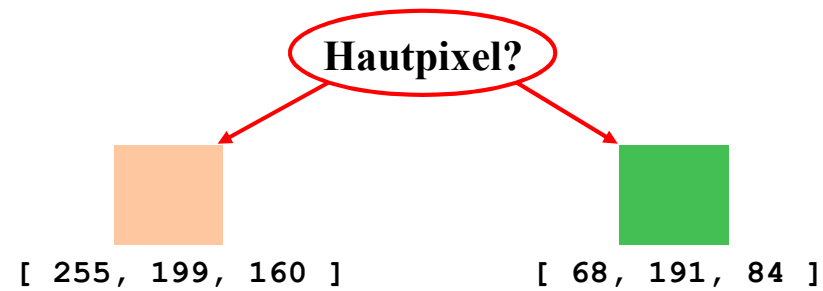


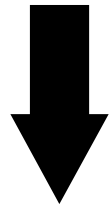
# Sexting und Nacktheit Erkennung

- Definition eines Sexts für automatische Erkennung sehr komplexes Problem
- Abstraktion: Erkennung von Nacktbildern
- Hauterkennung
- Erkennung von Hautbereichen anhand der Pixelwerte
- Verhältnis erkannter Hautpixel zum Gesamtbild als Indiz für Nacktbild

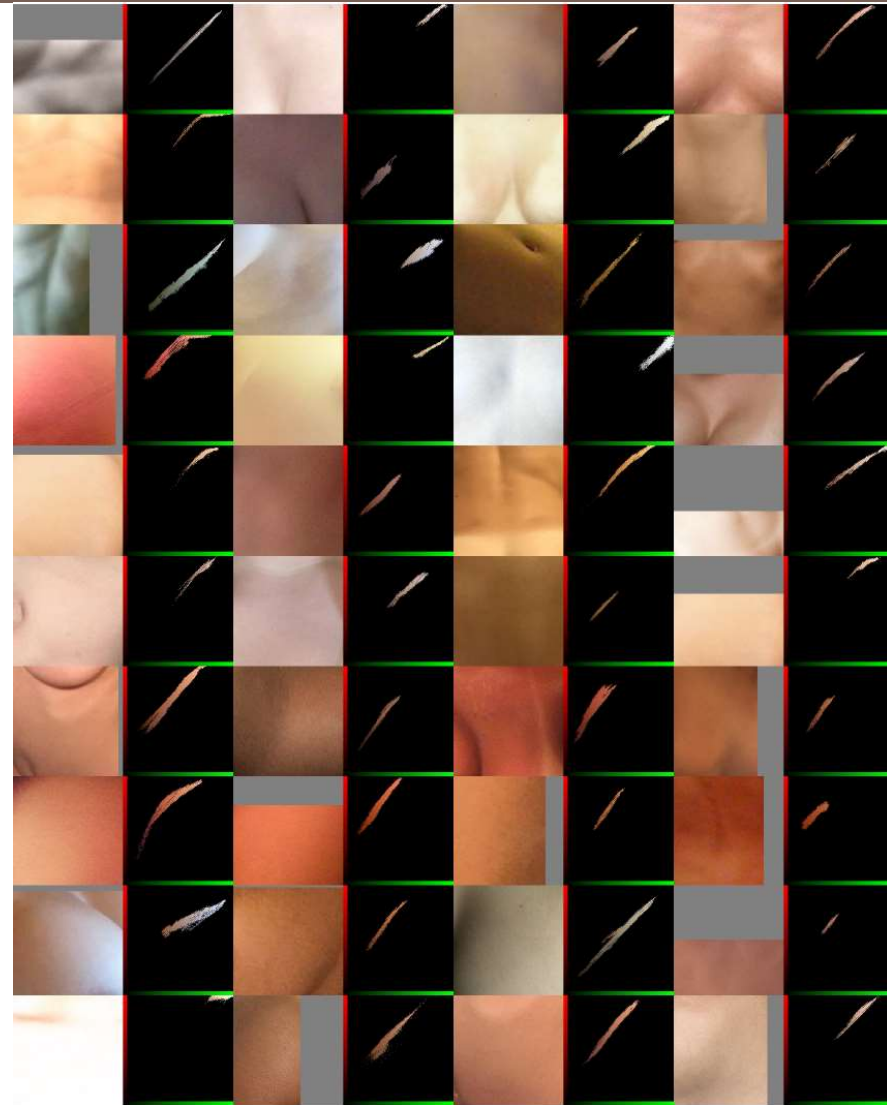


### Probleme bei der Hauterkennung

- Unterschiedliche Bräunungsgrade
- Unterschiedliche Belichtung
- Unterschiedliche Kameraeigenschaften



**Breites Farbspektrum für Hautfarbe!**



## Probleme bei der Hauterkennung

- Schwarz/weiß-Bilder enthalten keine Farbinformationen

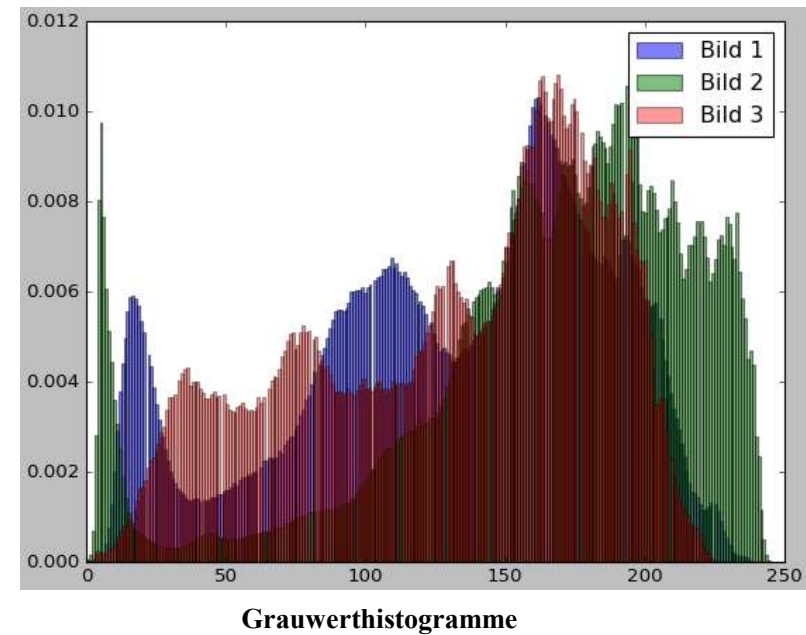


**Bild 1**

**Bild 2**

**Bild 3**

Beispiele reddit, anonymisiert



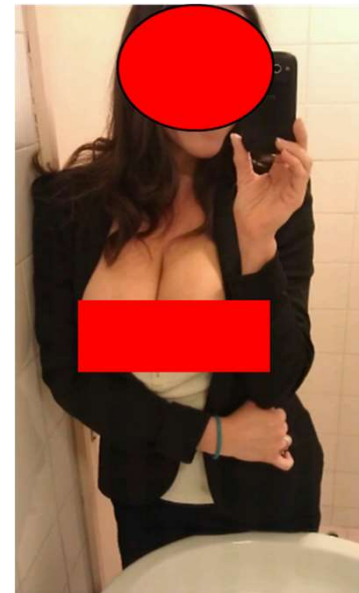
### Probleme bei der Hauterkennung

- Auch harmlose Bilder können einen hohen Hautanteil haben



Beispiel reddit, anonymisiert

- Ein Sext kann wenig Haut enthalten



Beispiel reddit, anonymisiert

### Hauterkennung

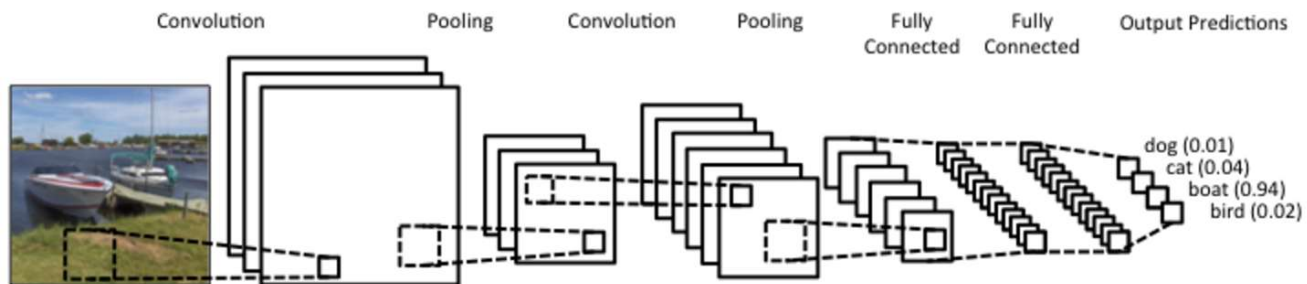
- Alternative: Kombination mit Gesichtserkennung
  - Pixel im Bereich der Nase als Referenz für Hautfarbe
- Probleme:
  - Gesichtserkennung nicht immer zuverlässig
  - Beleuchtung des Gesichts kann vom Körper abweichen
  - Unterschiedliche Bräunungsgrade zwischen Gesicht und Körper



CC0 Pixabay

### Maschinelles Lernen

- Künstliche Neuronale Netze (KNN) sind gut in Bilderkennung
- Lernen von Strukturen anhand einer Trainingsmenge
- Wiedererkennen der Strukturen auf neuen Bildern
- Aufbau in Schichten
  - Je höher die Schicht, desto komplexer die Strukturen  
(z.B. Schicht 1: horizontale Kanten, ... , Schicht 7: Boot)



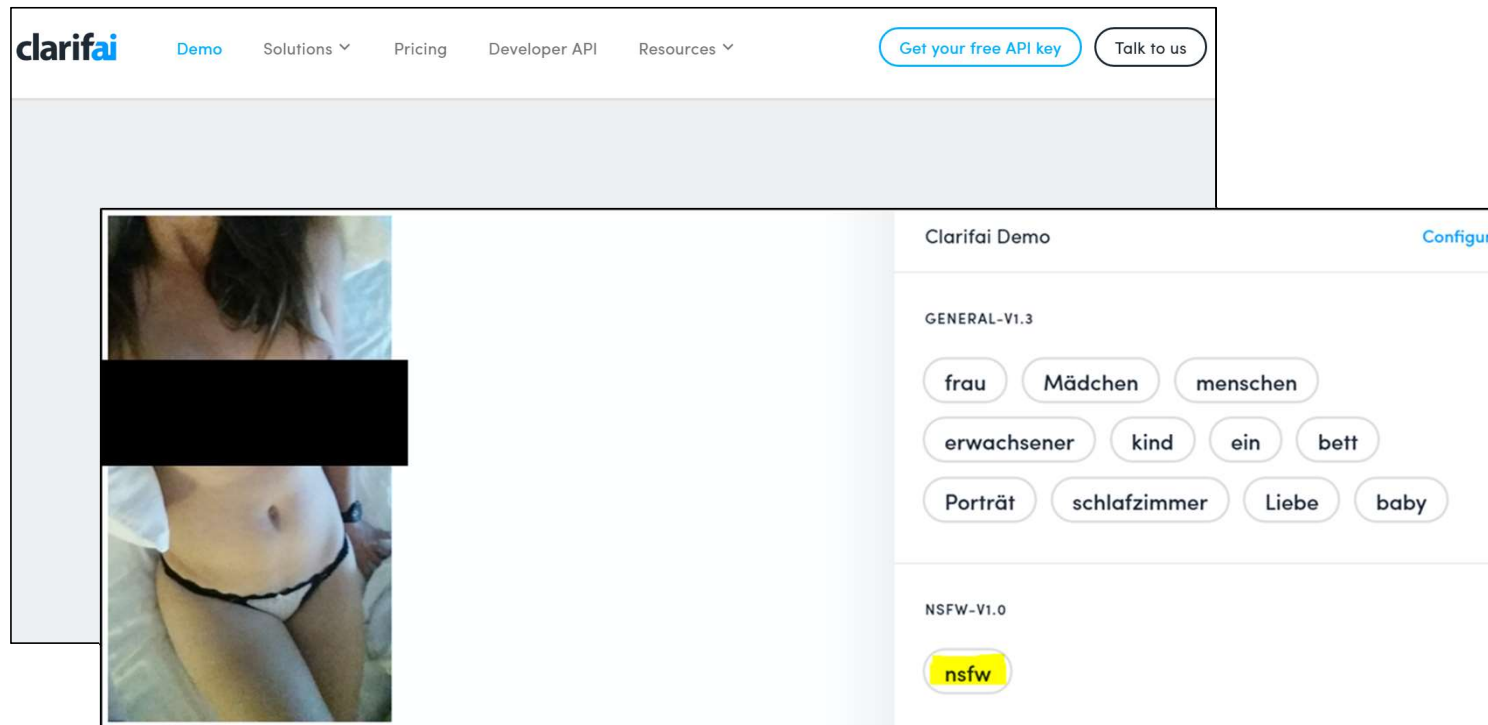
[ <http://www.wildml.com> ]

### Maschinelles Lernen

- Grundregel: je mehr Trainingsdaten, desto besser (>1 Mio. ist gut)
- Erkennungsraten von bis zu 99%
- KNNs im Einsatz zur Nacktbilderkennung:
  - Clarifai [\[https://www.clarifai.com\]](https://www.clarifai.com)
  - Sightengine [\[https://www.sightengine.com/product\]](https://www.sightengine.com/product)
  - Yahoo [\[https://github.com/yahoo/open\\_nsfw\]](https://github.com/yahoo/open_nsfw)



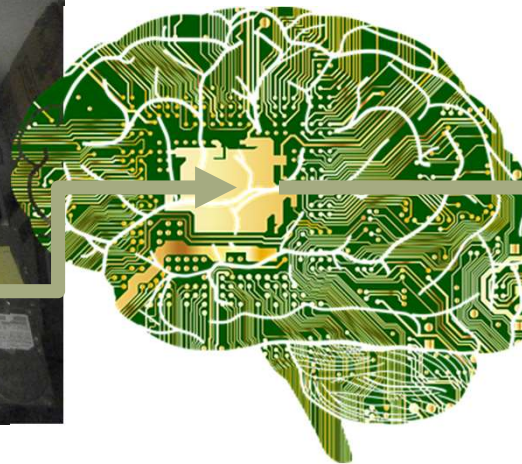
## Maschinelles Lernen



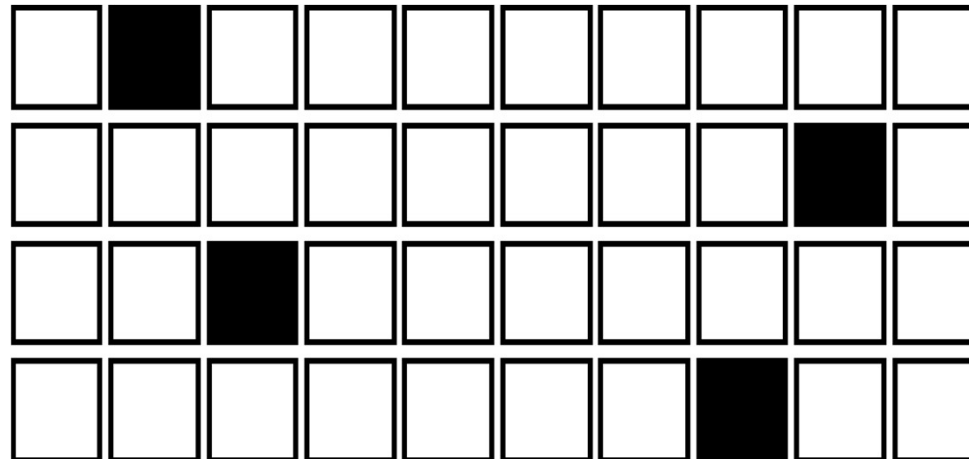
Beispiel reddit, anonymisiert

- Unterstützung bei Sichtung
  - Filterung
    - Deutlich reduzierte Datenmengen
    - Übersehen von relevanten Daten durch Fehler
  - Vollständige Sichtung ist in der Praxis unrealistisch
    - Abfall von Konzentration
    - Zeit
  - Kann dennoch verpflichtend sein

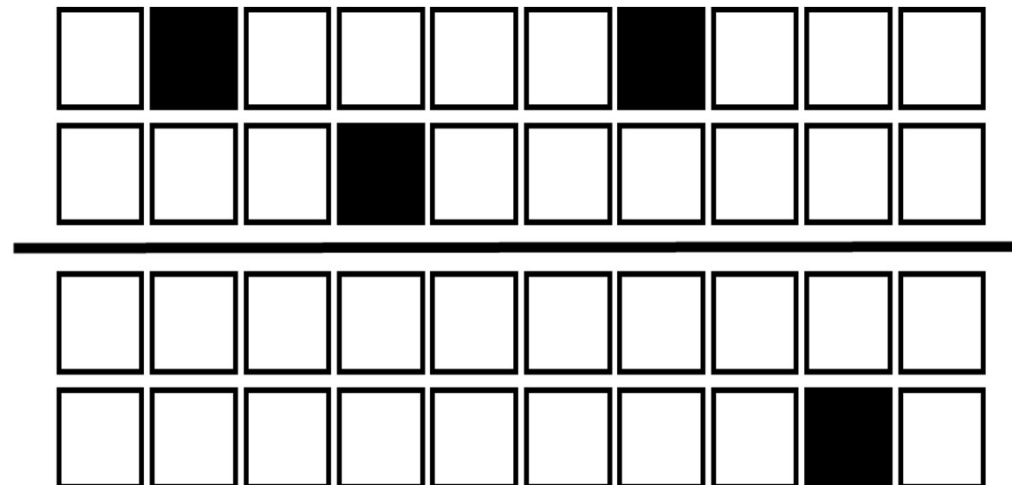
- Sortierung nach potentieller Relevanz durch Maschinelles Lernen



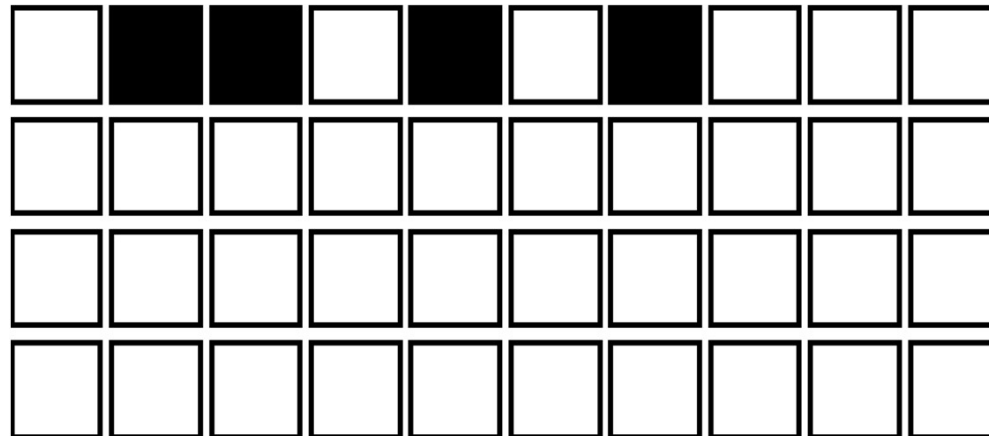
- Zufällige Verteilung legaler (weiß) und illegaler (schwarz) Inhalte
- 10% der Inhalte sind illegal



- Automatisierte Klassifizierung durch z.B. maschinelles Lernen
- Aufteilung legale und illegale Inhalte in zwei Gruppen
- Fehleinordnung durch Falsch Positive und Falsch Negative Ergebnisse



- Sortierung auf Basis von Merkmalen
- Illegale Inhalte mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit an der Spitze der Liste
- Die Wahrscheinlichkeit, illegalen Inhalt an einer Position zu finden nimmt stetig ab



## Nacktheitserkennung mit Neuronalen Netzen

- Simulation des Szenarios durch öffentlich verfügbare Bilder
  - 2k Bilder (1k SFW, 1k NSFW)
  - Quelle: Reddit.com
- Erfassen von Erkennungsraten
- Basis für mathematische Simulationen



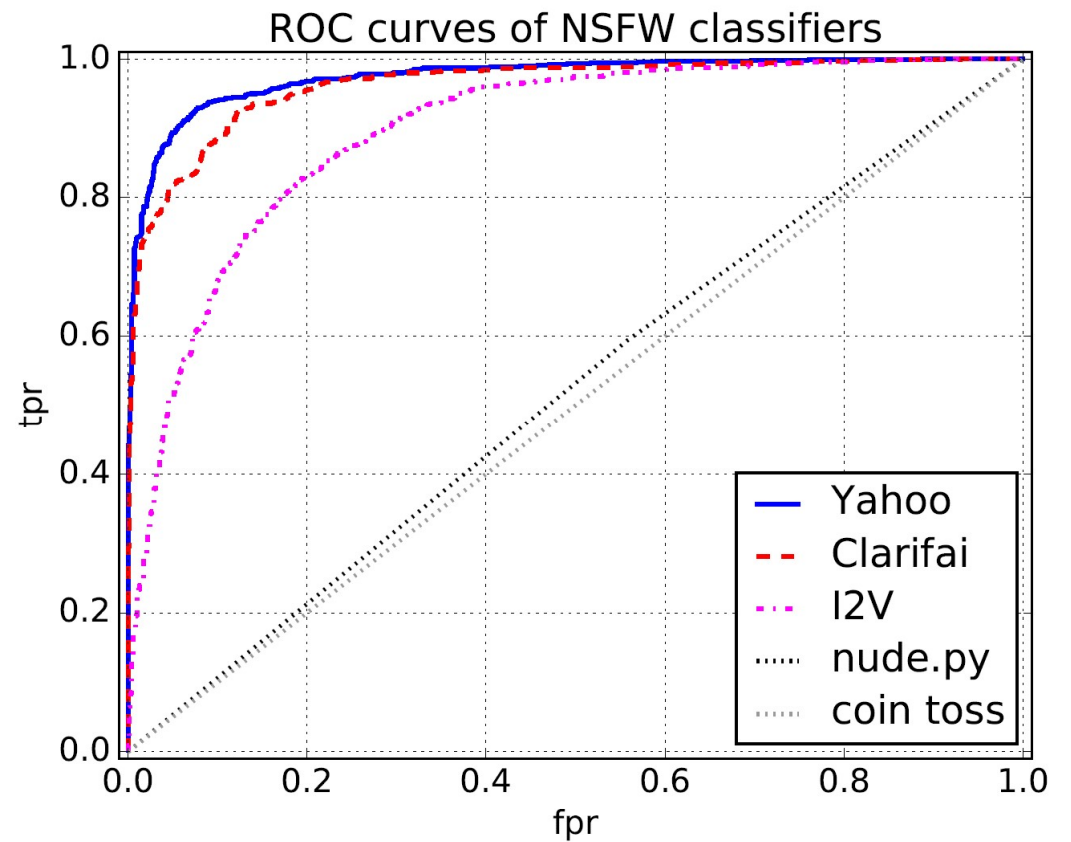
(a) NSFW images



(b) SFW images

- Ergebnisse

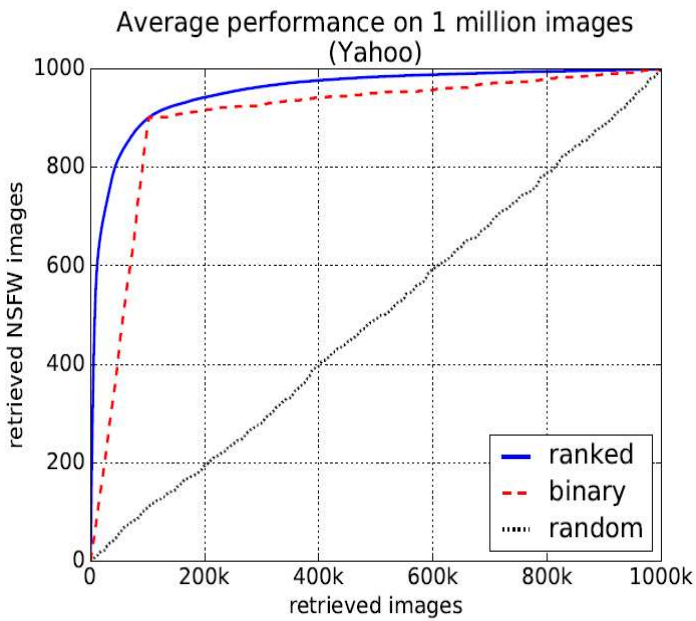
Classifier	AUC	Threshold	tpr	fpr
Yahoo	0.975	0.384	0.928	0.076
Clarifai	0.963	0.682	0.922	0.121
I2V	0.896	0.090	0.826	0.190
nude.py	0.518	-	0.594	0.558
coin toss	0.500	-	0.500	0.500



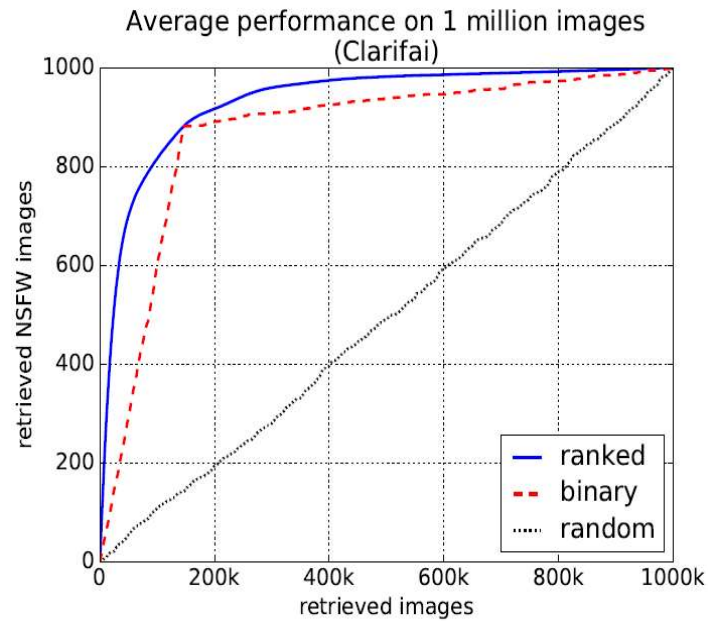


## Ergebnisse: Simulation großer Datenmengen

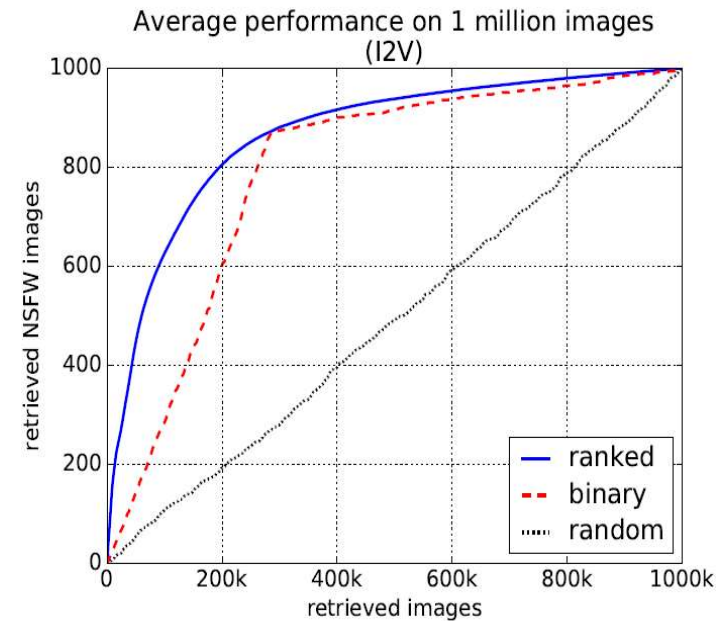
- Durchschnitt über 100 Simulationen
  - Jeweils 1 Millionen Bilder, 0.1% NSFW Anteil



(a) Yahoo



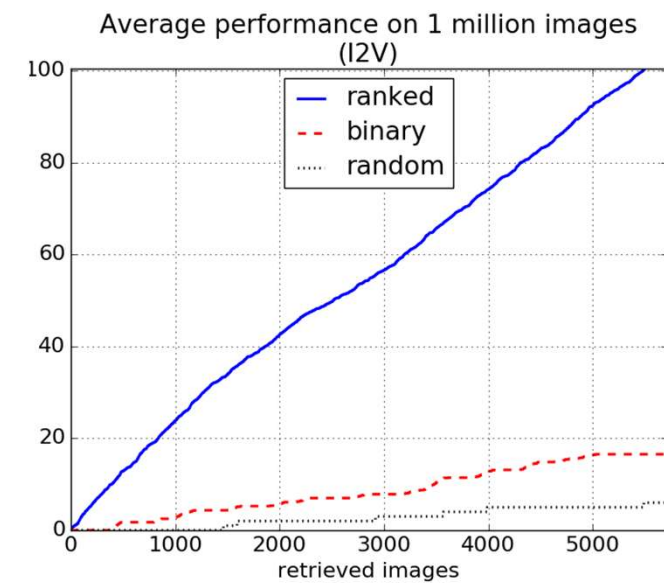
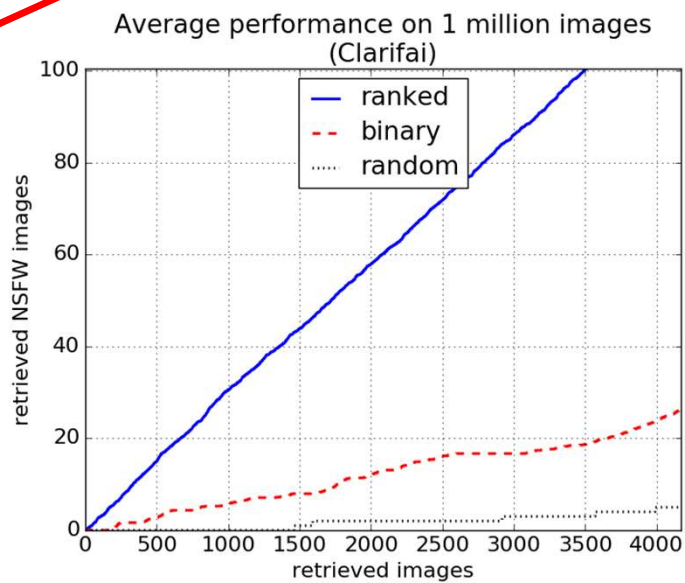
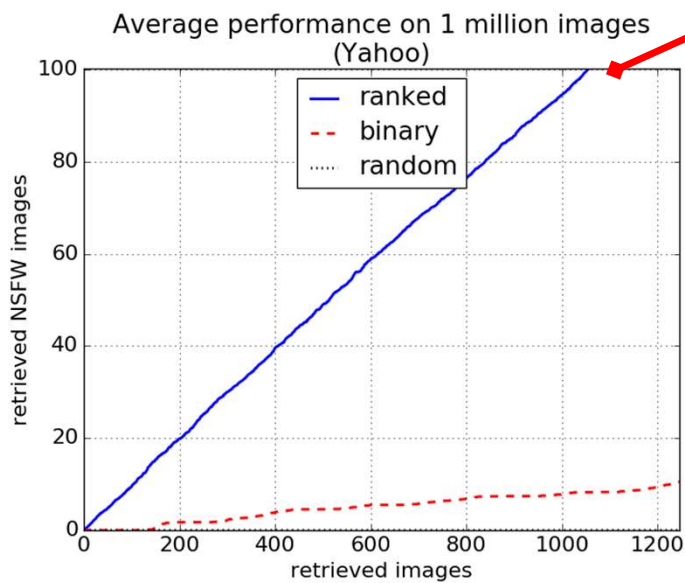
(b) Clarifai



(c) I2V

## ■ Zoom auf die ersten betrachteten Bilder

Nach 1000 Bildern sind 10% der relevanten Bilder betrachtet



## Ergebnisse: Simulation großer Datenmengen

- Durchschnittliche Position des ersten relevanten Bildes

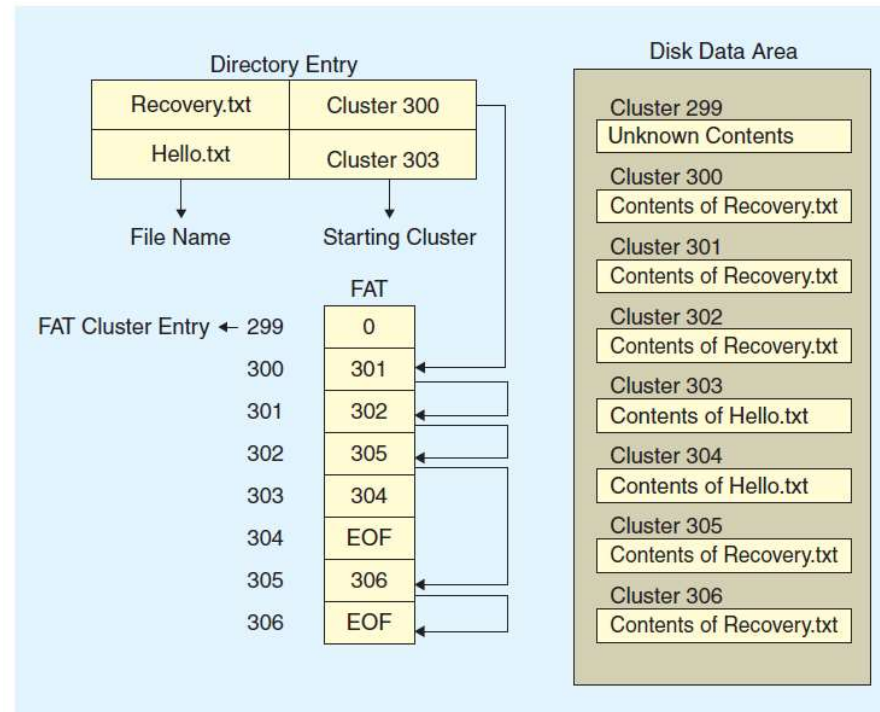
Rearrangement strategy	Rank <sub>1</sub>
random	1463.00
binary (Yahoo)	144.39
ranked (Yahoo)	8.74
binary (Clarifai)	169.41
ranked (Clarifai)	32.83
binary (I2V)	324.65
ranked (I2V)	41.79

Mayer, F., & Steinebach, M. (2017, August). Forensic image inspection assisted by deep learning. In *Proceedings of the 12th International Conference on Availability, Reliability and Security* (pp. 1-9).

## File Carving für Mediendateien

## Media File Carving

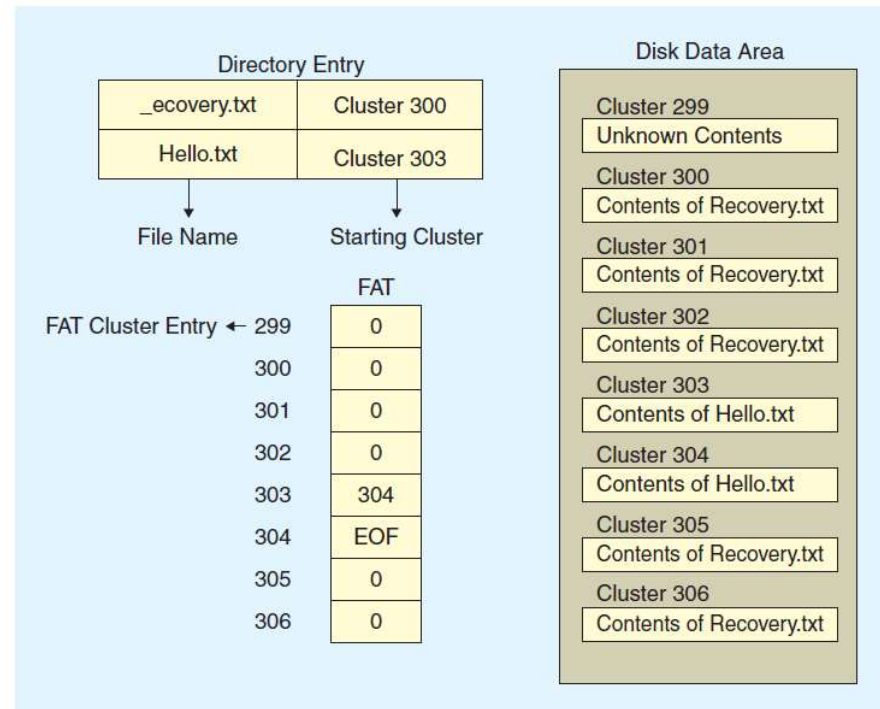
- Allgemein:
  - File Carving stellt gelöschte Dateien auf einem Filesystem wieder her
- Anwendungen:
  - Wiederherstellen versehentlich gelöschter Dateien
  - Spurensicherung bei Polizeiarbeit
  - Sicherung von Daten nach Harddisk-Defekt



Beispiel für Filesystem

- Anandabrata Pal and Nasir Memon, The Evolution of File Carving, <http://digital-assembly.com/technology/research/pubs/ieee-spm-2009.pdf>

- Konzept:
  - Dateien werden nur aus Inhaltsverzeichnis entfernt
  - Eigentliche Datei bleibt auf Datenträger vorhanden
  - Wenn Datei gefunden wird, kann deren Eintrag im Inhaltsverzeichnis wieder hergestellt werden
  - Datei ist dann wieder verfügbar



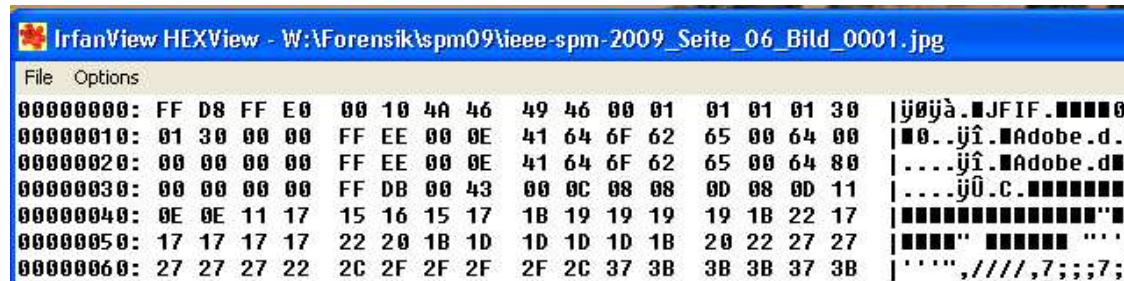
Nur die FAT Einträge von recovery.txt wurden entfernt

- Anandabrata Pal and Nasir Memon, The Evolution of File Carving, <http://digital-assembly.com/technology/research/pubs/ieee-spm-2009.pdf>

# Media File Carving

- Erkennen von Dateien

- Eine Datei in einem Filesystem ohne Eintrag im Verzeichnis muss als zusammenhängende Datei erkennbar sein.
- Dies wird oft durch Header und Footer von Dateien erreicht
- Viele Dateiformate haben einen definierten Start- und Endcode, wie z.B. JPEG
- FF D8: Start Of Image



```
IrfanView HEXView - W:\Forensik\spm09\ieee-spm-2009_Seite_06_Bild_0001.jpg
File Options
00000000: FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 01 01 30 |ÿÿà.JFIF.■■■■■|
00000010: 01 30 00 00 FF EE 00 0E 41 64 6F 62 65 00 64 00 |00..ÿÿ.■Adobe.d|
00000020: 00 00 00 00 FF EE 00 0E 41 64 6F 62 65 00 64 80 |...ÿÿ.■Adobe.d|
00000030: 00 00 00 00 FF DB 00 43 00 0C 08 08 0D 08 0D 11 |...ÿÿ.C.■■■■■■■|
00000040: 0E 0E 11 17 15 16 15 17 1B 19 19 19 19 1B 22 17 |■■■■■■■■■■■■■■■■|
00000050: 17 17 17 17 22 20 1B 1D 1D 1D 1D 1B 20 22 27 27 |■■■■"■■■■■■■■'■■|
00000060: 27 27 27 22 2C 2F 2F 2F 2F 2C 37 3B 3B 3B 37 3B |'■■■■,////,7;;;7;|
```

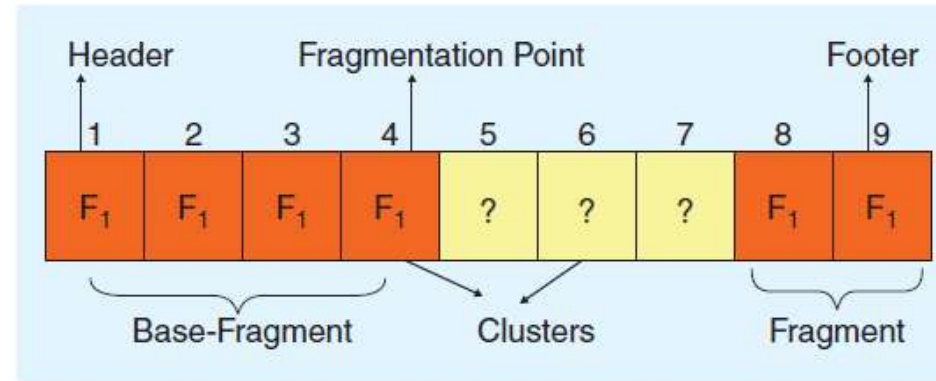
- FF D9 End of Image



```
00051530: 92 8A 28 A2 96 8A 28 A0 52 D1 45 14 51 45 14 51 |')(ç)(.RÑEQEQ|
00051540: 45 14 51 45 14 51 45 14 51 45 14 51 49 45 14 50 |EQEQEQEQEQEQEQEQ|
00051550: 68 A2 8A 29 68 A2 8A 41 4B 45 14 51 45 25 14 50 |hç)hçAKEQE%P|
00051560: 69 05 14 51 45 14 51 45 2D 14 51 45 14 B4 51 45 |iEQEQEQEQEQEQEQEQ|
00051570: 06 90 51 45 14 51 45 14 52 D1 45 14 51 49 45 14 |EQEQEQEQEQEQEQEQ|
00051580: 57 FF D9 |ÿÿ|
```

- Ein Bereich zwischen Start- und Endcode wird dann als zusammenhängene Datei angesehen

- Herausforderung Fragmentierung:
  - Wenn eine Datei nicht an einem Stück hintereinander auf dem Datenträger gespeichert werden kann, wird es in Fragmente aufgeteilt
  - Dadurch werden Start- und Endcodes einer Datei mit anderen Dateien vermischt

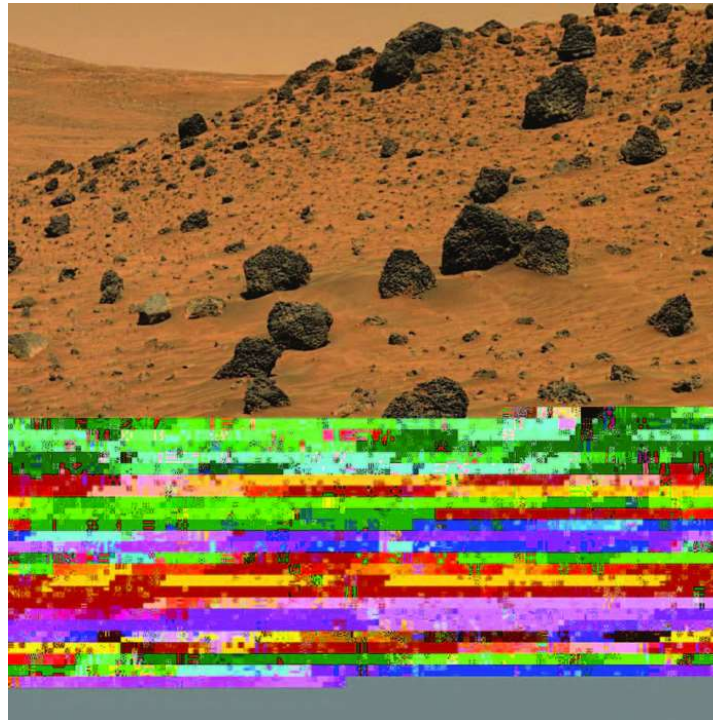


Anandabrata Pal and Nasir Memon, The Evolution of File Carving,  
<http://digital-assembly.com/technology/research/pubs/ieee-spm-2009.pdf>



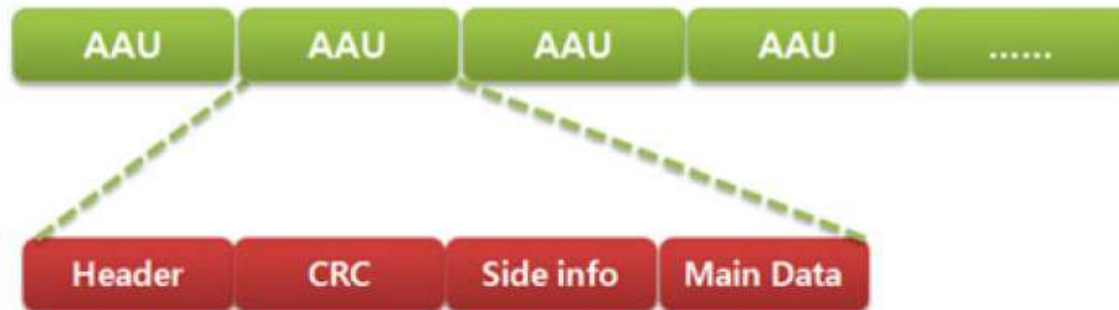
## Media File Carving

- JPEG Dateien können oft zumindest teilweise wieder hergestellt werden
- Nach einer Fragmentierung fällt es schwer, alle passenden Teile anzufügen



- Anandabrata Pal and Nasir Memon, The Evolution of File Carving, <http://digital-assembly.com/technology/research/pubs/ieee-spm-2009.pdf>

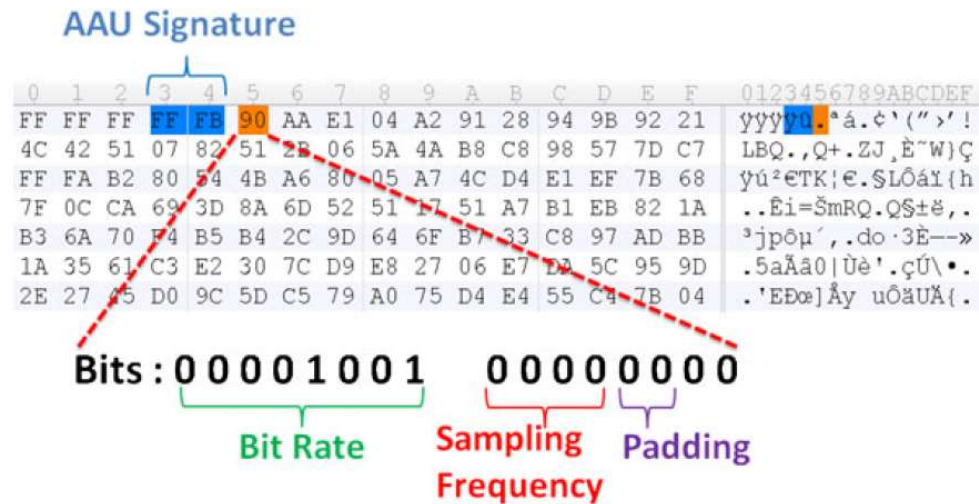
- Medienstrom File Carving
  - Viele gebräuchliche Medienformate sind eher Strom- als Dateiformate
  - H(eader) D(ata) F(ooter) [Datei] vs. HDHDHDHDHD.... [Strom]
  - Vorteile Carving: Re-Synchronisieren durch Header möglich
  - Beispiel mp3
    - AAU: Audio Access Unit



A study on multimedia file carving method  
Byeongyeong Yoo & Jungheum Park & Sungsu Lim & Jewan Bang & Sangjin Lee  
Springer Science+Business Media, LLC 2011

# Media File Carving

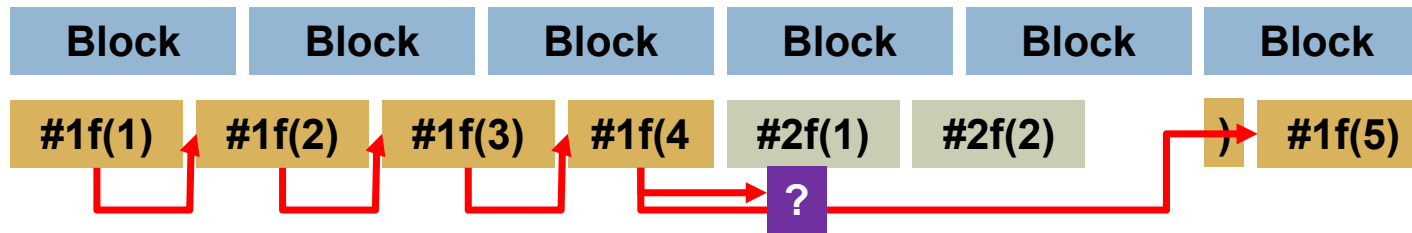
- Anhand der Sync-Sequenz (11 mal 1 plus MPEG-1 mp3 keyword) kann jedes mp3 Frame erkannt werden
- Der Header enthält alle Informationen, die nötig sind, um die Größe des Frames zu berechnen
- Dementsprechend kann die Position des nächsten Headers errechnet werden



A study on multimedia file carving method  
 Byeongyeong Yoo & Jungheum Park & Sungsu Lim & Jewan Bang &  
 Sangjin Lee  
 Springer Science+Business Media, LLC 2011

## Media File Carving

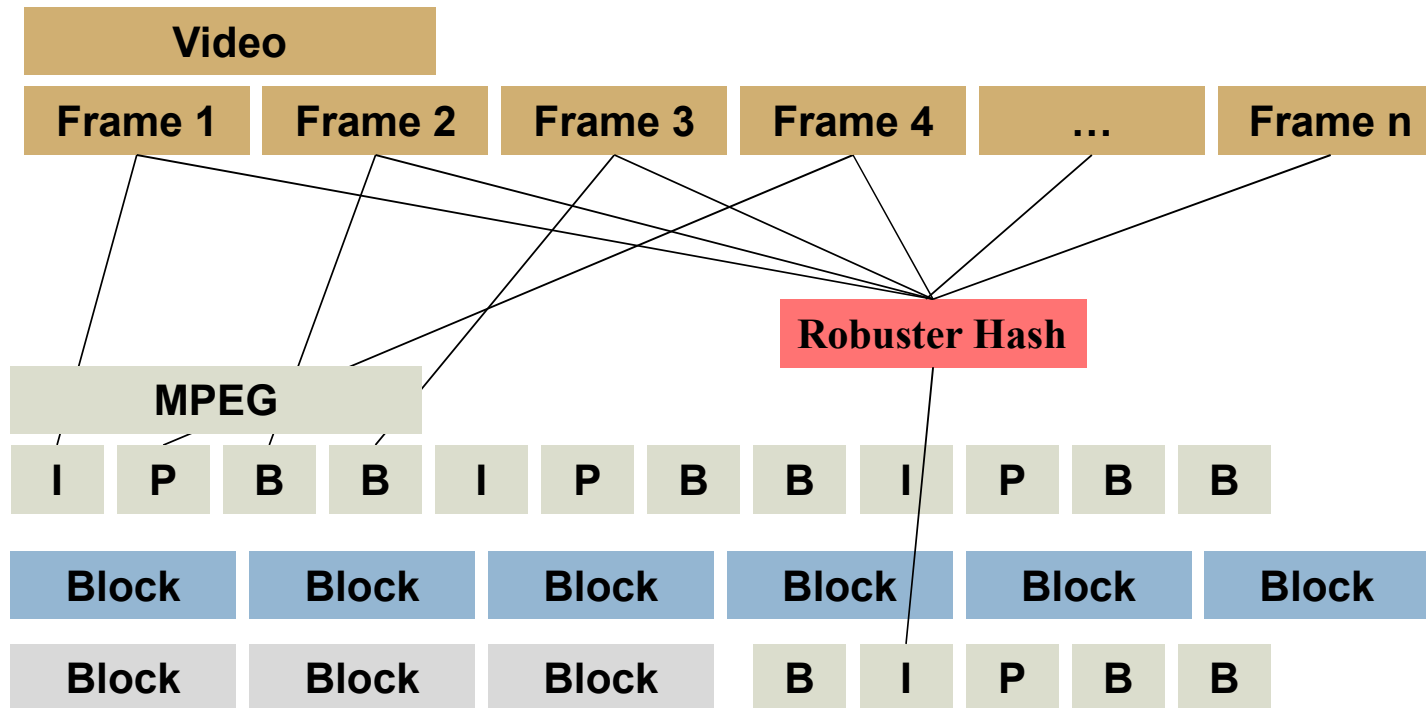
- So kann ein Zusammenfügen auch nach einer Fragmentierung möglich sein
- Mp3 Header muss im Dateiblock an einer bestimmten Stelle stehen, wenn die mp3 Datei an einem Stück gespeichert wurde



- Mehr dazu: [www.dfrws.org/2007/challenge/results.shtml](http://www.dfrws.org/2007/challenge/results.shtml)

## Media File Carving

- Denkbar: Kombination aus robustem Hash und File Carving



- Da I Frames als Bild eigenständig rekonstruiert werden können, kann so das Vorhandensein eines Videos auch nach starker Fragmentierung und Löschen großer Teile noch bewiesen werden