

Präge- und Stempelschrifterkennung auf metallischen Oberflächen

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Seegert



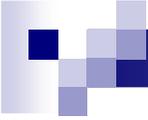
Agenda

- Motivation
- Entwickelter Ansatz für kalte Oberflächen
 - Anforderungen
 - Ansatz
 - Bildvorverarbeitung
 - Auffinden der Prägung im Bild
 - Klassifikation der Prägung
 - Erste Ergebnisse
- Ausblick auf zukünftige Erweiterungen
- Lfd. 2. Versuch für glühende Oberflächen



Motivation

- Kooperation mit den **Hüttenwerken Krupp Mannesmann GmbH (HKM)**
- Fehlende Produktidentifikationssysteme speziell für heiße (ca. 1000°C) Stahlerzeugnisse
 - **Qualitätskontrolle** von Stempel- und Prägesystemen
 - **Einfache Zuordnung** von **Produktionschargen** in der Produktionsstätte bis hin zum Kunden
 - **Individuelle Zuordnung** von **Materialeigenschaften** (z.B. genaue Metallegierung)
 - **dynamische Steuerung** von Produktionsprozessen z.B. materialabhängige Abkühlvorgänge bei der Produktion



Anforderungen an das System

- erkennen und bewerten von Präge- bzw. Stempelschrift auf Stahlgussoberflächen, vorerst der Ziffern 0 bis 9
 - robustes Verhalten gegenüber Störeinflüssen z.B. inhomogene Beleuchtung
 - Translations- und Rotationsinvarianz des Systems
 - Klassifikation von Zeichen durch ein neuronales Netz
 - zukünftige Erweiterungen einfach zu implementieren
- **Umsetzung durch: MS Visual C++ und dem IBV- Studio**

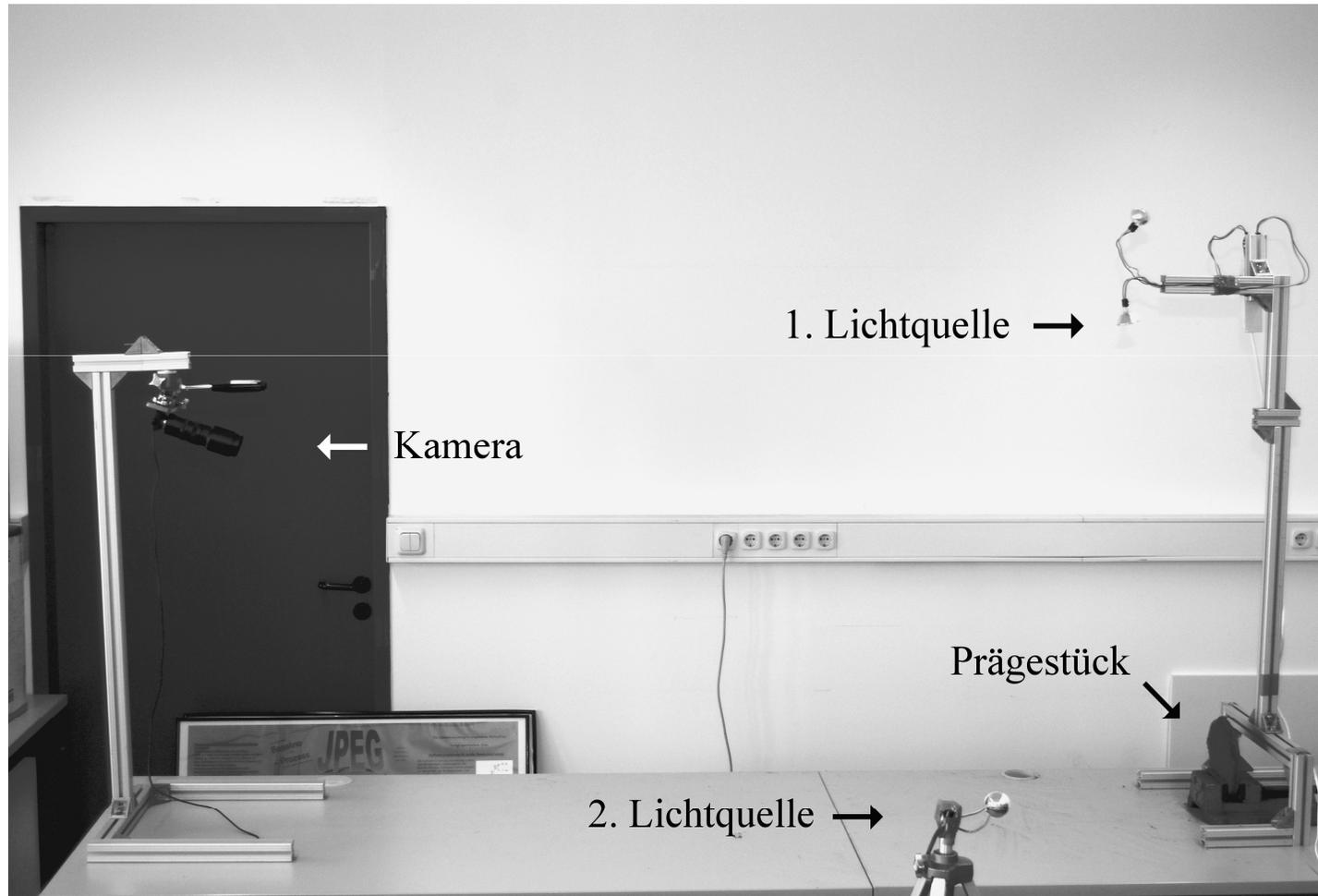


Entwickelter Ansatz

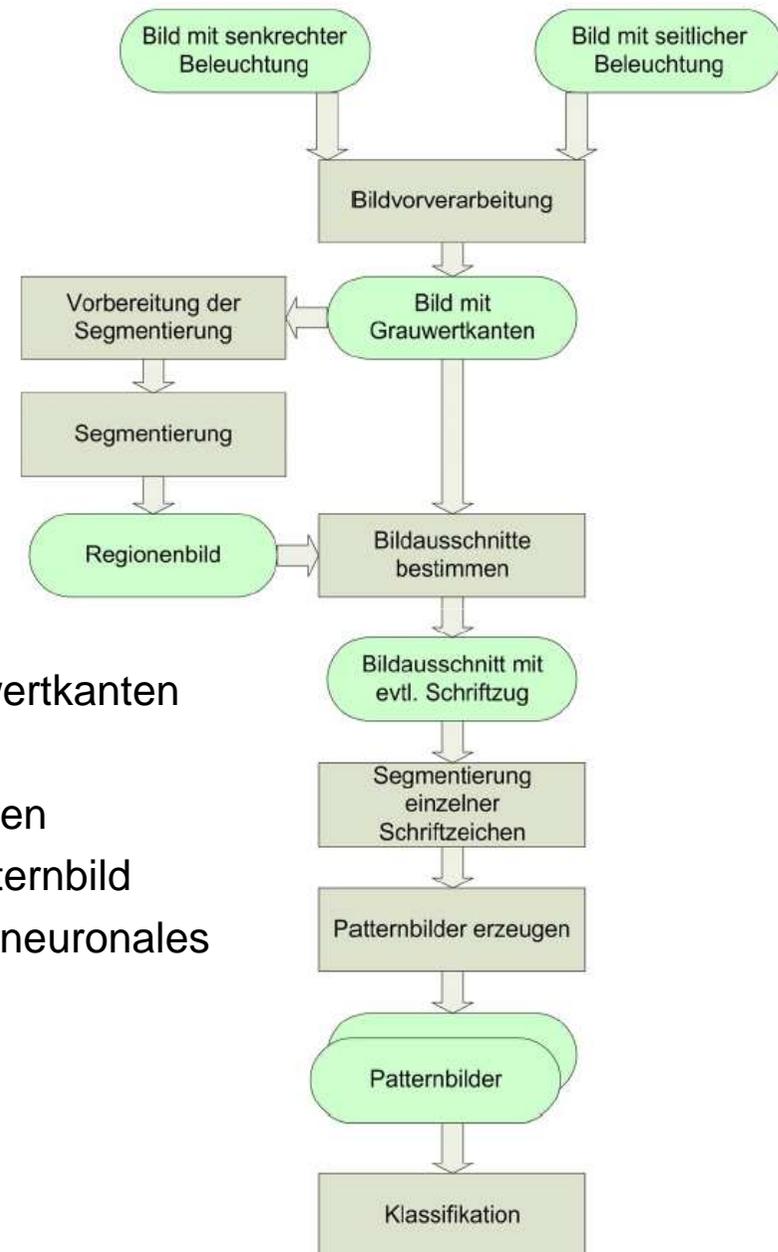
- Idee: Betrachtung des **Schattenwurfes** in der Prägung oder Stempellung
- Aufnahme von **zwei Bildern mit variierender Beleuchtung** jeweils senkrecht zur Prägekante
- die verwendeten **Lichtquellen stehen orthogonal** zueinander
- Zusammenführung der beider Bilder erfolgt durch geeigneten Bildvorverarbeitungsprozess

Entwickelter Ansatz

1. Versuchsaufbau für Stempelungen auf kalter Stahgussoberfläche



Schrifterkennung



■ Überblick Bilddatenfluss:

1. Bildvorverarbeitung → Bild mit Grauwertkanten
2. Segmentierung → Regionenbild
3. Bildausschnitt mit Schriftzug bestimmen
4. Segmentierung Schriftzeichen → Patternbild
5. Klassifikation der Patternbilder durch neuronales Netz

Schrifterkennung

- Aufnahme der zwei Bildern mit variierender Beleuchtung:



Bild mit senkrechter Beleuchtung

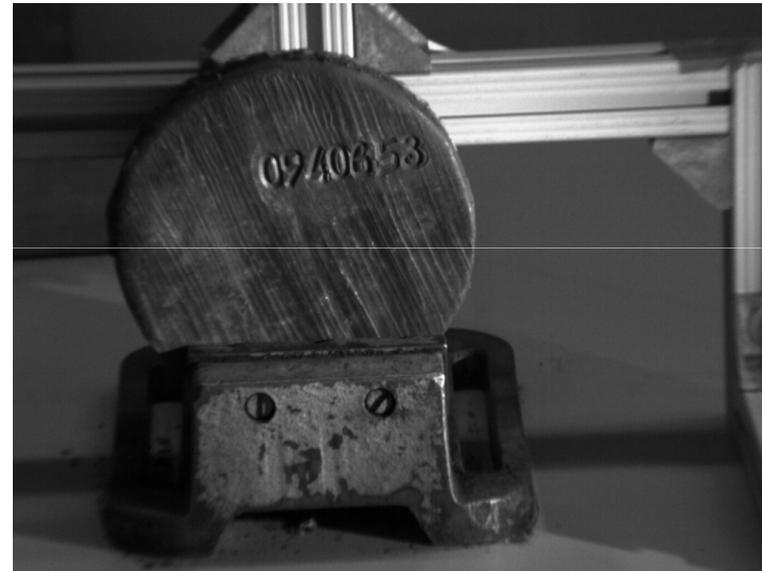


Bild mit seitlicher Beleuchtung

Schrifterkennung

- Bildvorverarbeitungsprozess:

senkrechte Beleuchtung:



Bildausschnitt vom Originalbild



nach Histogrammausgleich



nach der Faltung

seitliche Beleuchtung:



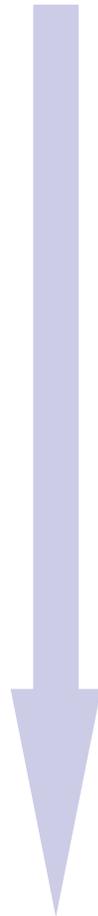
Bildausschnitt vom Originalbild

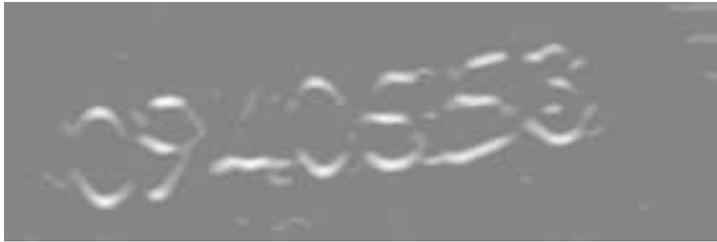


nach Histogrammausgleich

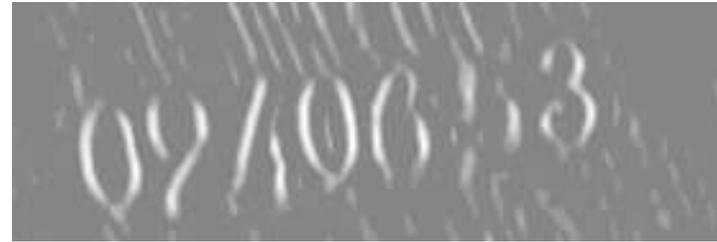


nach der Faltung

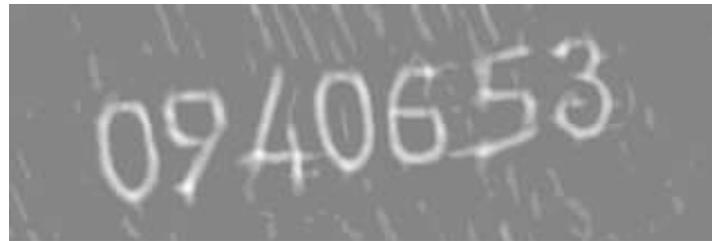




Bildausschnitt mit positiven Floatwerten



Bildausschnitt mit positiven Floatwerten



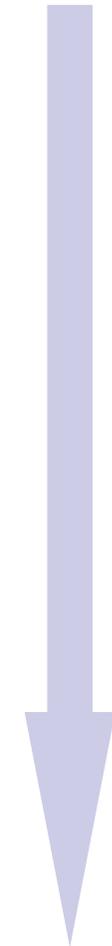
nach Addition beider Bilder



nach Gaussfilter

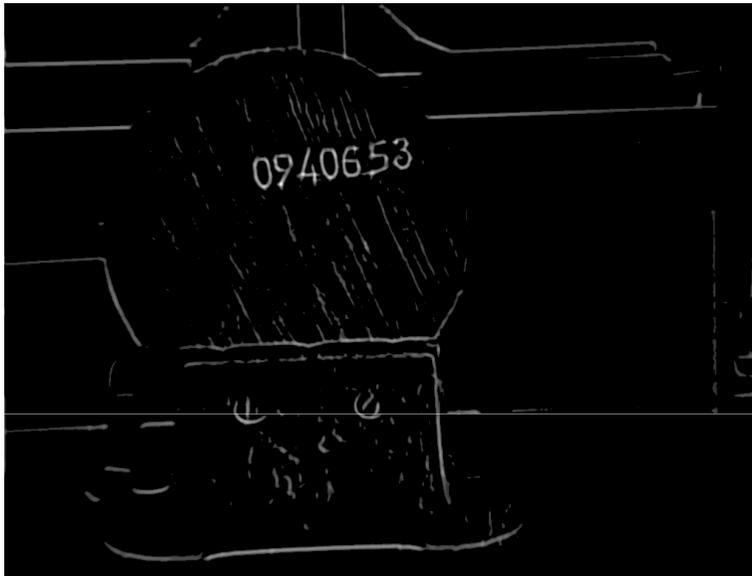


Ergebnis der Bildaufbereitung nach
Extraktion der max. Grauwerte



Schrifterkennung

- Auffinden des Schriftzuges im Bild:



Ergebnis der Bildvorverarbeitung



Bild mit möglichen Regionen



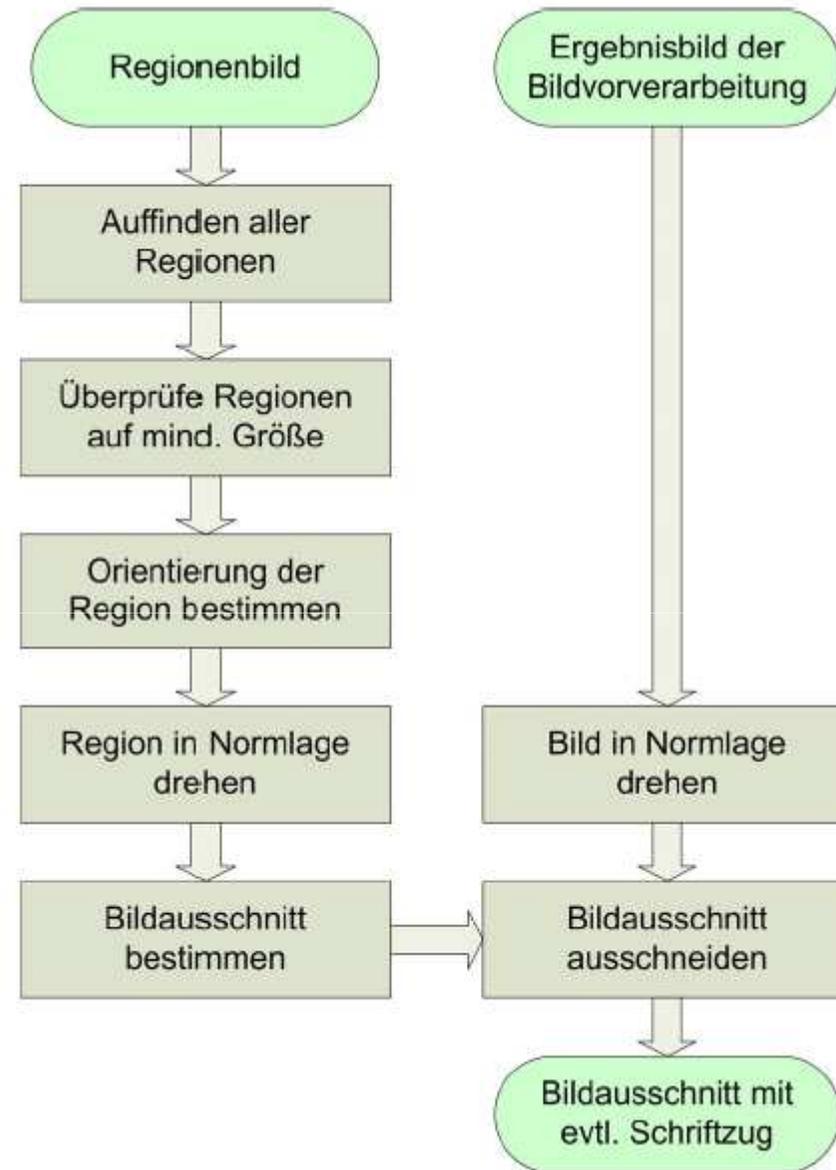
- Subtraktion von konst. Bildinhalten
- herausarbeiten von möglichen Regionen durch morphologische Operatoren

Schrifterkennung

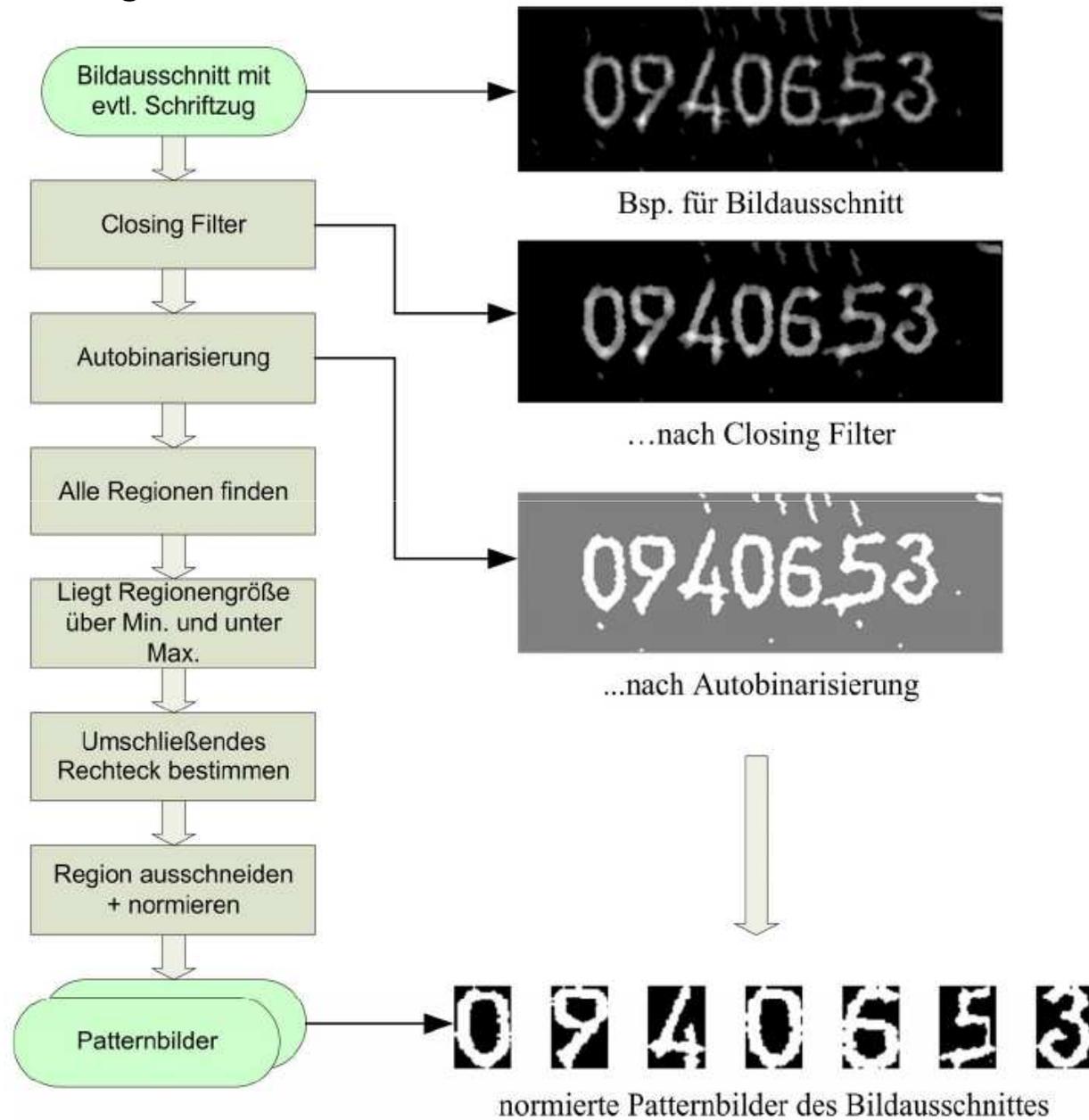
→ Bildausschnitt mit
evtl. Schriftzug bestimmen

■ Vorgehensweise:

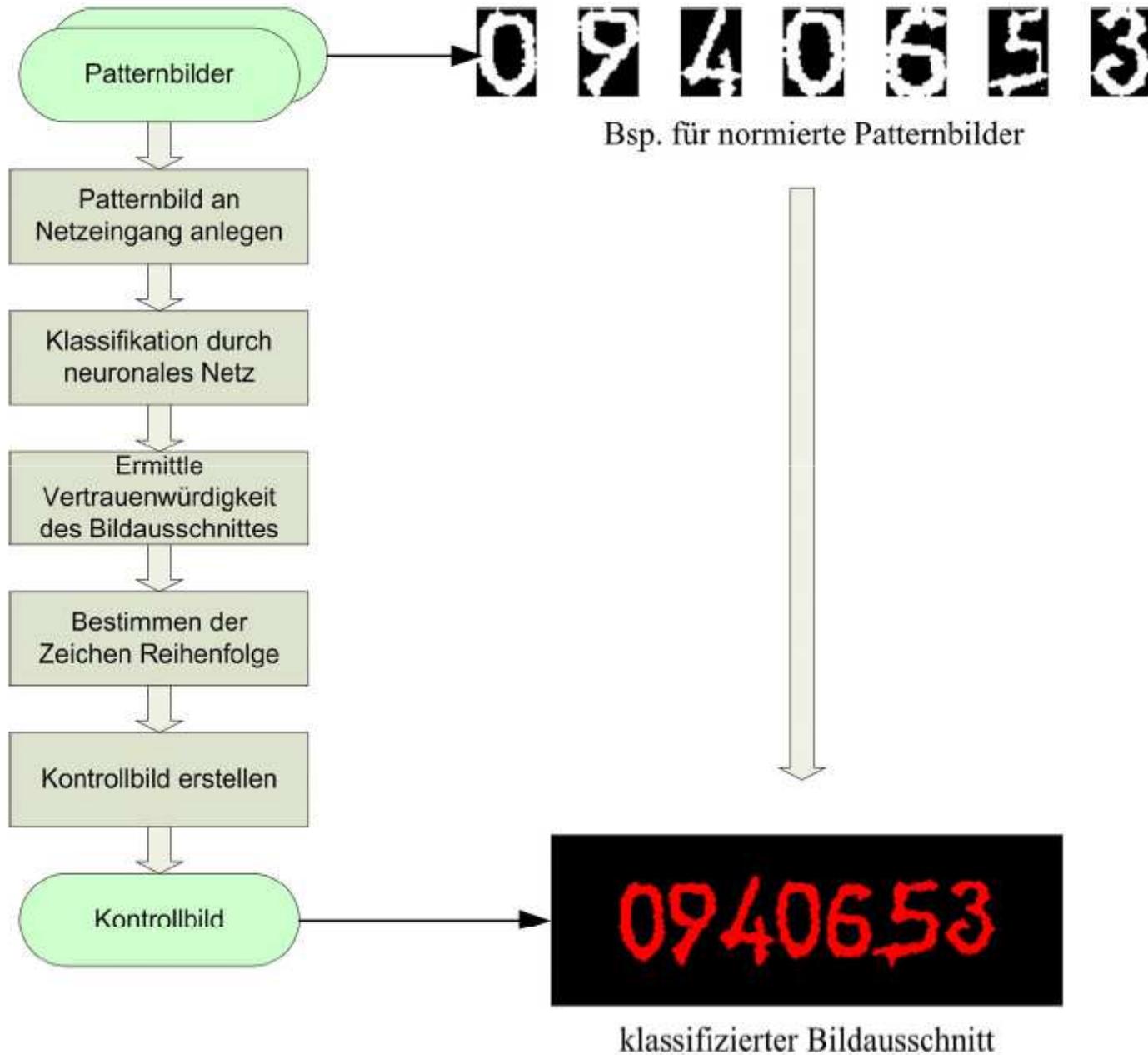
1. alle Regionen finden
2. Überprüfen von Größe
3. Orientierung bestimmen
4. Ggf. Rotieren
5. Bildausschnitt ausschneiden



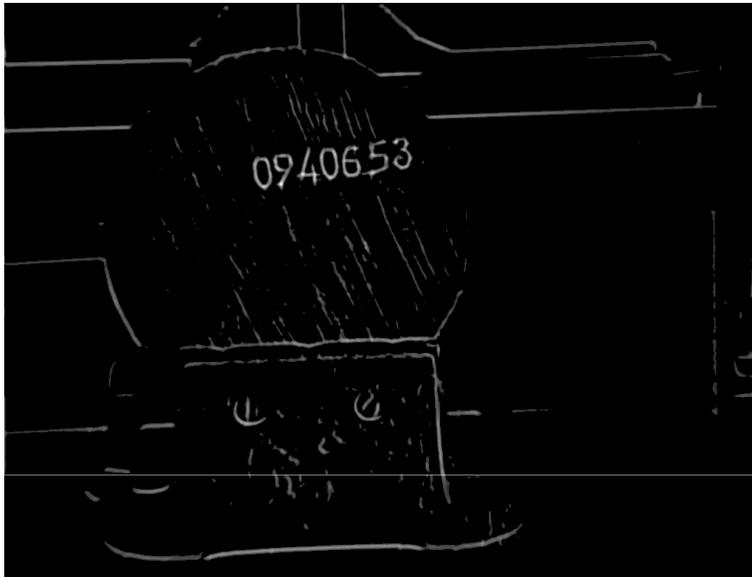
■ Vorbereitung zur Klassifikation:



■ Klassifikation:



- kurze Zusammenfassung:

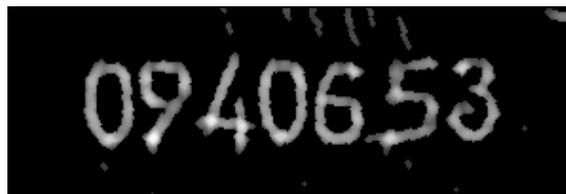
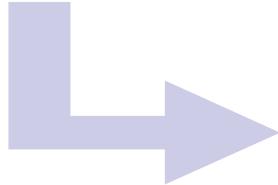


Ergebnis der Bildvorverarbeitung

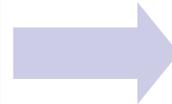


Bild mit möglichen Regionen

Bildausschnitt wird ermittelt..



gefundener Schriftzug



Ergebnis der Klassifikation

Erste erzielte Ergebnisse im Labor

IBV-Studio Rel. 1.41 Studentenversion 08/09 Labor für Industrielle Bildverarbeitung der FH-Köln

Prägestück: 0801835

Beleuchtung: oben

Beleuchtung: seitlich

Prägestück: 0940613

Beleuchtung: oben

Beleuchtung: seitlich

Untersuchter Bildausschnitt:

0940613

Ergebnisbild der Klassifikation:

0940613

Schnittverfahren: Sägeschnitt

Ergebnis der Klassifikation: 0940613

erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:
0	0.963743
9	0.740455
4	0.980720
0	0.960580
6	0.926903
1	0.943259
3	0.955950

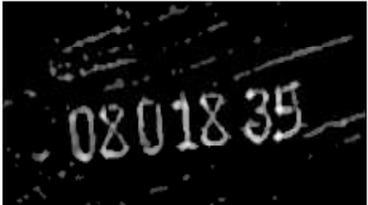
14:36:14 Uhr - Objektname: "" Typ: Bild
 14:36:14 Uhr - Objekt erfolgreich ausgeführt
 14:36:14 Uhr - Setausführung beendet. Es wurde(n) 34 Objekt(e) bearbeitet.

MainLog "praegecode.set":"A_hist_ausgleich" "praegecode.set":"A_hist_ausgleich" "praegecode.set":"A_faltung" "praegecode.set":"A_faltung" "praegecode.set":"A_schatten" "praegecode.s

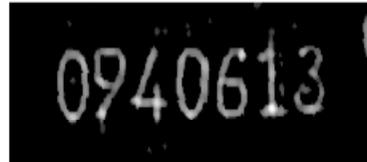
Start Vortrag HKM Handzettel.doc - Mic... Microsoft PowerPoint... Start-IBV-Studio IBV-Studio Rel. 1.4... DE 14:36

■ 1. Teil:

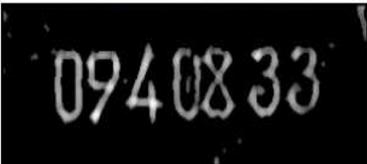
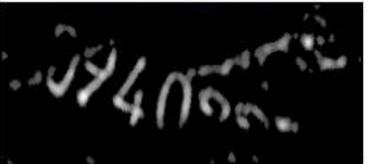
Prägestück: 0801835

Beleuchtung: oben 	Beleuchtung: seitlich 																
<p>Untersuchter Bildausschnitt:</p>  <p>Ergebnisbild der Klassifikation:</p> 	<p>Ergebnis der Klassifikation: 0801835</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>erkannte Ziffern:</th> <th>Vertrauenswürdigkeit:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.939432</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.979218</td></tr> <tr><td>0</td><td>0.776328</td></tr> <tr><td>1</td><td>0.966480</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.934159</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.939845</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.911568</td></tr> </tbody> </table>	erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:	0	0.939432	8	0.979218	0	0.776328	1	0.966480	8	0.934159	3	0.939845	5	0.911568
erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:																
0	0.939432																
8	0.979218																
0	0.776328																
1	0.966480																
8	0.934159																
3	0.939845																
5	0.911568																
Schnittverfahren: Sägeschnitt																	

Prägestück: 0940613

Beleuchtung: oben 	Beleuchtung: seitlich 																
<p>Untersuchter Bildausschnitt:</p>  <p>Ergebnisbild der Klassifikation:</p> 	<p>Ergebnis der Klassifikation: 0940613</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>erkannte Ziffern:</th> <th>Vertrauenswürdigkeit:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.963743</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.749465</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.980720</td></tr> <tr><td>0</td><td>0.960580</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.926903</td></tr> <tr><td>1</td><td>0.943259</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.955950</td></tr> </tbody> </table>	erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:	0	0.963743	9	0.749465	4	0.980720	0	0.960580	6	0.926903	1	0.943259	3	0.955950
erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:																
0	0.963743																
9	0.749465																
4	0.980720																
0	0.960580																
6	0.926903																
1	0.943259																
3	0.955950																
Schnittverfahren: Sägeschnitt																	

■ 2. Teil:

Prägestück: 0940833		Prägestück: 0940221																																	
Beleuchtung: oben 	Beleuchtung: seitlich 	Beleuchtung: oben 	Beleuchtung: seitlich 																																
Untersuchter Bildausschnitt: 	Ergebnis der Klassifikation: 09433 <table border="1"> <thead> <tr> <th>erkannte Ziffern:</th> <th>Vertrauenswürdigkeit:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.899588</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.974046</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.979432</td></tr> <tr><td>X</td><td>-</td></tr> <tr><td>X</td><td>-</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.916275</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.641932</td></tr> </tbody> </table>	erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:	0	0.899588	9	0.974046	4	0.979432	X	-	X	-	3	0.916275	3	0.641932	Untersuchter Bildausschnitt: 	Ergebnis der Klassifikation: 2460 <table border="1"> <thead> <tr> <th>erkannte Ziffern:</th> <th>Vertrauenswürdigkeit:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>X</td><td>-</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.510284</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.686164</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.722518</td></tr> <tr><td>0</td><td>0.828738</td></tr> <tr><td>X</td><td>-</td></tr> <tr><td>X</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>	erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:	X	-	2	0.510284	4	0.686164	6	0.722518	0	0.828738	X	-	X	-
erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:																																		
0	0.899588																																		
9	0.974046																																		
4	0.979432																																		
X	-																																		
X	-																																		
3	0.916275																																		
3	0.641932																																		
erkannte Ziffern:	Vertrauenswürdigkeit:																																		
X	-																																		
2	0.510284																																		
4	0.686164																																		
6	0.722518																																		
0	0.828738																																		
X	-																																		
X	-																																		
Schnittverfahren: Sägeschnitt		Schnittverfahren: Brennschnitt																																	



Ausblick

- **zusätzliche Klassifikation** von Buchstaben oder Sonderzeichen
- **Korrektur von ungenauen Rotationen** der Prägeschrift in die Normallage
- Verbesserung des Verfahrens beim Auffinden von Schriftzeichen durch **Kontextwissen** (z.B. Qualitätskontrolle: „Sollzeichenfolge ist bekannt“)
- Erkennen von „zusammengewachsener“ und „aufgebrochener“ Prägeschrift durch dynam. Programmierung / **Split- & Merge-Verfahren**

Nächster Schritt:

→ Erkennung von Schriftzeichen auf **glühenden Oberflächen!!!**



Ausblick - 2. Lfd. Versuch für glühende Oberflächen bei ca. 1000°C

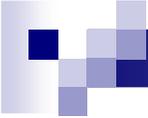
- Ansatz: **Betrachtung des Schattenwurfes** bleibt bestehen:

- Aufnahme von **zwei Bildern mit variierender Beleuchtung**
- die verwendeten Lichtquellen stehen orthogonal zueinander
- Zusammenführung der beider Bilder erfolgt durch geeigneten Bildvorverarbeitungsprozess

- **Neu:**

- Betrachtung im **Spektrum von ca. 300 bis 550nm**, Ausblenden von IR-Strahlung (Wärmestrahlung)
- Verwendung ggf. von spezielle UV-Kamera und UV-Objektive
- Sperren der Infrarotstrahlung durch entsprechende Sperrfilter
- Verwenden von speziellen UV/Farbfilttern

→ **Ziel: Ausblendung des Glühen**



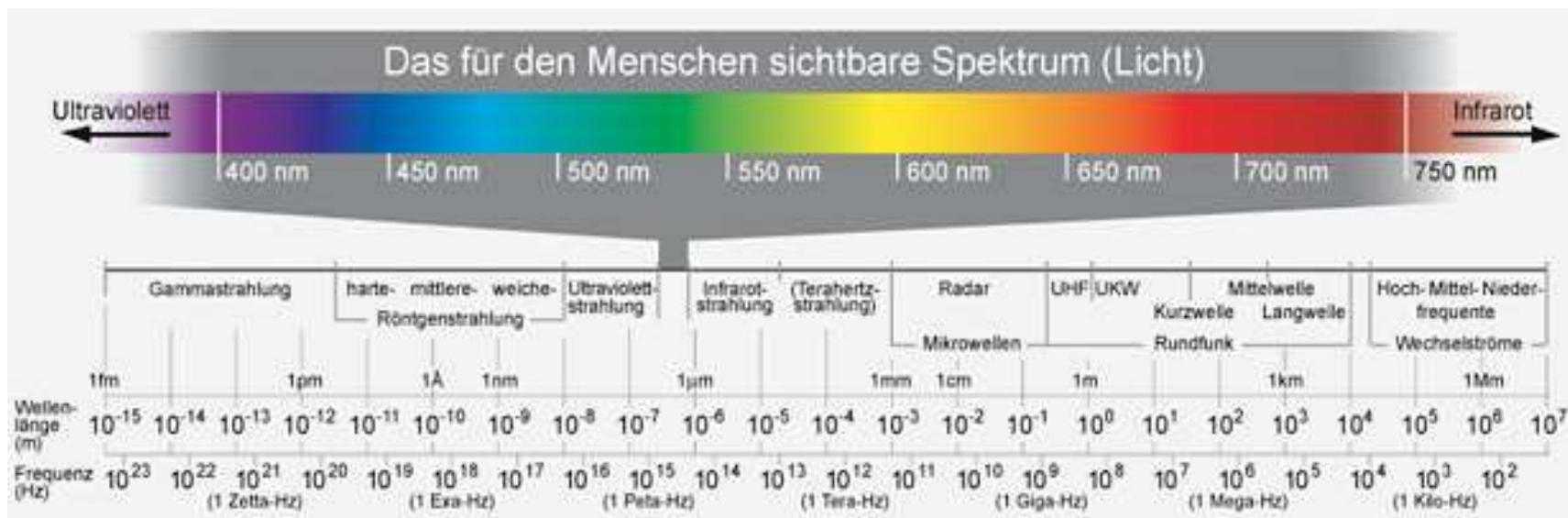
2. Versuch für glühende Oberflächen

Ziel: **abschätzen der Machbarkeit** des Ansatzes aus dem
1. Versuch (kalte Oberfläche), sowie erste **Untersuchung bei
glühenden Oberflächen**

Zu untersuchen sind:

- Kamera- und Filtersysteme
- Beleuchtungssystem
- Abschätzung erforderlicher Bildverarbeitungsalgorithmen

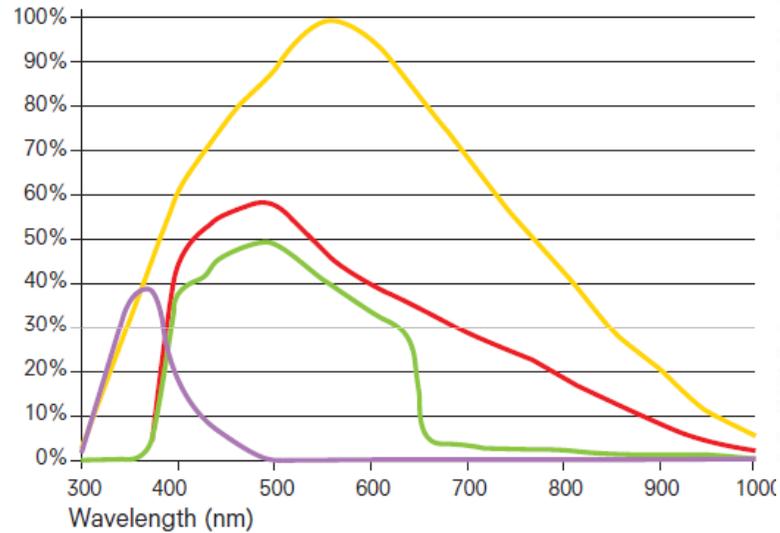
Das sichtbare Spektrum



→ Betrachtung im **Spektrum von ca. 300 bis 550nm**, sowie Ausblenden von IR-Strahlung (Wärmestrahlung)

Kamera

- spektrale Empfindlichkeit -



- XC-ES/ST Series
- XC-EI Series
- XC-EU Series
- Standard CCD with IR Cut Filters

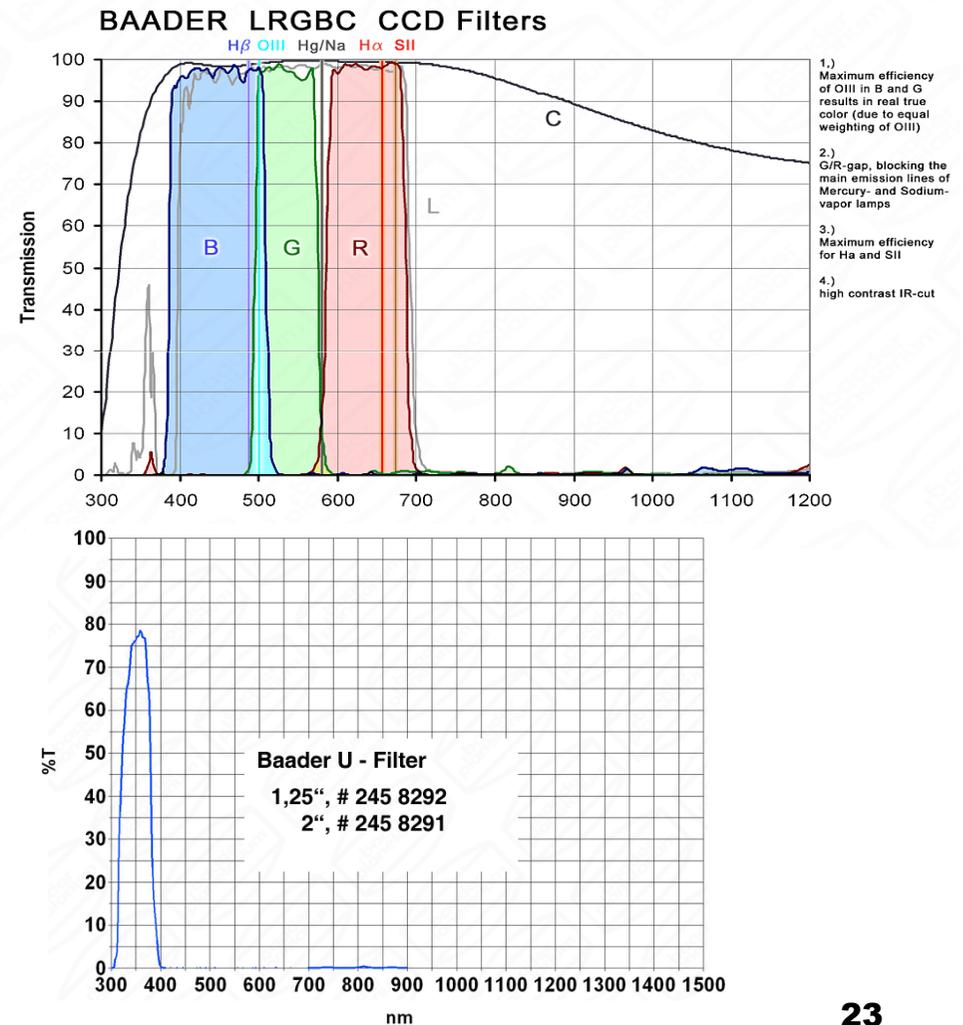
Quellen:

Abb. spektrale Empfindlichkeit. www.sonybiz.net

Abb. Transmissionskurve: www.baader-planetarium.de

Filter

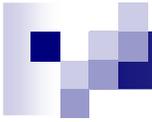
- Transmissionskurve -





Neu Anforderungen an das Beleuchtungssystem

- leuchtstark für das Spektrum von ca. 300-550nm
- schnelle Schaltzeit → möglichst wie Blitzgerät
- hohe Lebensdauer
- Robust und Industrietauglich



- Ende -