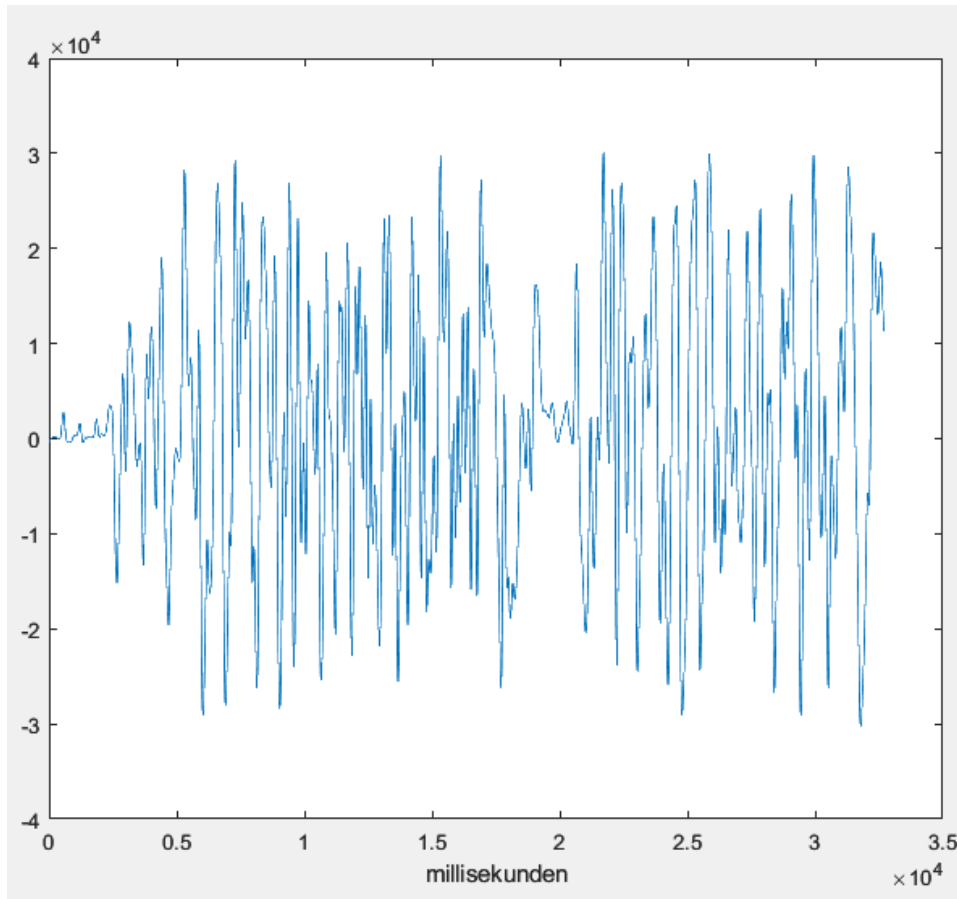
b) Analysieren Sie beigefügte EKG-Sequenzen (sowohl Ruhe als auch mit Bewegung) durch Anwendung von Baseline-Korrektur, Glättungsfilterung, Extraktion der Herz-Zyklen und Bestimmung des Pulses. Verwenden Sie dazu ein Tool Ihrer Wahl.

EKG mit Bewegung:

Hier wurde der Mittelwert der ersten 256 Messwerte genommen und von allen Messwerten abgezogen.

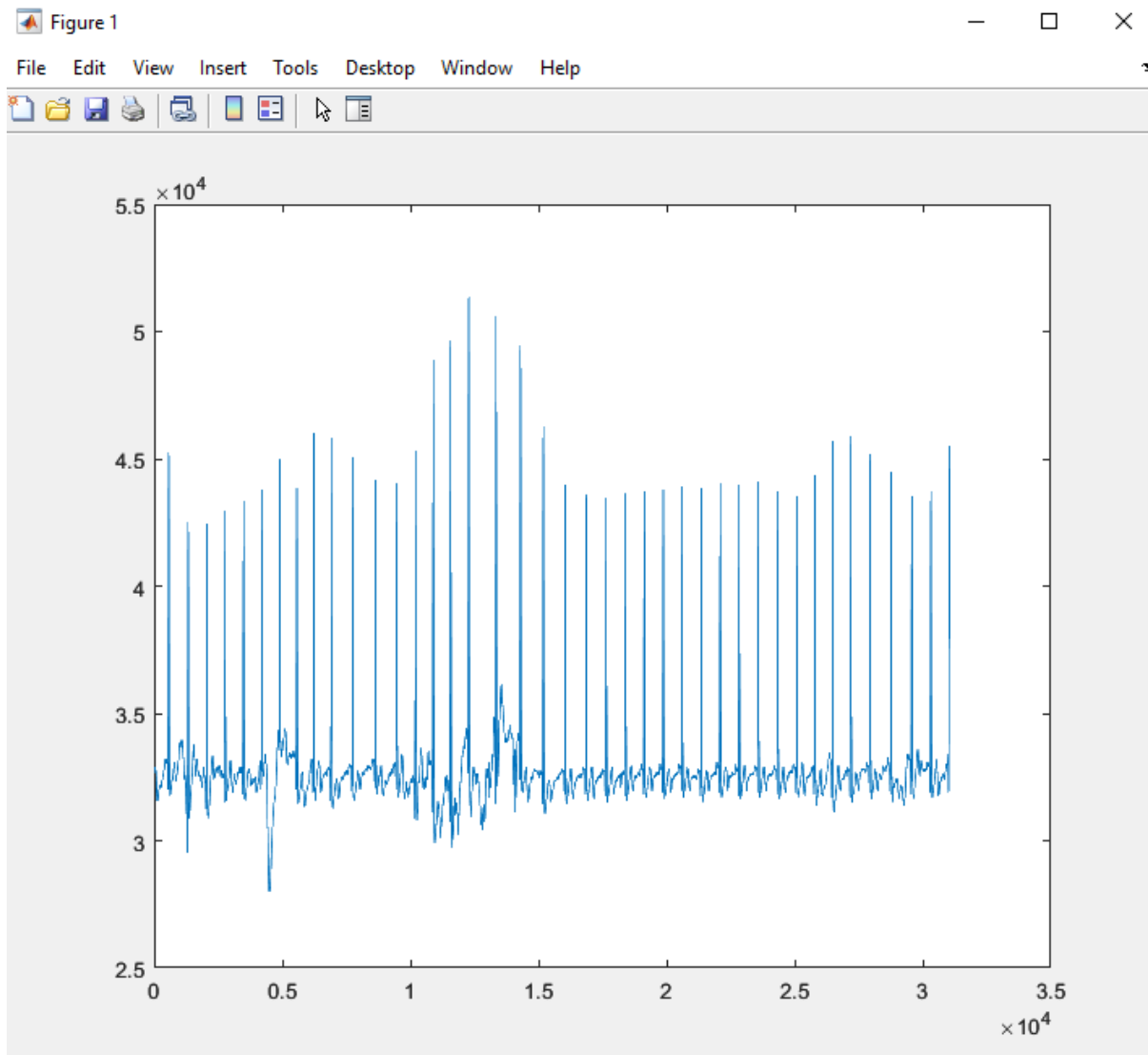


Smoothing Filter: Gaussian; Factor: 0,71



Der Herzschlag ist hier schwer zu bestimmen, aufgrund starker Glättung, Unregelmäßigkeit der Amplitude und Bewegungsartefakte. Zwischen 39-50 Pulse konnten wir zählen. Puls = 77 (45/35sekunden) * 60 = Schläge pro Minute.

EKG ohne Bewegung: (ruhe EKG)



Die Baseline wurde in Excel durch eine gleitende Average Operation von jeweils 10 Werten vollbracht.

Die Glättung in Matlab. Gaußfilter 0,71

41 Herzschläge sind abzulesen. Puls= $(41/32) * 60 = 67,8$

Die Herzfrequenz wird basierend der zeitlichen Abstände zwischen zwei Herzaktionen gemessen.

c) Leiten Sie aufbauend auf (b) die Herzratenvariabilität ab.

Ohne Bewegung: konstante, niedrige Variabilität. Jedoch ist eine gewisse Variabilität festzustellen. Man kann erkennen, dass die Abstände des Komplexes (QRS) immer wieder unterschiedlich weit entfernt sind. Außerdem kann erkannt werden, dass die P Welle einige Male stärker ausschlägt als die T Welle, welche normalerweise höher gemessen wird.

Mit Bewegung: Wie bereits erwähnt können Bewegungsartefakte zu einem verfälschten Ergebnis führen. Es ist wahrlich schwer die einzelnen Wellen zu identifizieren.