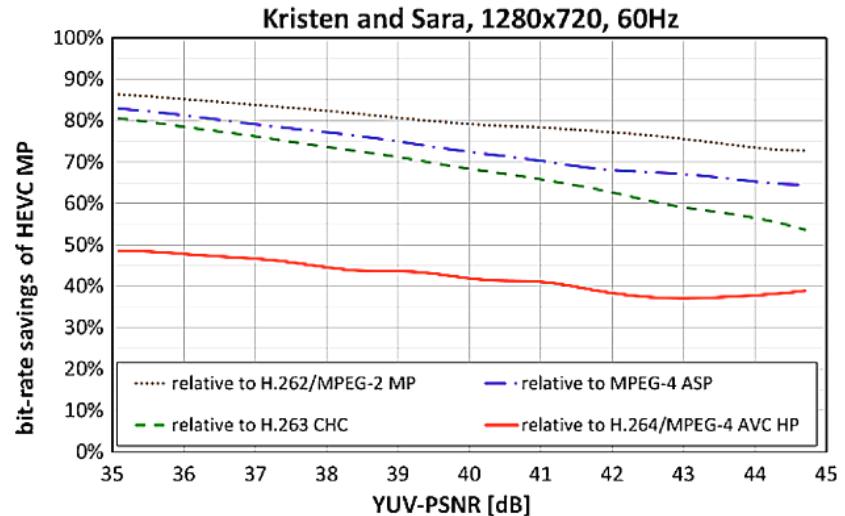
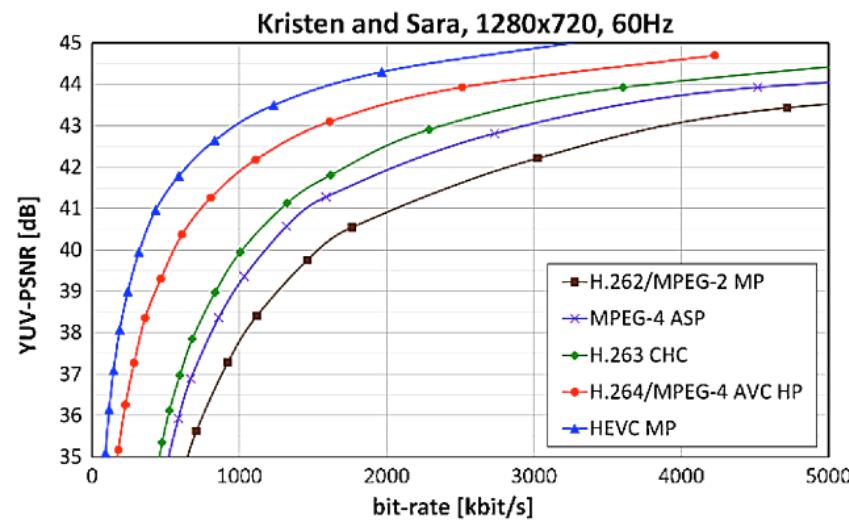


1. Einleitung - Motivation

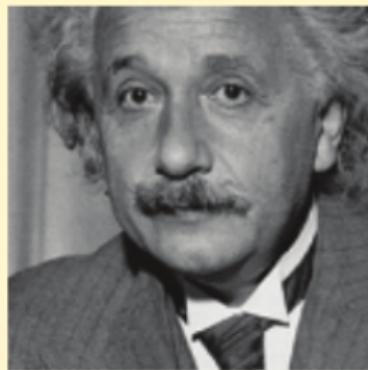
- Grundlegendes Problem bei der Kodierung von Bild- und Videodaten ist die Bewertung von Bildqualität und Wiedergabetreue
- Wo wird diese Bewertung benötigt?
 - Vergleich verschiedener Kodierverfahren
 - Bei H.265 kontinuierliche Kostenoptimierung zw. Bitkosten und geschätzter Bildqualität auf Basis der Rate-Distortion-Theorie



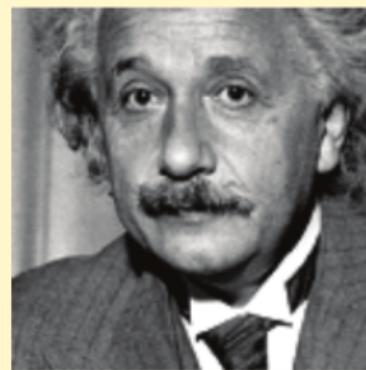
Leistungsvergleich verschiedener Kodierverfahren unter Zuhilfenahme des PSNR [G1]

1. Einleitung - Motivation

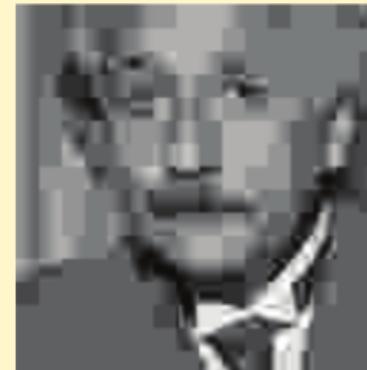
- Lösung 1 - **Konventionelle Metriken:**
Mathematische Fehlermaße wie PSNR, MSE, etc.
- Lösung 2 - **Perzeptuelle Metriken:**
Fehlermaße mit Berücksichtigung des HVS wie SSIM, VIF, etc.
- Lösung 3 - **Subjektive Qualitätstests:**
Bewertung der Sequenzen durch Menschen
- **Problem:** Subjektive und objektive Bewertung weichen voneinander ab



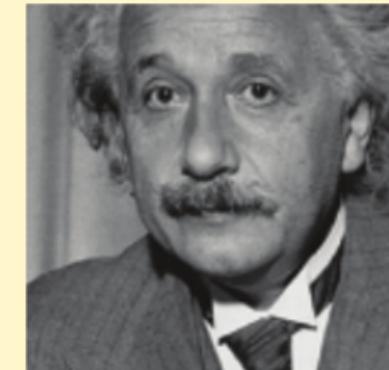
MSE=0, SSIM=1



MSE=306, SSIM=0.928



MSE=309, SSIM=0.580



MSE=871, SSIM=0.404

Beeinträchtigte Bilder: Original, Kontrastanpassung, JPEG Kompression, Verschiebung nach Rechts [G2]

- **Ziel der Arbeit: Testumgebung für Bild- und Videoqualitätstests**
 - Testumgebung = Software + Versuchslabor

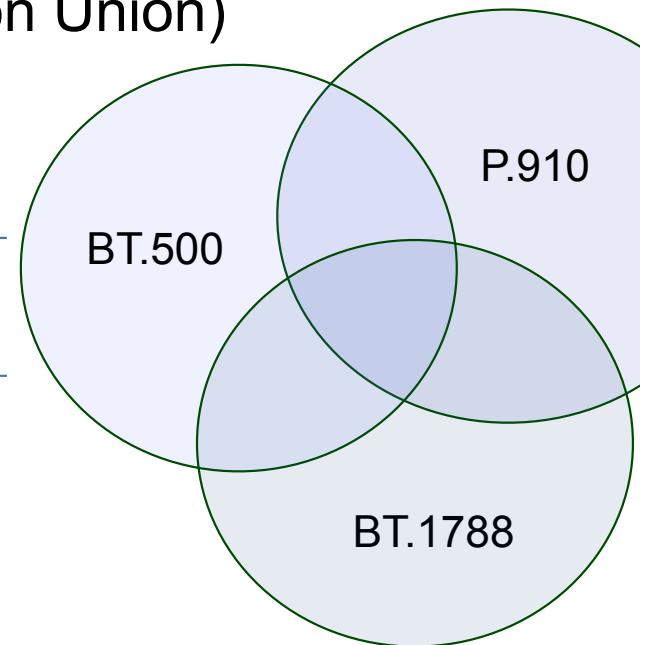
2. Grundlagen - Subjektive Qualitätstests

- Richtlinien der ITU (International Telecommunication Union)

BT.500 ITU-T. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures BT.500-13. 2012.

P.910 ITU-T. Subjective video quality assessment methods for multimedia applications P.910. 2008.

BT.1788 ITU-T. Methodology for the subjective assessment of video quality in multimedia applications BT.1788. 2007.



- Themen der Richtlinien

| | |
|--------------|--|
| Planung | Testdauer, Anforderungen, Bedingungen, Lern- & Kontexteffekte, Doku. |
| Testmaterial | Qualität und Beeinträchtigungen, Menge, Arten, Referenzsysteme |
| Probanden | Menge & Eigenschaften: Expertise, Alter, Sehfähigkeit |
| Realisierung | Monitor, Umgebungshelligkeit, Eingabemöglichkeit, Bildschirmabstand |
| Testmethoden | Single Stimulus, Double Stimulus, Pair Comparison, SAMVIQ, HR, SSMR |
| Bewertung | ITU-Skala, Non-categorical-, Numerical-, Categorical Judgement, ... |
| Auswertung | Mean Opinion Score, Konfidenzintervall, Visualisierungen, Screening, ... |

3. Konzept - Anforderungen

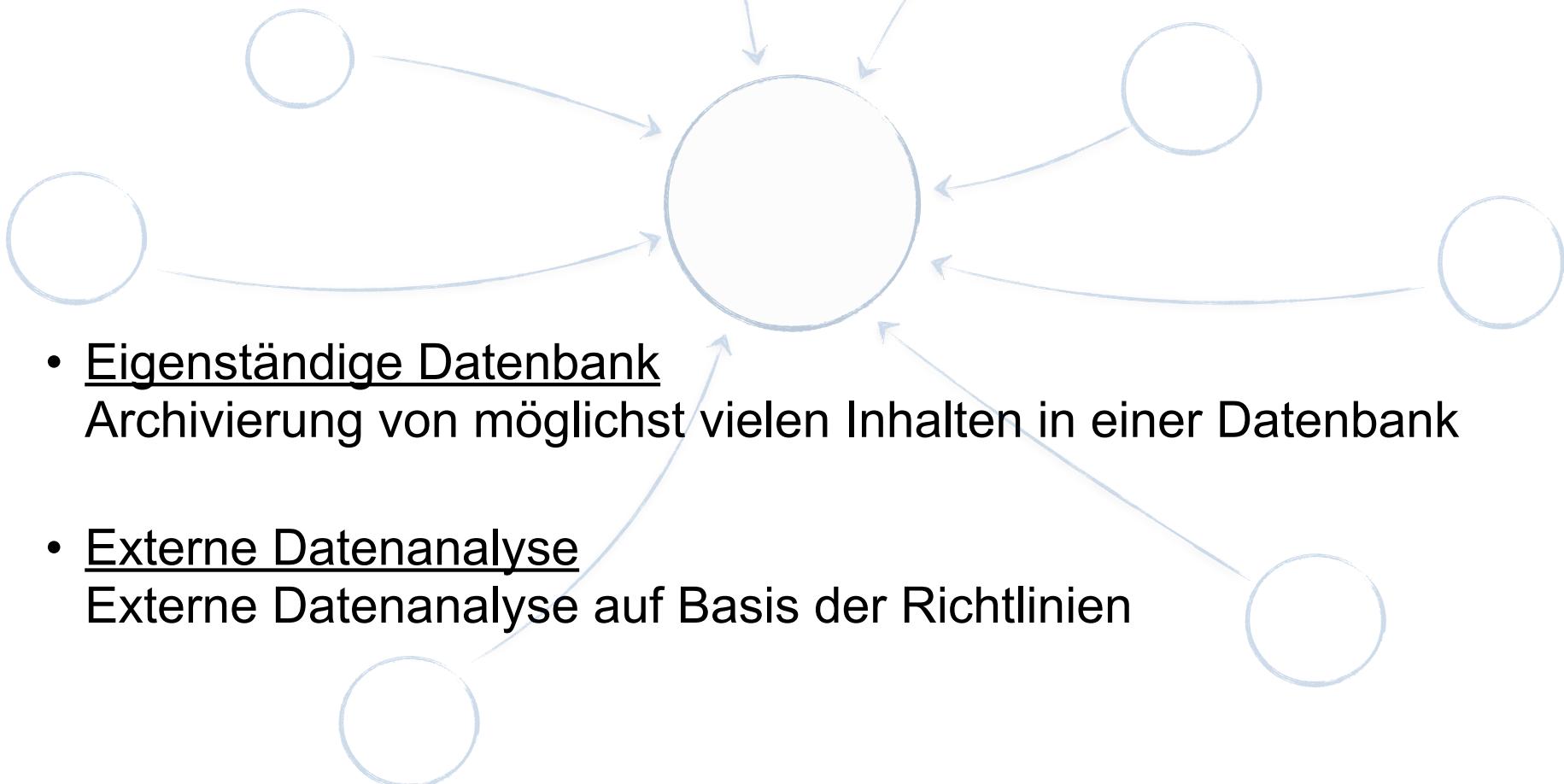
- Ableiten der Anforderungen aus den ITU Richtlinien
 - Testverfahren
 - Single Stimulus, Double Stimulus, Pair Comparison, SAMVIQ
 - Hidden Reference, Trainingseinheiten
 - Sequenzielle und gleichzeitiger Bewertung / Präsentation
 - Bewertungsmechanismen
 - ITU-Skala in verschiedenen Ausführungen (Slider)
 - Kategorische, attributive, numerische Bewertungsverfahren
 - Datenauswertung
 - Statistische Analyse: MOS, Konfidenzintervall, etc.
 - Visualisierung der Daten
 - Screening der Probanden
 - Weiteres: Zeiterfassung, Nutzerdatenabfragen, Gestaltung, u.v.m.

3. Konzept - Anforderungen

- Ergänzende Anforderungen vom Fraunhofer HHI

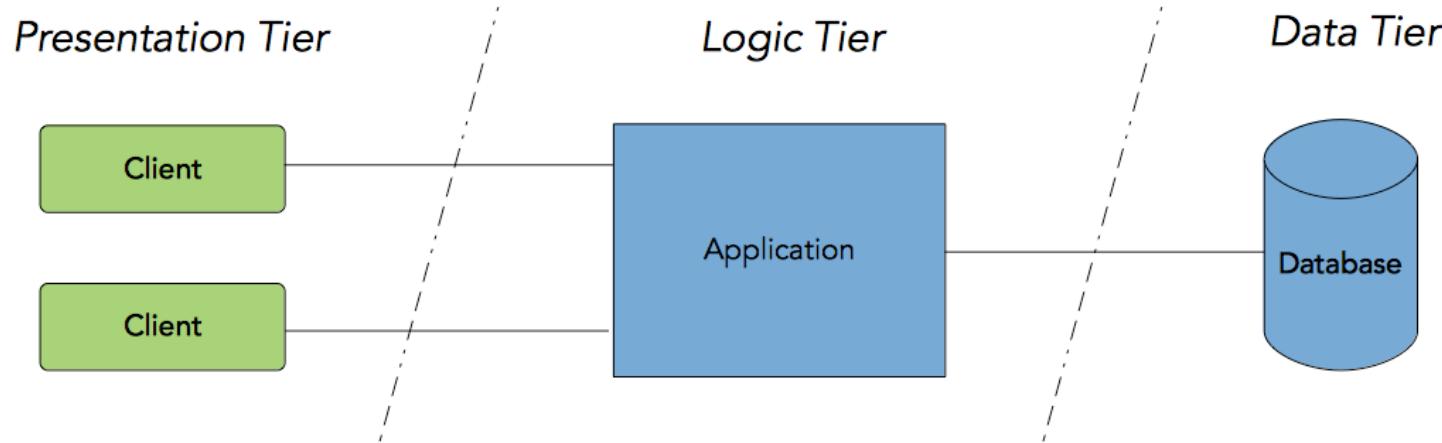
- Lab + Crowdsourcing

Auslagerung (outsourcing) einer bisher selbst erbrachten Leistung auf eine große Anzahl von Menschen über das Internet (crowd)



3. Konzept - Entwurf

- Architektur: 3-Tier Client-Server Modell

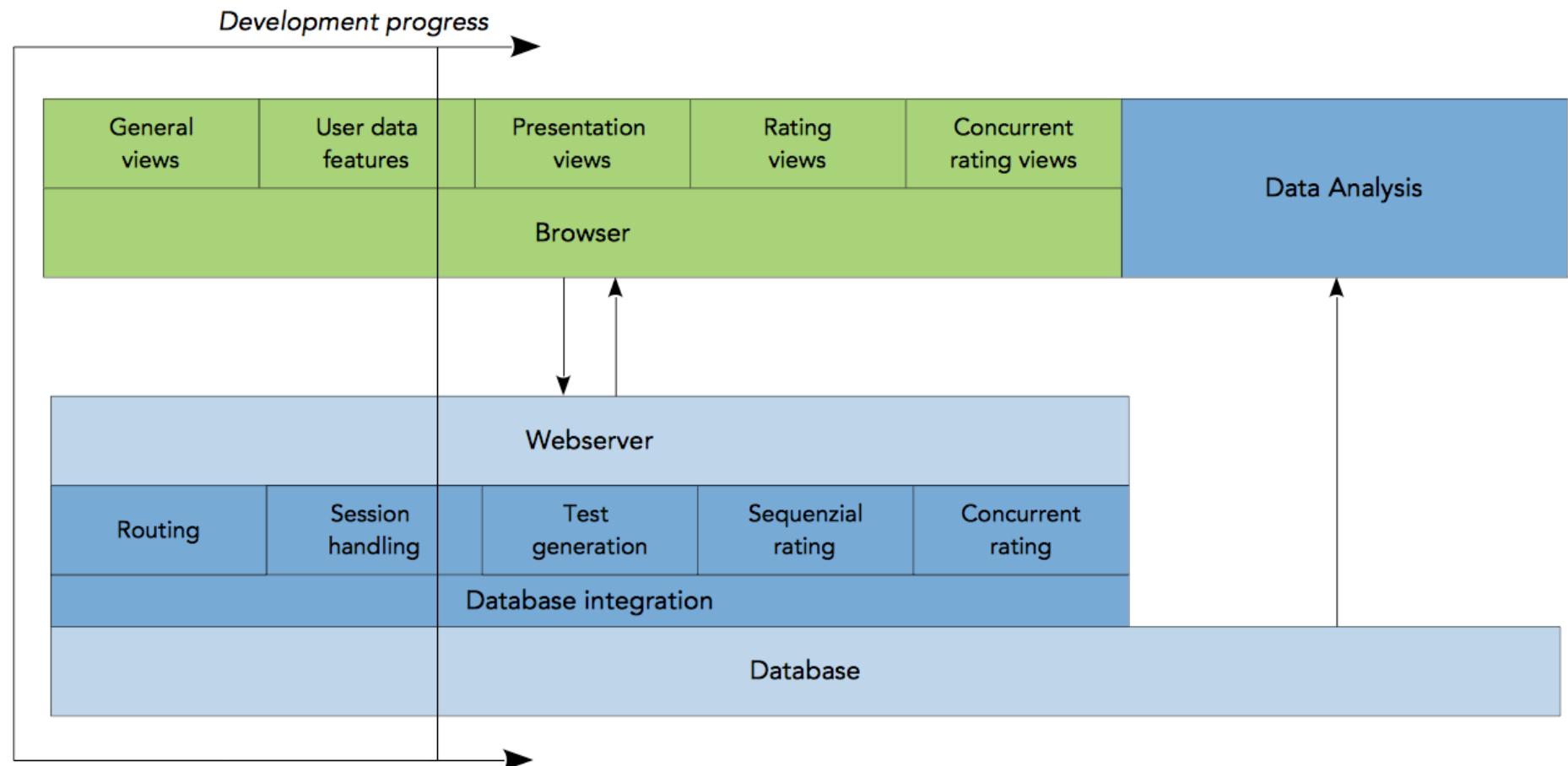


Darstellung des 3-Tier Client-Server Modell mit Präsentations-, Anwendungs- und Datenebene [G3]

- Klassische Architektur im Web
 - Client = Präsentationsebene
 - Server = Anwendungsebene + Datenebene
- Multiuser-System
- Client benötigt nur einen Browser
- Externe Datenbank garantiert eine konsistente, effiziente und sichere Verwaltung der Daten mit geregeltem Zugriff

3. Konzept - Entwurf

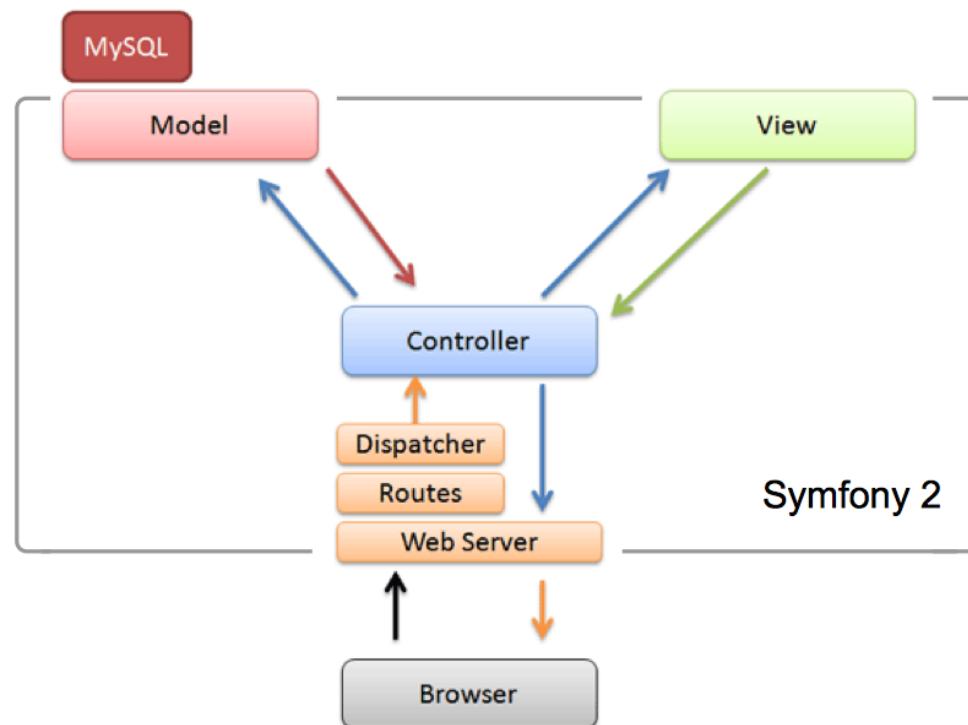
- Komponenten und Entwicklungsprozess - **Vertikaler Prototyp**
 - Zunächst Grundfunktionen von Datenbank und Webserver
 - Dann schrittweise Komponentenentwicklung
 - Abschließend: Entwicklung einer externen Datenanalyse



Darstellung des Entwicklungsprozesses mit den einzelnen Komponenten [G4]

4. Implementierung

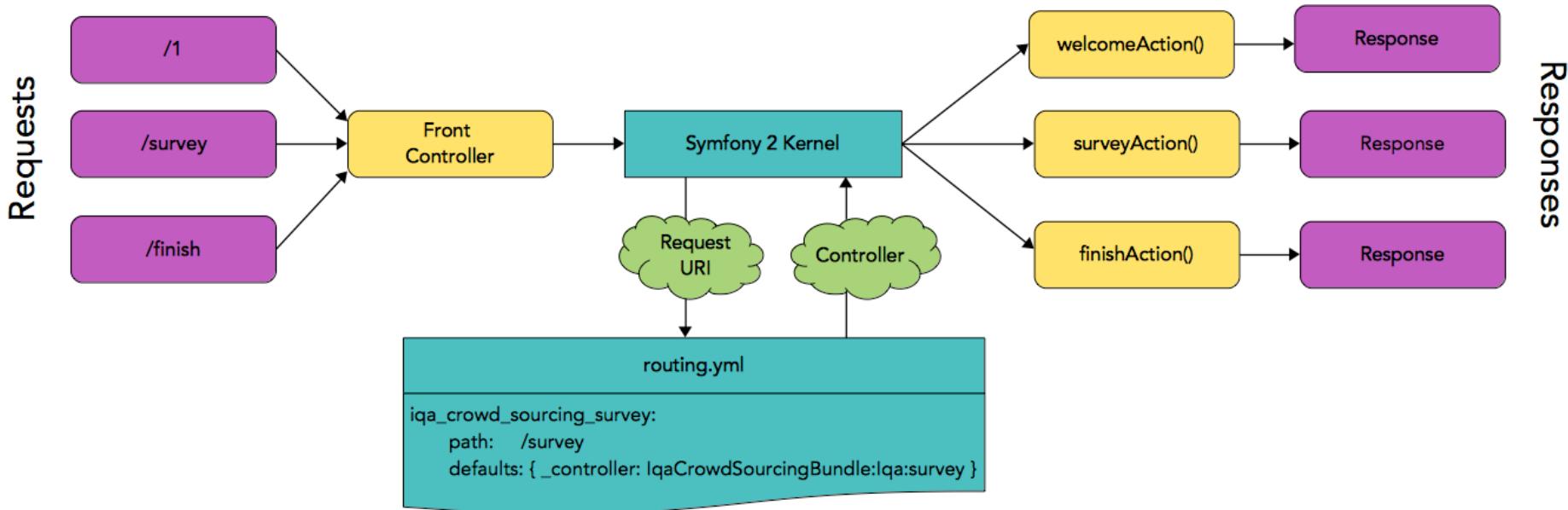
- *Symfony 2*
 - Web Application Framework, MIT license, Version 2.6
 - Integrierter Webserver, unterstützt intelligente Datenbankanbindung, Templatemechanismen, Lokalisierungsfunktionen, u.v.m.
- *Symfony 2* verwendet das ***Model View Controller Pattern***



- Interaktive Systeme
- Trennung von Datenmodell (Model), Präsentation (View) und Programmstrg. (Controller) für größere Flexibilität und Wiederverwendbarkeit

Darstellung des Model View Controller Pattern für Webanwendungen [G5]

4. Implementierung - Controller

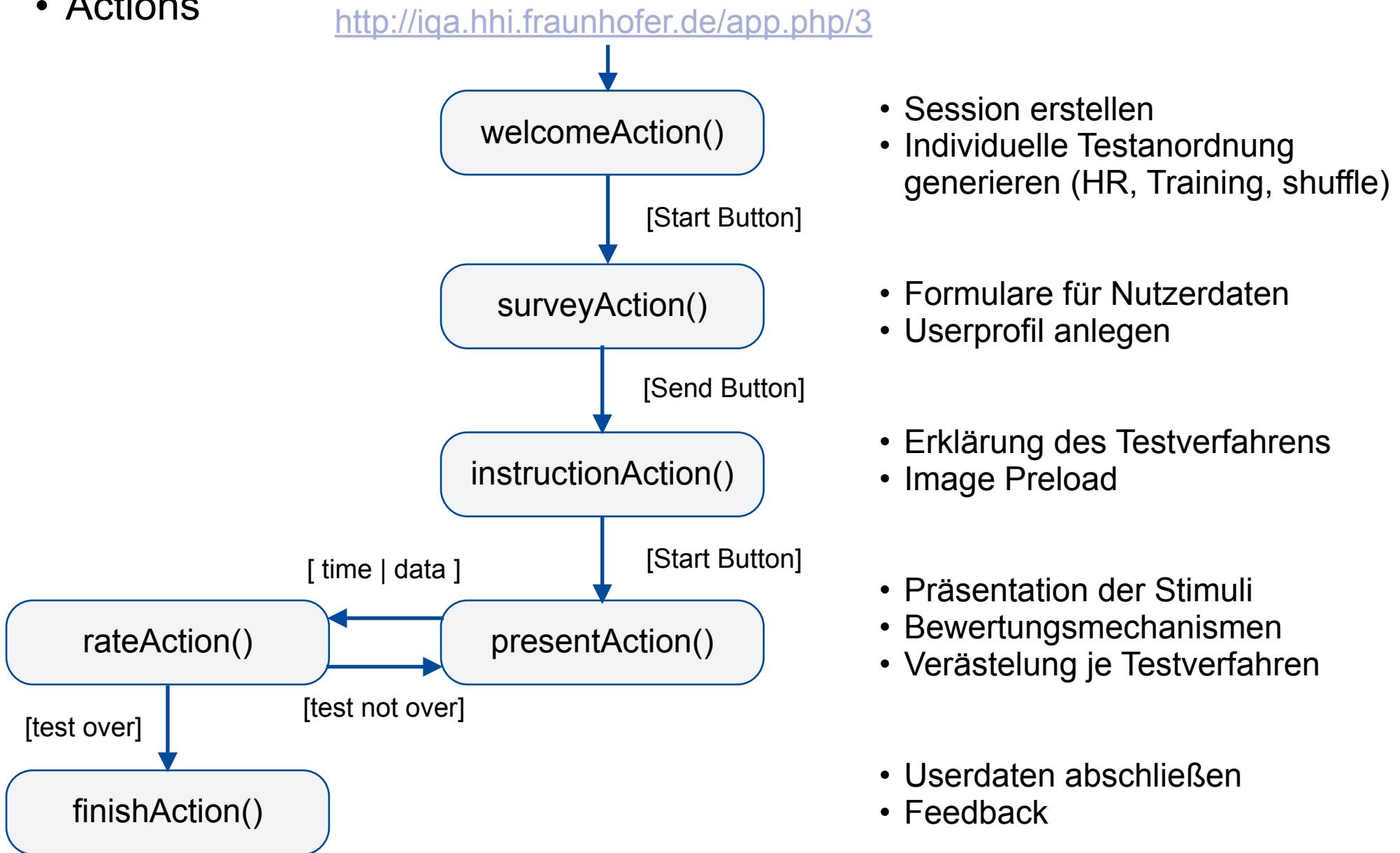


Darstellung der Request-Verarbeitung des Symfony 2 Frameworks [G6]

- Controller besteht aus *Actions*
 - User ruft den Webdienst via URL auf (*HTTP-Request*)
 - Symfony löst eine verknüpfte *Action* aus (*routing*)
 - *Actions* enthalten den Großteil der Programmlogik wie: Testgenerierung, Nutzerdatenabfrage, Testdurchführung, Bewertung
 - Controller Antwortet dem User immer mit einem *View*

4. Implementierung - Controller

- Actions



Zustandsübergangsdiagramm des Controllers [G7]

- Session erstellen
- Individuelle Testanordnung generieren (HR, Training, shuffle)
- Formulare für Nutzerdaten
- Userprofil anlegen
- Erklärung des Testverfahrens
- Image Preload
- Präsentation der Stimuli
- Bewertungsmechanismen
- Verästelung je Testverfahren
- Userdaten abschließen
- Feedback

4. Implementierung - View

- View bestehen im Kern aus **HTML** und **JavaScript**
- Views benötigt für die Startseite, Nutzerdatenabfragen und viele unterschiedliche Variationen der Test- und Bewertungsverfahren
 - Problem 1: Sehr viele Views mit hoher Redundanz
 - Problem 2: Dynamische Präsentation der Testsequenzen via HTML
- Symfony ermöglicht **Templating** und **Parameterübergabe** an die Views durch sogenannte .twig-Dateien
 - Refaktorisierung = Reduzierter Quellcode + zentrale Wartbarkeit
 - Rendering Mechanismus .twig => .html
- Die erstellten Views erben alle von einem **baseView**, der zentrale Funktionen beinhaltet wie Zeitmessung, Ablaufsteuerung, etc.
- Die einzelnen Testverfahren haben ihren eigenen View und bekommen durch einen Algorithmus die **Stimuli als Parameter**

4. Implementierung - View

For evaluating the test, some demographic information is valuable. The data is stored anonymously, will be kept confidential and is used only for statistical purposes. (ACR100)

Gender : man

Age :

I have knowledge about video coding : no

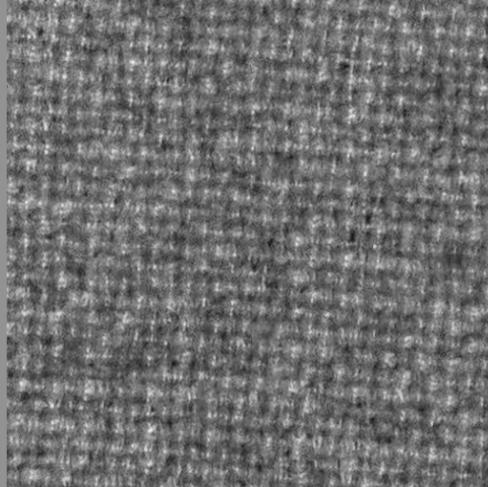
Maybe you receive a personal identification code and if so, you should enter it here:

Lightning condition : I don't know

Display height : mm

Viewing Distance : mm

You can accomplish an optional vision test by clicking this [link](#).

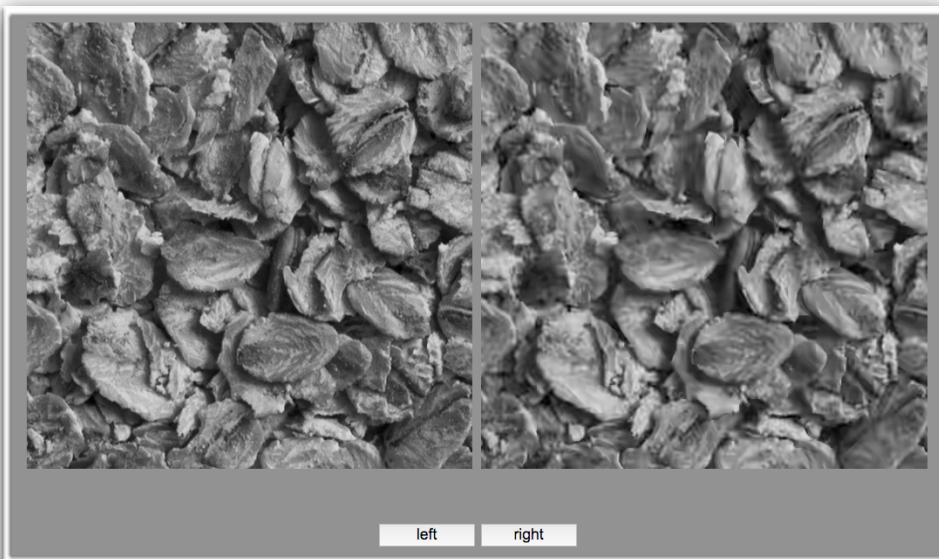


A vertical scale on the right indicates the level of annoyance from "Imperceptible" at the top to "Very annoying" at the bottom. The current position is marked as "Slightly annoying".

submit

Reference | Image A | Image B | Image C | Image D

3 / 6



You had some trouble? Please give us feedback :

labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

submit

Diverse Screenshots von Views der Anwendung: Nutzerdatenabfrage, SAMVIQ, PC-Verfahren, Feedback [G8]

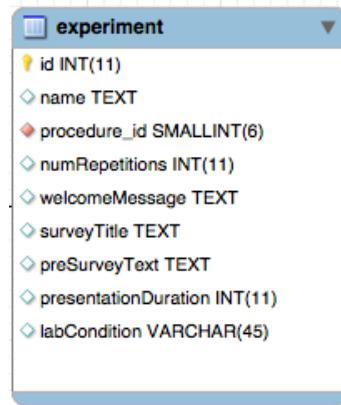
4. Implementierung - Model

- Datenbankmanagementsystem MySQL
Open-Source, Relationales Datenbankmodell, Doctrine
- Anbindung durch ***Doctrine***
Framework zur objektrelationalen Abbildung von PHP-Objekten in eine relationale Datenbank (*Object-Relational Mapping, ORM*)
=> Zugriff auf Daten mit PHP-Objekten anstelle von SQL-Querys



Verwendung von Doctrine zur Anbindung der MySQL Datenbank an Symfony [G9]

4. Implementierung - Datenbank



3 Komponenten

- Testverfahren
- Testsequenzen
- Testsitzungen

Entity-Relationship-Modell des entwickelten Datenbanksystems [G10]

4. Implementierung - Datenanalyse

- Typische Problemstellung in Wissenschaft und Technik, daher Verwendung einer **etablierte Funktionsbibliothek**
- Python
 - Bibliotheken: matplotlib, pandas, MySQLdb
 - Einmaliger Zugriff auf Datenbank => **pandas.DataFrame**

```
>> df.ratingValue.hist()
```

```
>> df[ (~df.trainingMode) & (df.width==64) ].ratingValue
```

```
>> df.groupby('conID').ratingValue.sem().mean()*1.96;
```

- **IPython Notebooks**

- Webbasierte, interaktive Arbeitsumgebung in der Code, Text, Grafiken und andere Multimediaelemente verwendbar sind
- Engere Kopplung von Code und Grafiken

4. Implementierung - Datenanalyse

IP[y]: Notebook

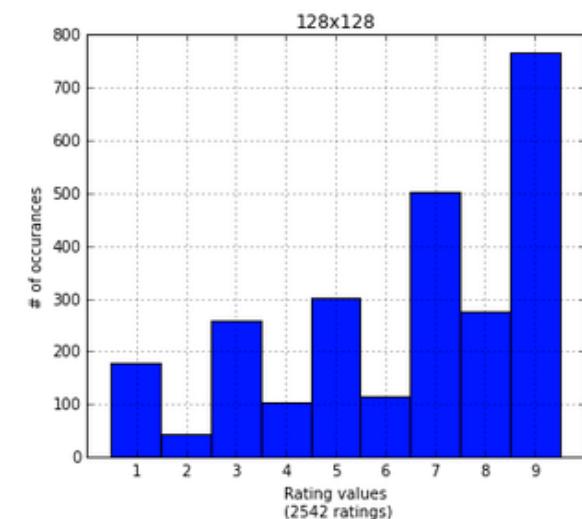
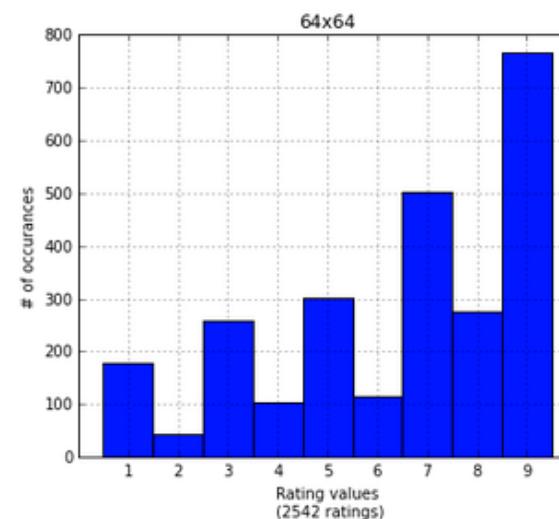
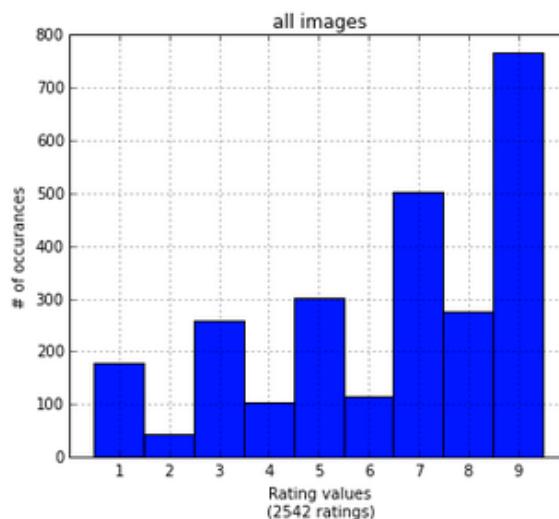
AnalyzeQA Last Checkpoint: Mar 13 09:31 (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Help



```
# plot for textures and patches individually
plt.subplot(1,3,2)
data = df[(df.trainingMode==0) & (df.width==64)].ratingValue;
data.hist(bins=bins,align='mid');
plt.xticks(np.arange(1,10));
plt.ylabel('# of occurrences');
plt.xlabel('Rating values \n ('+str(len(data))+' ratings)');
plt.title('64x64');

plt.subplot(1,3,3)
data = df[(df.trainingMode==0) & (df.width!=128)].ratingValue;
data.hist(bins=bins,align='mid');
plt.xticks(np.arange(1,10));
plt.ylabel('# of occurrences');
plt.xlabel('Rating values \n ('+str(len(data))+' ratings)');
plt.title('128x128');
```



The histograms look quite reasonable.

Screenshot des entwickelten IPython Notebooks [G11]

5. Labor

- Raum am HHI speziell für solche Assessments
 - Umgebungshelligkeit, graue Wände und Vorhänge
 - 27-Zoll LCD-Monitor von Dell, Typ U2711b
2560x1440 Pixel, 597x336 mm Bildfläche, 0.233 mm Pixelpitch
 - Windows-PC mit Maus und Tastatur

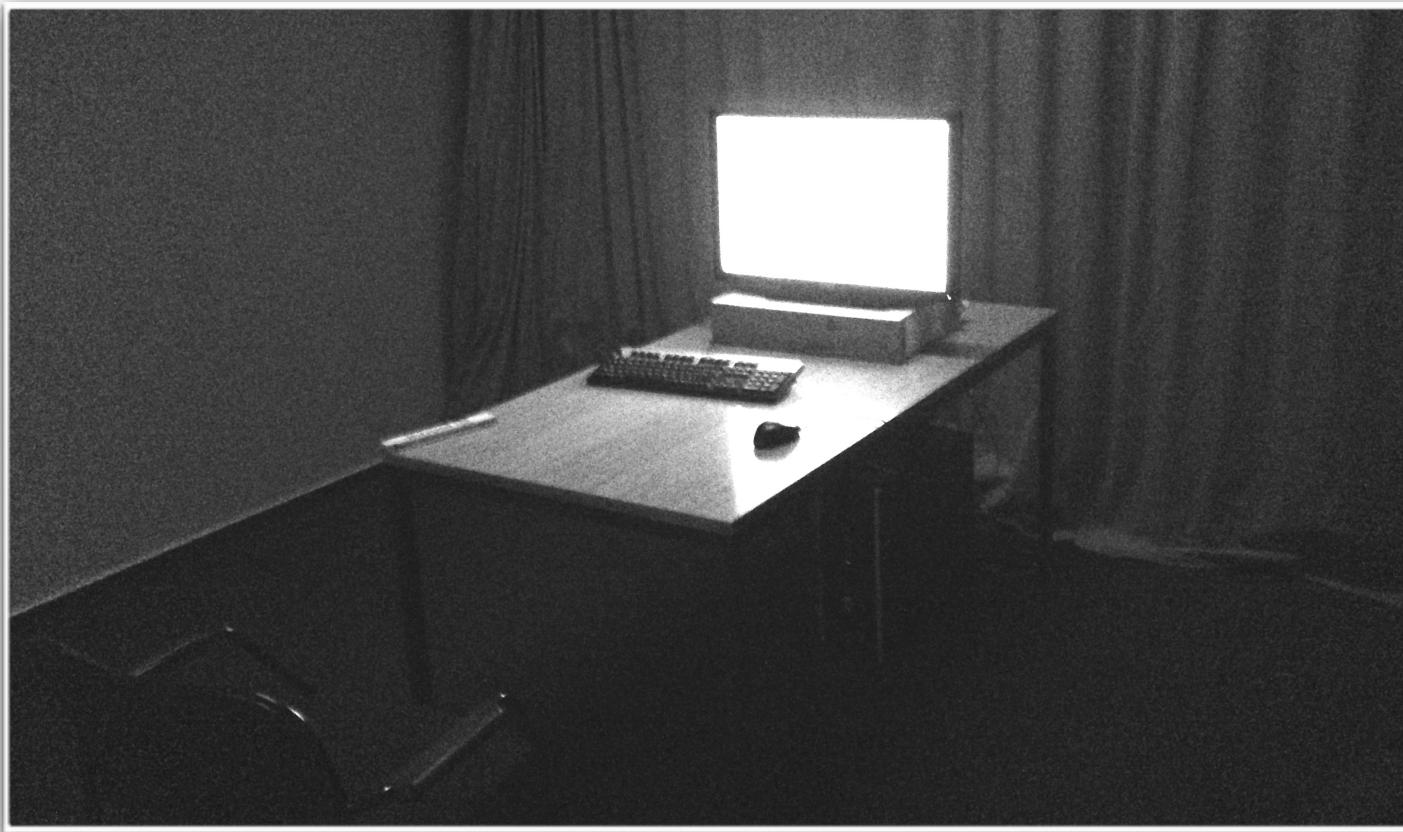
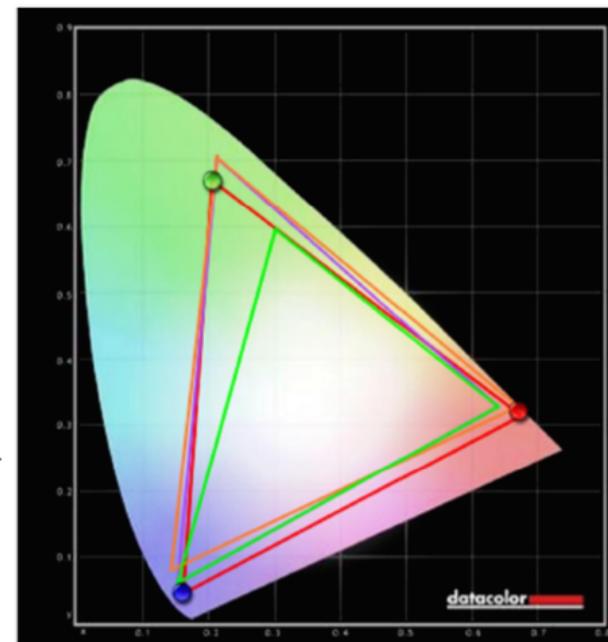


Foto vom konfigurierten Testplatz mit geringer Umgebungshelligkeit [G12]

5. Labor - Messungen

- Kalibrierung des Monitors: Tool Spyder 3 der Firma Datacolor
- Software + optischen Messeinheit => automatische Kalibrierung
- Konfigurationsvorlage: ITU Rec. 760
 - Gamma : 2.2; Farbtemperatur 6504 K; Helligkeit: 200 cd/m²

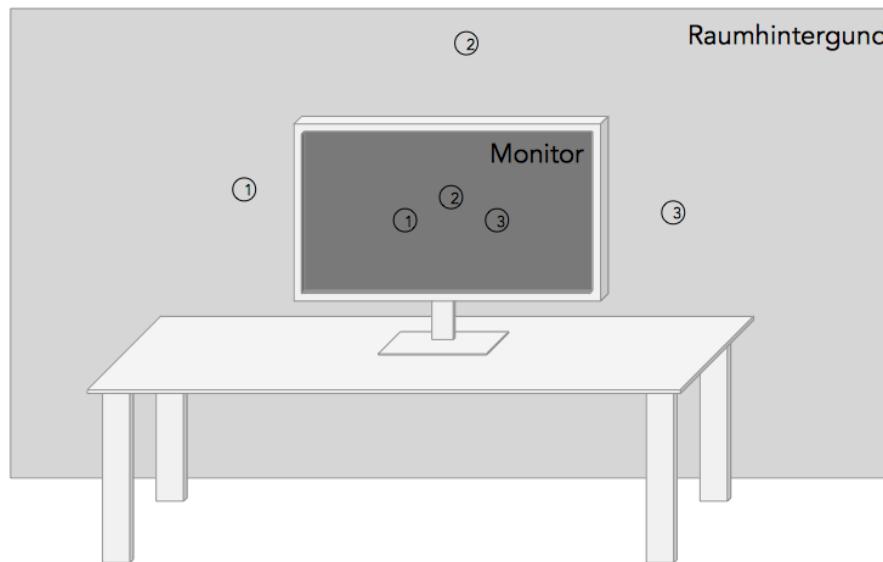
| Generic PnP Monitor-1 | | |
|------------------------------|-------------|-------|
| Luminanz (Candelas): | | |
| | Schwarz | Weiß |
| Unkalibriert | 0,36 | 228,6 |
| Zielwert | 0,36 | 200,0 |
| Kalibriert | 0,36 | 197,9 |
| Weißenpunkt (CIE xy): | | |
| Unkalibriert | 0,313 | 0,337 |
| Zielwert | 0,313 | 0,329 |
| Kalibriert | 0,311 | 0,328 |
| Phosphor (CIE xy): | | |
| Rot | 0,670 | 0,315 |
| Grün | 0,181 | 0,669 |
| Blau | 0,152 | 0,043 |
| DeltaE (Lab): | | |
| Weißenpunkt | 1,4 | |
| 50% Grau | 0,2 | |
| Gamma: | | |
| Unkalibriert | 2,01 (0,05) | |
| Zielwert | 2,20 (0,00) | |
| Kalibriert | 2,21 (0,01) | |



Kalibrierungsprotokoll der Spyder 3 Software mit Vergleich im CIE-Normalvenzsystem von AdobeRGB (Lila), sRGB (grün), NTSC (orange) und der Zielkonfiguration (rot) [G13]

5. Labor - Messungen

- Messungen
 - Helligkeitsmessung: CS-100A der Firma Konica Minolta



Darstellung der Messpunkte von Bildschirm- und Raumhelligkeitsmessung mit CS-100A [G14]

| cd/m^2 | Abstand | Messung 1 | Messung 2 | Messung 3 | Mittelwert |
|-------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Monitor - schwarz | 1 m | 0.24 | 0.22 | 0.20 | 0.22 |
| Monitor - weiß | 1 m | 190 | 188 | 172 | 183.3 |
| Monitor - inaktiv | 1 m | - | 0.01 | - | 0.01 |
| Raumhintergrund | 2 m | 0.39 | 0.43 | 0.38 | 0.40 |

5. Labor - Checkliste

- Checkliste auf Basis der ITU-Richtlinien

| ITU Richtlinien (soll) | Tatsächlicher Wert (ist) |
|---|---|
| Maximale Helligkeit des Bildschirms $\approx 200 \text{ cd/m}^2$ | 190.6 cd/m^2 Mittelwert von CS100A (183.3) und Spyder3 (197.9) |
| Helligkeitsverhältnis von schwarzer zu weißer Farbdarstellung bei dunkler Umgebung ≤ 0.1 | $0.22 / 183.33 = 0.0011$ (CS100A) $0.36 / 197.9 = 0.0018$ (Spyder3) [25] |
| Helligkeitsverhältnis zw. Raumhintergrund und max. Bildhelligkeit ≤ 0.2 | $0.40 / 183.33 = 0.0021$ |
| Helligkeit und Kontrast setup via PLUGE | Spyder3 nach ITU Rec 709 Helligkeit, Kontrast, Weißpunkt |
| Maximaler Betrachtungswinkel $< 30^\circ$ | Frontal |
| Abstand des Betrachters nach PVD oder je nach Versuchsziel: | Frei Konfigurierbar |
| Minimale Bildschirmdiagonale 14 Zoll | Bildschirmdiagonale = 27 Zoll |
| Ungenutzte Bildschirmflächen mit 50 % grau gefüllt ($Y=U=V=128$) | HTML Hintergrundfarbe #808080 |

6. Experiment

- Die Fragestellungen
 1. Unterschied zwischen menschlicher Wahrnehmung und Bewertung durch konservative und perzeptuelle Metriken (Validierung der Software mit Werten aus Literatur)
 2. Einfluss des *crowdbasierten* Verfahrens auf die Ergebnisse
 3. Einfluss der Stimuligröße auf die Qualitätsbewertung
- Konfiguration: 4 Assessments = 2 Stimuligrößen x 2 Experimentarten

| URL | stimuli size | type |
|---|--------------|------|
| http://iqa.hhi.fraunhofer.de/app.php/1 | 64 x 64 | lab |
| http://iqa.hhi.fraunhofer.de/app.php/2 | 128 x 128 | lab |
| http://iqa.hhi.fraunhofer.de/app.php/3 | 64 x 64 | web |
| http://iqa.hhi.fraunhofer.de/app.php/4 | 128 x 128 | web |

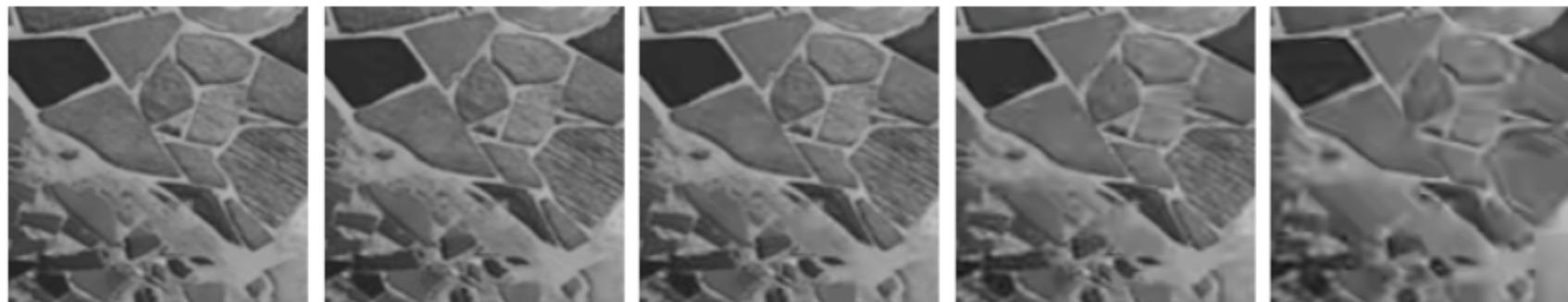
- Double Stimulus Verfahren mit 9-stufiger ITU-Impairment Skala
- Beliebige Betrachtungsdauer, gleichzeitige Bewertung und Stimulation, Betrachtungsabstand im Lab 1m

6. Experiment

- Stimuli
 - 6 homogene Texturen in allen Experimenten
 - Je 12 weitere *Patches* für Experimente mit gleicher Stimuligröße
 - Alle mit 4 unterschiedlichen Qualitätsparametern mit HEVC kodiert



Beispiele für Texturen der Größe 64x64 mit Originalsequenz (links) und den verschiedenen Testsequenzen (von links nach rechts) mit QP 31, 39, 43 und 51. [G15]



Beispiele für *Patches* der Größe 128x128 mit Originalsequenz (links) und den verschiedenen Testsequenzen (von links nach rechts) mit QP 22, 28, 34 und 40. [G16]

6. Experiment



Screenshot einer Testsequenz aus dem Experiment 4 [G16]

6. Experiment - Resultate

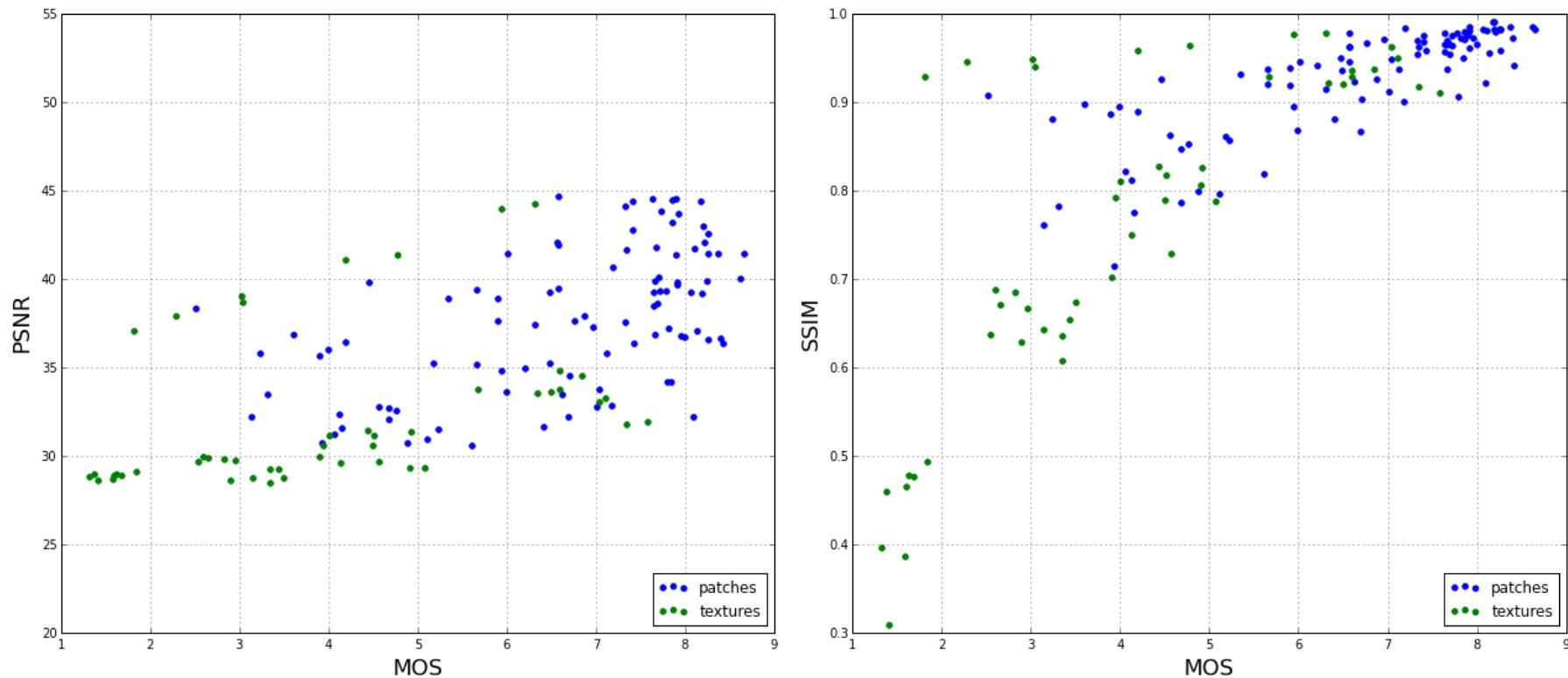
- 10.299 gültige Bewertungen und 421 Trainingsbewertungen in rund zwei Wochen im Web und im Labor gesammelt und ausgewertet

| | Lab64 | Lab128 | Web 64 | Web 128 | Einheit |
|---------------------------|-------|--------|--------|---------|---------------|
| Bewertungen | 2542 | 2448 | 3414 | 1895 | |
| Sitzungen | 18 | 17 | 32 | 14 | |
| Vollständige Sitzungen | 17 | 17 | 20 | 13 | |
| Experten | 15 | 14 | 18 | 6 | |
| Mittlere Dauer | 11.74 | 10.44 | 16.25 | 28.53 | Minuten |
| Standardabw. Dauer | 2.76 | 3.10 | 11.40 | 52.56 | Minuten |
| Mittlere Dauer je Stimuli | 4.5 | 3.9 | 7.7 | 10.9 | Sekunden |
| Mean Opinion Score | 6.39 | 5.94 | 5.58 | 5.24 | ITU 9er Skala |
| Durchschnittsalter | 29.21 | 28.88 | 34.22 | 36.49 | Jahre |

- Aufwand: Mail vs. Einzelbetreuung
- Motivation: Dauer, Testabbrüche (Web rund 30%)
- Screening nach ITU Richtlinien: Kein Proband aussortiert
Auffällig geworden aber 14% im Lab und 28% im Web

6. Experiment - Resultat

- Korrelation zwischen menschlicher Wahrnehmung (MOS) und konservativen bzw. perzentuellen Metriken



Korrelationsbetrachtung zwischen MOS und PSNR bzw. MOS und SSIM [G17]

Pearson für PSNR = 0.53564

Pearson für SSIM = 0.79188



Vergleichbar mit Werten aus Literatur [LJ11]

7. Fazit

| Framework Feature \ | Euphoria [12] | CrowdMOS [6] | QualityCrowd2 [19] | WESP [20] | BeagleJS [22] | <i>in-momento</i> [23] |
|----------------------|----------------------|---|---|---|-------------------|---|
| Media types | Image, video & audio | Image, audio | Image, video & audio | Image, video, audio, sensory effects | Audio | Image, video |
| Methodology | PC (binary scale) | ACR, DCR, MUSHRA | ACR, flexible: single & double stimulus; discrete & continuous scales | All (flexible), e.g., ACR, ACR-HR, DSCQE, Double stimulus for sensory effects | ABX, MUSHRA | ACR |
| Questionnaires | None | Embedded in evaluation | Separated tasks | Embedded in evaluation | None | None |
| Tasks design | Fixed template | Custom template All tasks have the same template | Custom template Tasks configured in script file | All tasks have the same template | Fixed template | Fixed template |
| Tasks order | Random All pairs | Random Full set or subset of all stimuli | Fixed | Flexible | Fixed | Random Based on actual number of ratings |
| Screening | Transitivity index | 95% CIs | None | None | None | Reliability profile |
| Data storage | Text files | Text files | Text files CSV format | Database | Text files | Database |
| Open source | No ¹² | Yes ¹³ | Yes ¹⁴ | Yes ¹⁵ | Yes ¹⁶ | Yes ¹⁷ |
| Programming language | N/A | Ruby | PHP + own script language | Javascript + PHP | Javascript + PHP | PHP |

Vergleich von Frameworks für Bild-, Video- und Audioqualitätstests aus [TH14]

- Erfolgreiches Experiment mit 10.000 Bewertungen von vielen Probanden übers Internet und im Labor als praxistauglich bewiesen
- Future Work: Verbesserung Video, Screening, Präsentationsreihenfolge, Datenauswertung, Bedienbarkeit, Sicherheit, uvm.

Literatur

- [DY09] Richard Dosselmann and Xue Dong Yang. A comprehensive assessment of the structural similarity index. *Signal, Image and Video Processing*, 5:81–91, November 2009.
- [IT07a] ITU-T. Methodology for the subjective assessment of video quality in multi-media applications BT.1788. 2007.
- [IT07b] ITU-T. Specifications and alignment procedures for setting of brightness and contrast of displays BT.814. 2, 2007.
- [IT08] ITU-T. Subjective video quality assessment methods for multimedia applications P.910 (04/2008). 2008.
- [IT12] ITU-T. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures BT.500-13. 13, 2012.
- [LJ11] Weisi Lin and C.-C. Jay Kuo. Perceptual visual quality metrics: A survey. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 22(4):297–312, may 2011.
- [Net15] Mozilla Developer Network. Web API Interfaces. <https://developer.mozilla.org/de/docs/Web/API/Window/devicePixelRatio>, 2015. Accessed March 28, 2015.
- [Sen15] SensioLabs. The Symfony Book. <http://symfony.com/doc/current/book/index.html>, 2015. Accessed March 10, 2015.

Literatur

- [TH14] Pavel Korshunov Tobias Hoßfeld, Matthias Hirth. Survey of Web-based Crowdsourcing Frameworks for Subjective Quality Assessment. *Multimedia Signal Processing (MMSP 2014)*, 2014.
- [VA11] C. Sasi Varnan and Dr.D.S.Rao A.Jagan, Jaspreet Kaur, Divya Jyoti. Image Quality Assessment Techniques pn Spatial Domain. *IJCST, September 2011*, 2:177–184, 2011.
- [VQE10] VQEP. Report on the Validation of Video Quality Models for High Definition Video Content. 2010.
- [VS14] Gary J. Sullivan et al. Vivienne Sze, Madhukar Budagavi. *High Efficiency Video Coding (HEVC)*. Springer, 2014.
- [WaBSS04] Z. Wang, a.C. Bovik, H.R. Sheikh, and E.P. Simoncelli. Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(4):600–612, April 2004.
- [WB09] Zhou Wang and Alan C Bovik. Mean Squared Error: Love It or Leave It? *IEEE Signal Processing Magazine*, January 2009, pages 98–117, 2009.
- [Win13] Stefan Winkler. *Digital Video Quality: Vision Models and Metrics*. Wiley, 2013.
- [WM08] Stefan Winkler and Praveen Mohandas. The evolution of video quality measurement: From PSNR to hybrid metrics. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 54:660–668, 2008.

A1. Symfony View

HTML BasisView Template

```
<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <meta ... />
        <title>Basis View mit vererbaren Attributen</title>
        <script type="text/javascript">
            alert("Ein Funktionsaufruf im Basis-View den auch Kinder erben");
        </script>
    </head>
    <body class='iqa'>
        {% block body %}
            <!-- Code aus abgeleiteten Views -->
        {% endblock %}
    </body>
</html>
```

HTML ChildView: Erbt vom BaseView

```
{% extends 'IqaCrowdSourcingBundle:Iqa:baseView.html.twig' %}
{% block body %}
    <!-- Eigenen Funktionen die den BaseView erweitern -->
    <div> Some HTML foo only for this child </div>
    <script type="text/javascript">
        presentationDuration = {{presentationDuration | raw }};
    </script>
{% endblock %}
```

A2. ITU Screening

$$\beta_{2jkr} = \frac{m_4}{(m_2)^2}; m_x = \frac{\sum_{i=1}^N (u_{ijkr} - \bar{u}_{ijkr})^x}{N}$$

Gesucht wird P_i und K_i für den User i über alle $j, k, r = 1$ bis J, K, R
(Alle Sequenzen K mit Beeinträchtigungen J und Wiederholungen R)

Wenn $2 \leq \beta_{2jkr} \leq 4$, dann:

Wenn $u_{ijkr} \geq \bar{u}_{ijkr} + 2S_{jkr}$, dann $P_i += 1$

Wenn $u_{ijkr} \leq \bar{u}_{ijkr} - 2S_{jkr}$, dann $Q_i += 1$

sonst:

Wenn $u_{ijkr} \geq \bar{u}_{ijkr} + \sqrt{20}S_{jkr}$, dann $P_i += 1$

Wenn $u_{ijkr} \leq \bar{u}_{ijkr} - \sqrt{20}S_{jkr}$, dann $Q_i += 1$

Falls $\frac{P_i+Q_i}{JKR} > 0.05$ und $|\frac{P_i-Q_i}{JKR}| < 0.03$ dann sollte der Proband i entfernt werden.

A4. Stimuli

- Fragestellung 3: HEVC Enc. zerlegt Bild in Blöcke, CTU = 64x64 Pixel, CTU ist Entscheidungsgrundlage des Encoders => Reicht das aus?
- Texturen sind gute Möglichkeit für kleine Bildausschnitten da wenig Kontext verloren geht (harmonische Wiederholung)
- Patches aus früheren Untersuchungen am HHI

