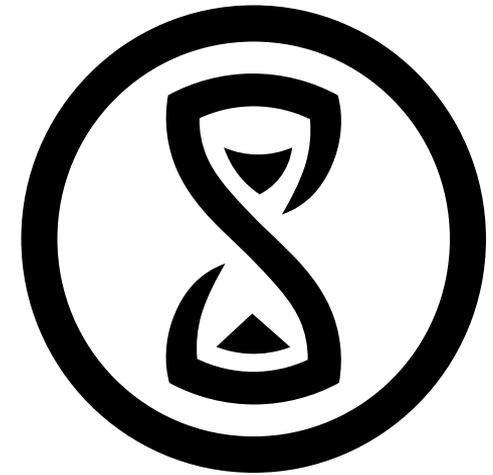


Videocodecs in a Nutshell

Wie funktioniert's und was gibt's neues?

darkbit

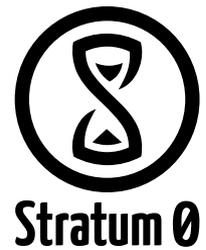
14.08.2021



Stratum 0

- **Motivation**
- Grundlagen moderner Videocodecs am Beispiel von HEVC
- Neue Videocodecs
 - AOMedia Video 1 (AV1)
 - Versatile Video Coding (VVC)
 - Essential Video Coding (EVC)
 - Low Complexity Enhancement Video Codec (LC EVC)
- Vergleich der Codecs
- Ausblick

Motivation



- Rohvideo ist groß
- Bsp: Spielfilm auf DVD
 - Pixel hat je 8 Bit für die RGB-Komponenten => 24 bits pro Pixel
 - Übliche Auflösung 720x576 Pixel => 414'720 Pixel => ~9,953Mbit pro Bild
 - 25 Bilder pro Sekunde => **248,825 Mbit/s**
 - 90 Minuten Spielfilmlänge => 1,344 Tbit (168 Gbyte) pro Film
 - Wir haben aber nur max. 8,5 Gbyte pro DVD (Dual-Layer)
 - Wir müssen unser Video um **mind. 95% komprimieren!**
- Ziel eines Videocodecs: Möglichst hohe Kompression bei möglichst geringer visuellen Qualitätseinbußungen.

Motivation



CC-BY 3.0 - Blender Foundation



CC-BY-SA 3.0 - Rdikeman

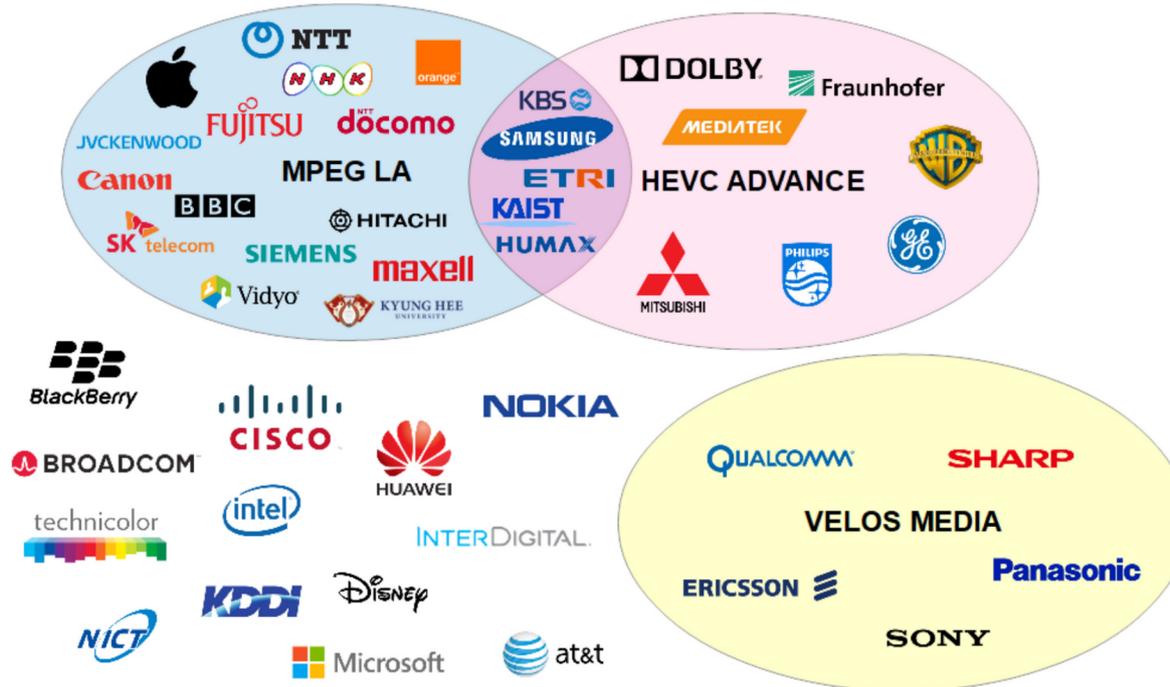
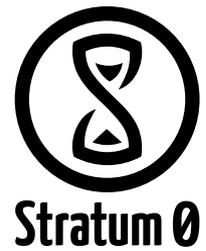
Anforderungen	On-Demand Video	Live Video
Kompression	möglichst hoch	auf Kanalbandbreite
Encodingspeed	irrelevant	in Echtzeit
Decodingspeed	in Echtzeit	in Echtzeit
Bitrate	adaptiv	konstant

State of the Art Videocodecs



Veröffentlichung	Codec	Bitraten-reduktion	Anwendungen
Mai 1996	H.262, MPEG-2 Part 2		DVD, SDTV, Blu-Ray
März 2003	AVC (H.264, MPEG-4 Part 10)	-50% gegenüber H.262	HDTV, Webvideo, WebRTC, Blu-Ray
September 2008 (seit 2010 lizenzfrei)	VP8	-5% gegenüber AVC	Webvideo, WebRTC
Mai 2013	VP9	-20% gegenüber AVC	Webvideo, WebRTC
Dezember 2013	HEVC (H.265, MPEG-H Part 2)	-20% gegenüber AVC	UHD Blu-Ray

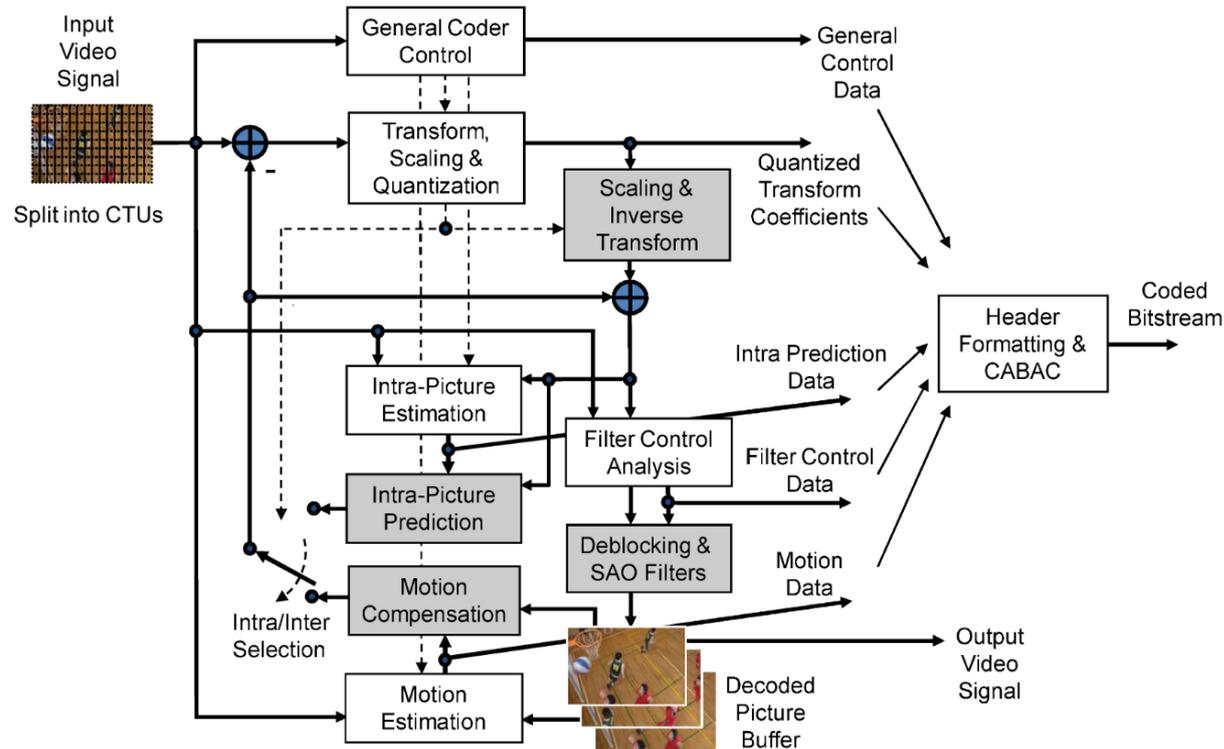
Patentproblematiken



Quelle: Jonatan Samuelsson und Per Hermansson. The XVC video codec

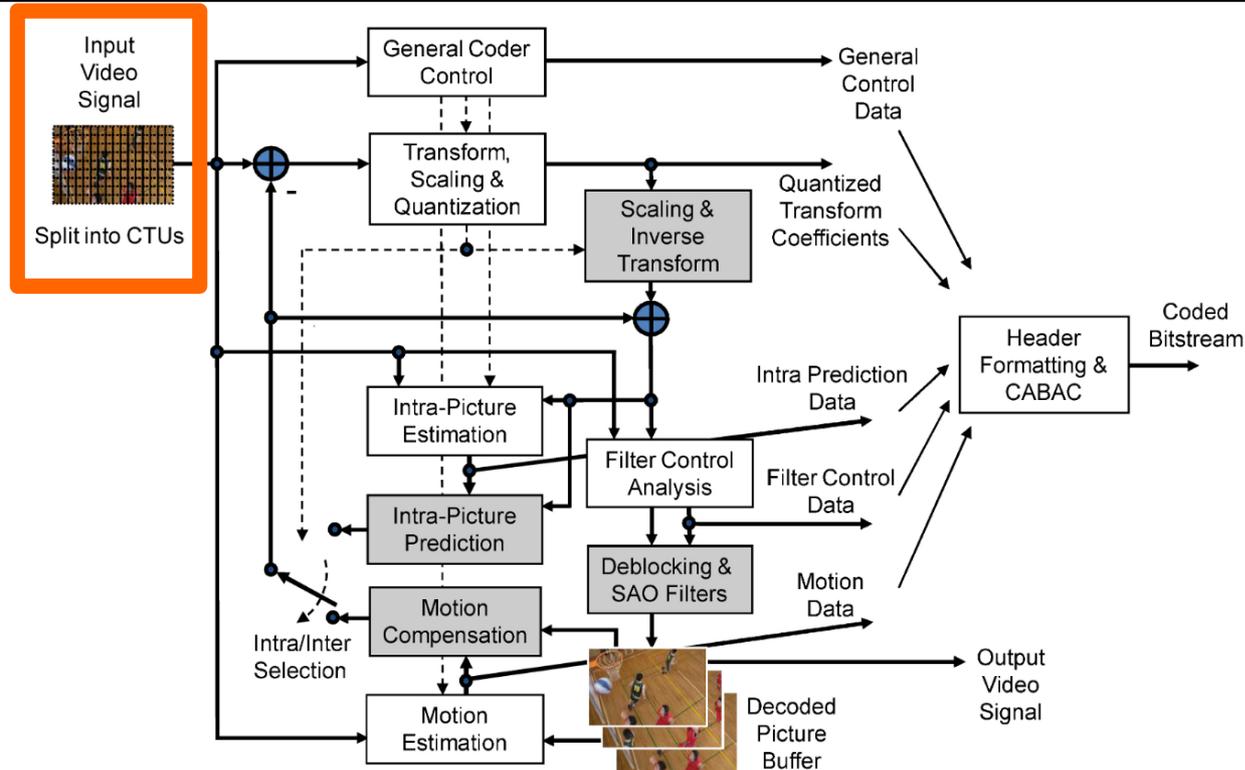
- Motivation
- **Grundlagen moderner Videocodecs am Beispiel von HEVC**
- Neue Videocodecs
 - AOMedia Video 1 (AV1)
 - Versatile Video Coding (VVC)
 - Essential Video Coding (EVC)
 - Low Complexity Enhancement Video Codec (LC EVC)
- Vergleich der Codecs
- Ausblick

Aufbau moderner Videocodecs am Beispiel HEVC



Quelle: G. J. Sullivan, et. al., Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard

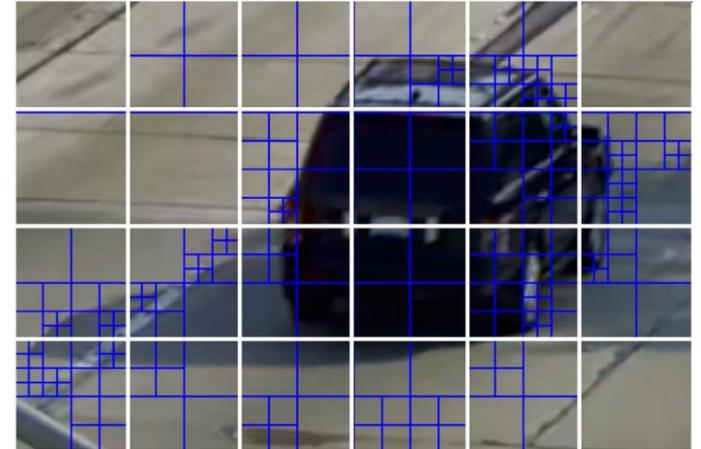
Aufbau moderner Videocodecs am Beispiel HEVC



Quelle: G. J. Sullivan, et. al., Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard

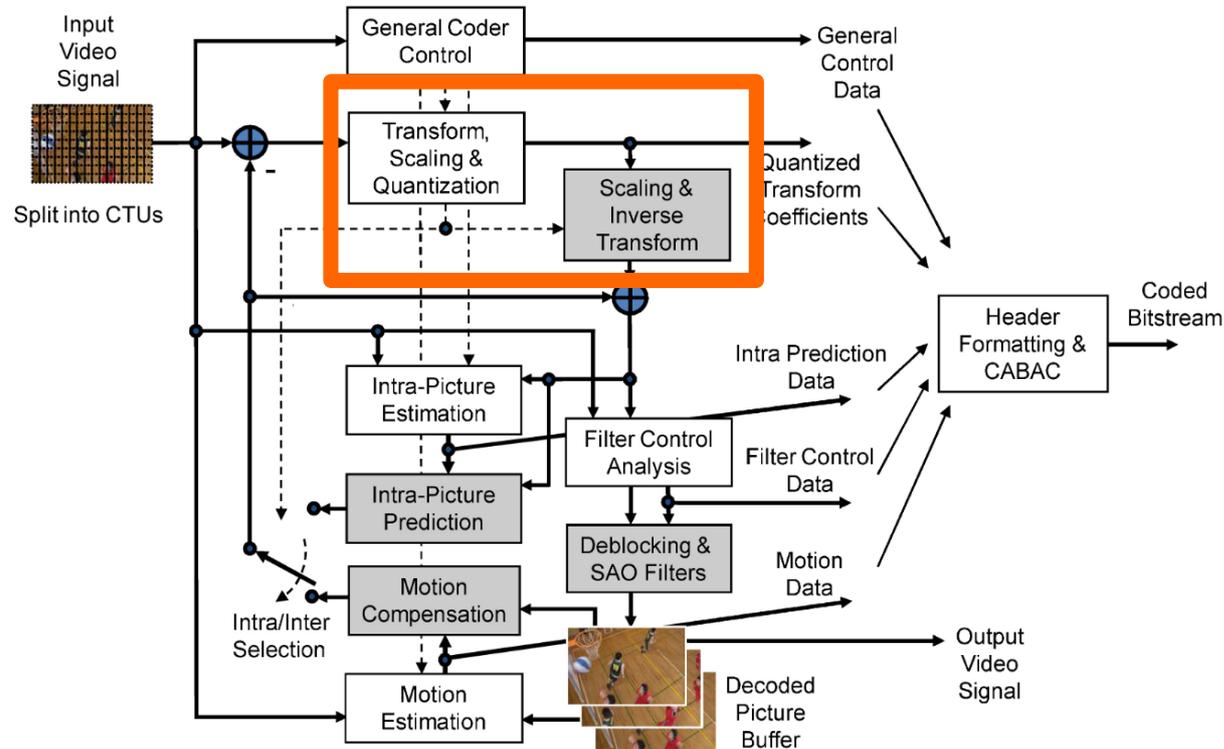
Bildunterteilung in Blöcke

- Feste Unterteilung in große Blöcke. Bei Bedarf werden diese weiter unterteilt
 - Coding Tree Units in HEVC
 - Superblocks in VP9
 - Macroblocks in AVC
- Jeder Block kann Eigenschaften variieren
 - Intra- oder Interprädiktion
 - Transformation
 - Intraprädiktionswinkel / Bewegungsvektoren
- Für parallele Dekodierung werden die Macroblöcke zu Tiles zusammengefasst
- Zur Vermeidung visueller Diskontinuitäten an Blockkanten wird ein Deblocking-Filter eingesetzt



Bildquelle: Benjamin Bross, et. al., Developments in International Video Coding Standardization After AVC, With an Overview of Versatile Video Coding (VVC)

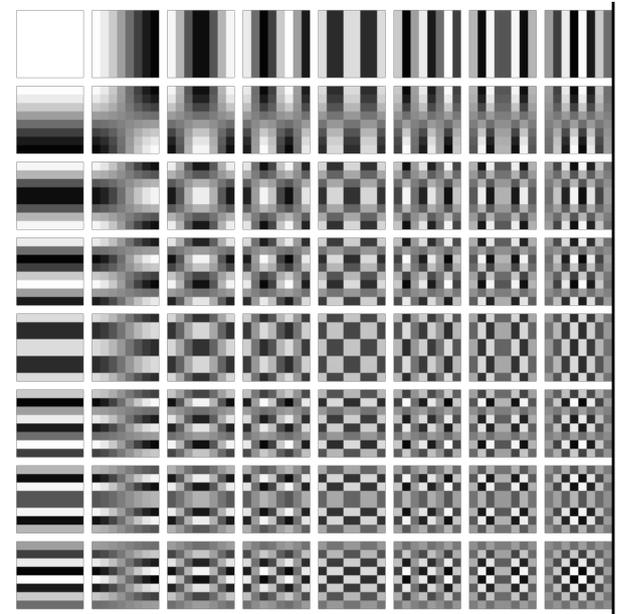
Aufbau moderner Videocodecs am Beispiel HEVC



Quelle: G. J. Sullivan, et. al., Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard

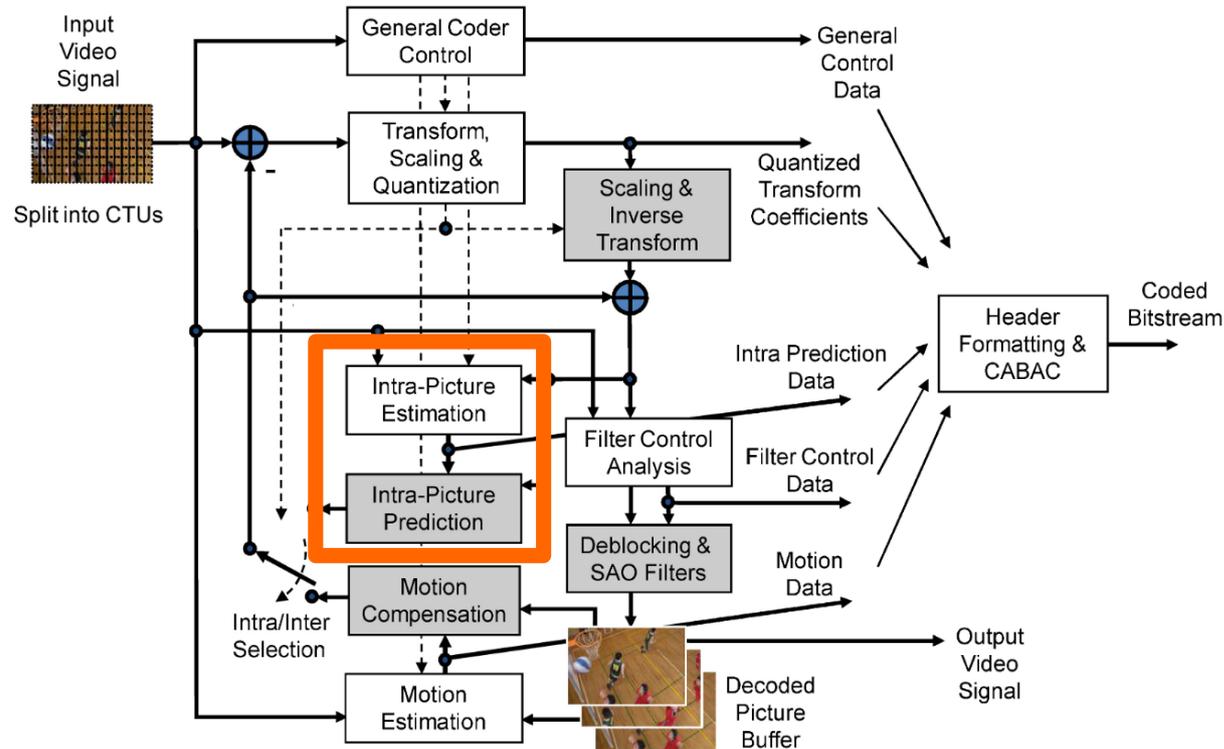
Transformation von Bilddaten

- Innerhalb der Subblöcke werden die Bilddaten mittels einer Transformation in den Frequenzbereich transformiert
- Ziel: Hohe Frequenzen stärker komprimieren, da diese subjektiv weniger die Bildqualität beeinträchtigen
- Vielzahl von Transformationen möglich
 - Discrete Cosine Transformation (DCT) I-VIII
 - Discrete Sine Transformation (DST) I-VIII
 - Asymmetric DST/DCT
 - Integer DST/DCT
- Nach der Transformation sorgt ein Quantisierer und ein Entropiekodierer für die eigentliche Kompression der Daten



Bildquelle: Devcore, DCT-8x8
aus Wikimedia Commons

Aufbau moderner Videocodecs am Beispiel HEVC

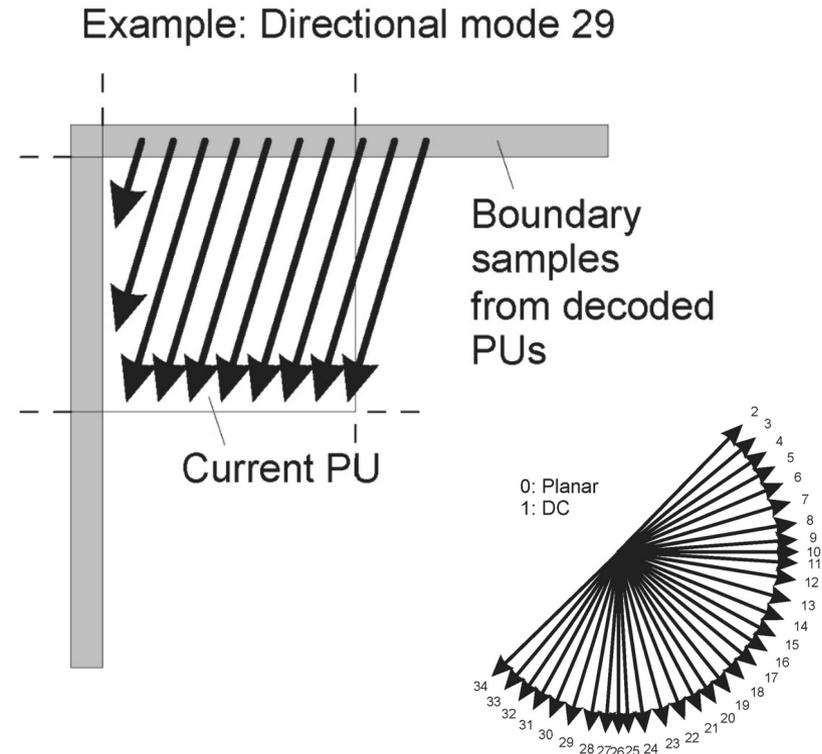


Quelle: G. J. Sullivan, et. al., Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard

Intra-Prädiktion

- Intra-Prädiktion => Vorhersage von Blöcken anhand bereits dekodierter Blöcke im aktuellen Bild
- Idee: Benachbarte Pixel ähneln sich
 - Nutzung der Pixel von Kanten anderer Blöcke zur Prädiktion der Blockpixel
 - Mapping wird durch Richtungsvektoren bestimmt

Bildquelle: G. J. Sullivan, et. al., Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard

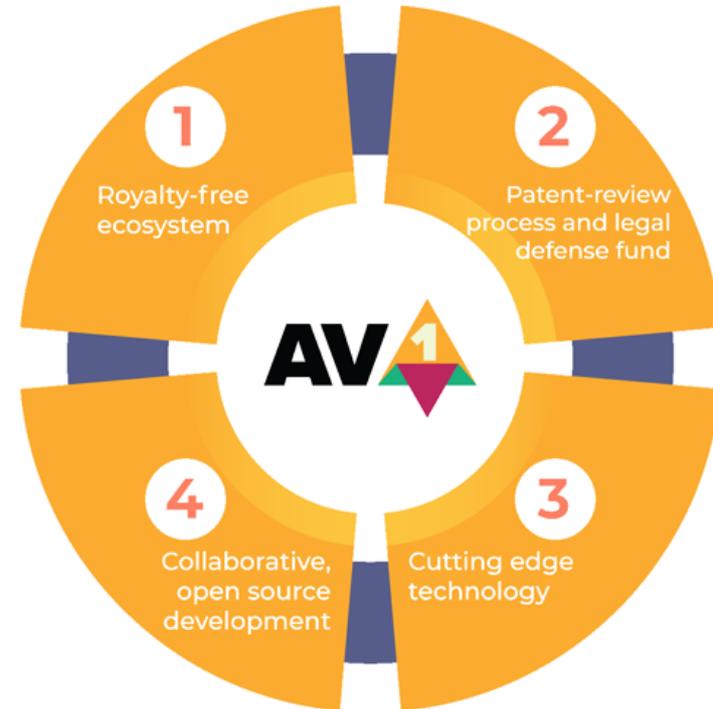


- Motivation
- Grundlagen moderner Videocodecs am Beispiel von HEVC
- **Neue Videocodecs**
 - AOMedia Video 1 (AV1)
 - Versatile Video Coding (VVC)
 - Essential Video Coding (EVC)
 - Low Complexity Enhancement Video Codec (LC EVC)
- Vergleich der Codecs
- Ausblick

AOMedia Video 1 (AV1)

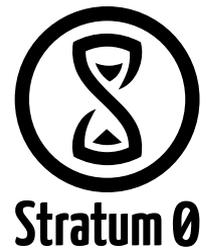


- Wurde im März 2018 standardisiert
- Basiert auf VP10 und inkludiert Techniken von Dalaa und Thor
- Lizenzfrei
- Entwickelt von AOMedia
 - Industriekonsortium diverser Tech-Konzerne (u.a. Google, Microsoft, Amazon, Netflix, Mozilla, Cisco)
 - September 2015 gegründet
 - Ziel: Bereitstellung offener, lizenzkostenfreier und interoperabler Medienstandards

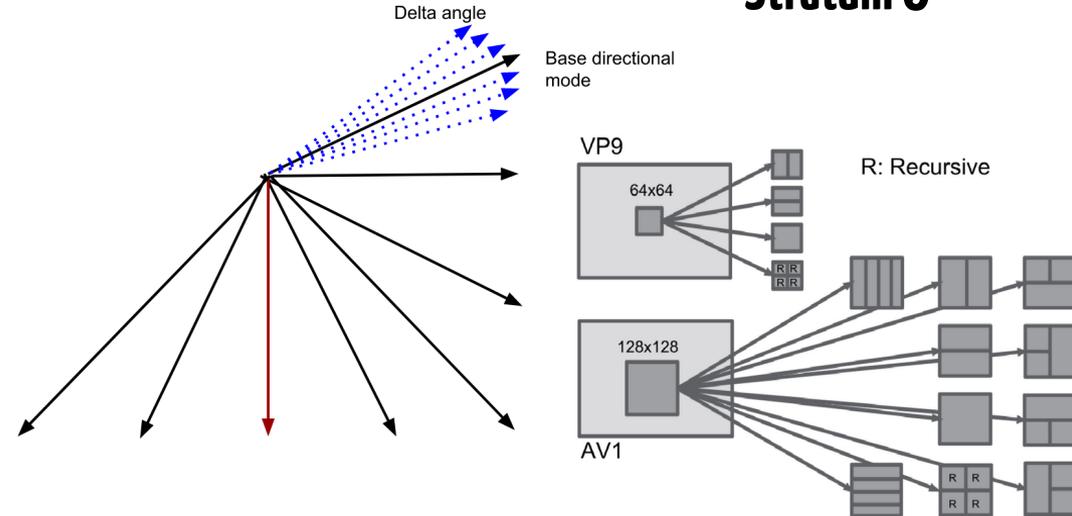


Bildquelle: <https://aomedia.org/about/>

AOMedia Video 1 (AV1)



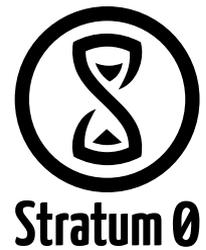
- Intraprädiktion
 - Die 8 Richtungen von VP9 wurden um drei 3°-Schritte in jede Richtung erweitert
- Superblockgröße auf 128x128 Pixel erhöht
- Dynamische Auswahl der Transformationen möglich
 - DCT, ADST, FLIPADST, IDTX
 - Unterschiedliche Transformationen je Achse möglich
- Unterstützt künstliches Filmrauschen



Bildquelle: J. Han et al.,
A Technical Overview of AV1

Bildquelle: Y. Chen et al.,
An Overview of
Core Coding Tools in
the AV1 Video Codec

Versatile Video Coding (VVC)



- Auch bekannt als MPEG-I Part 3 und H.266
- Entwickelt von der MPEG und der ITU-T
- Im August 2020 standardisiert
- MC-IF für Lizenzierung ins Leben gerufen
 - Förderung eines einzigen Patentpools für VVC
 - Jan 2021: MPEG LA und Access Advance als mögliche Patentpools identifiziert



VVC

Bildquelle: MC-IF

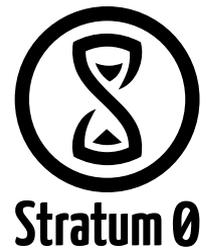
Versatile Video Coding (VVC)

- Intraprediktion
 - VVC verdoppelt die 33 Richtungen von HEVC auf 65 und fügt noch 28 Weitwinkel hinzu
- Coding Tree Unit-Größe auf 128x128 erhöht (HEVC: 64x64)
- Dynamische Auswahl von Transformationen möglich
 - 5 Stück definiert
 - Bestehend aus DCT-II, DCT-VIII und DST-VII



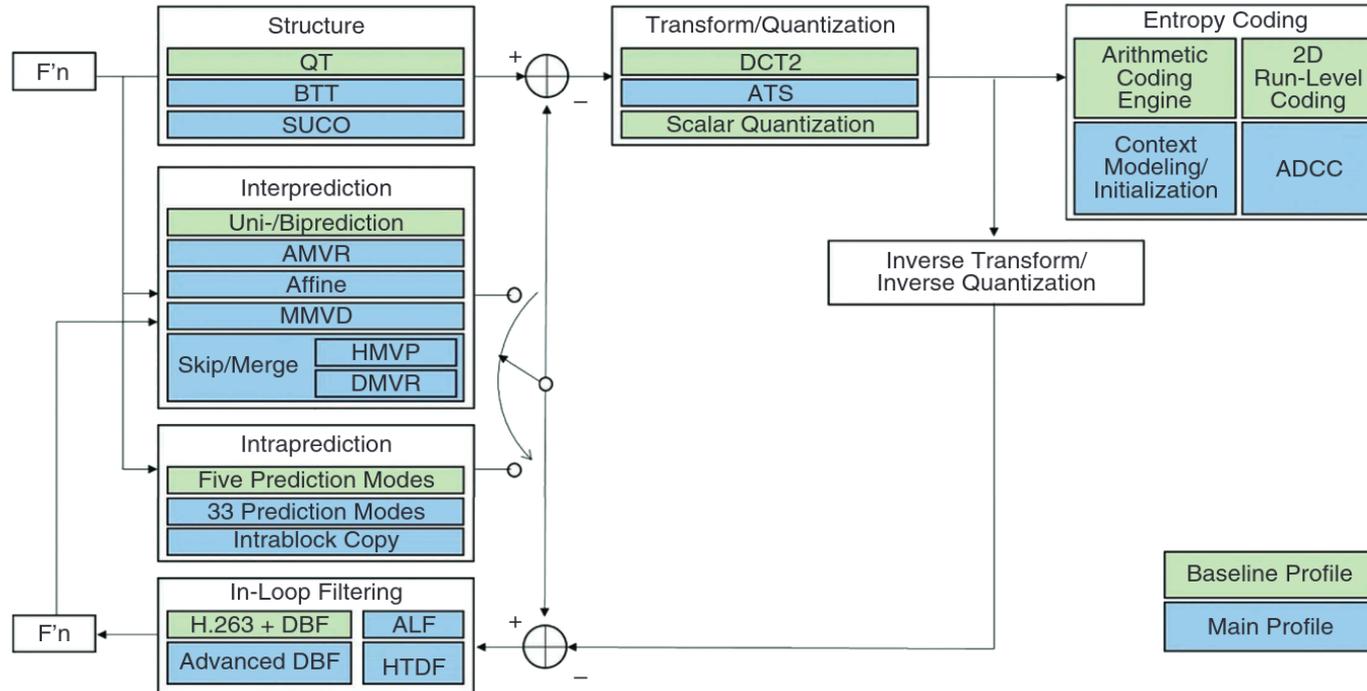
Bildquelle: Benjamin Bross, et. al., Developments in International Video Coding Standardization After AVC, With an Overview of Versatile Video Coding (VVC)

Essential Video Coding (EVC)



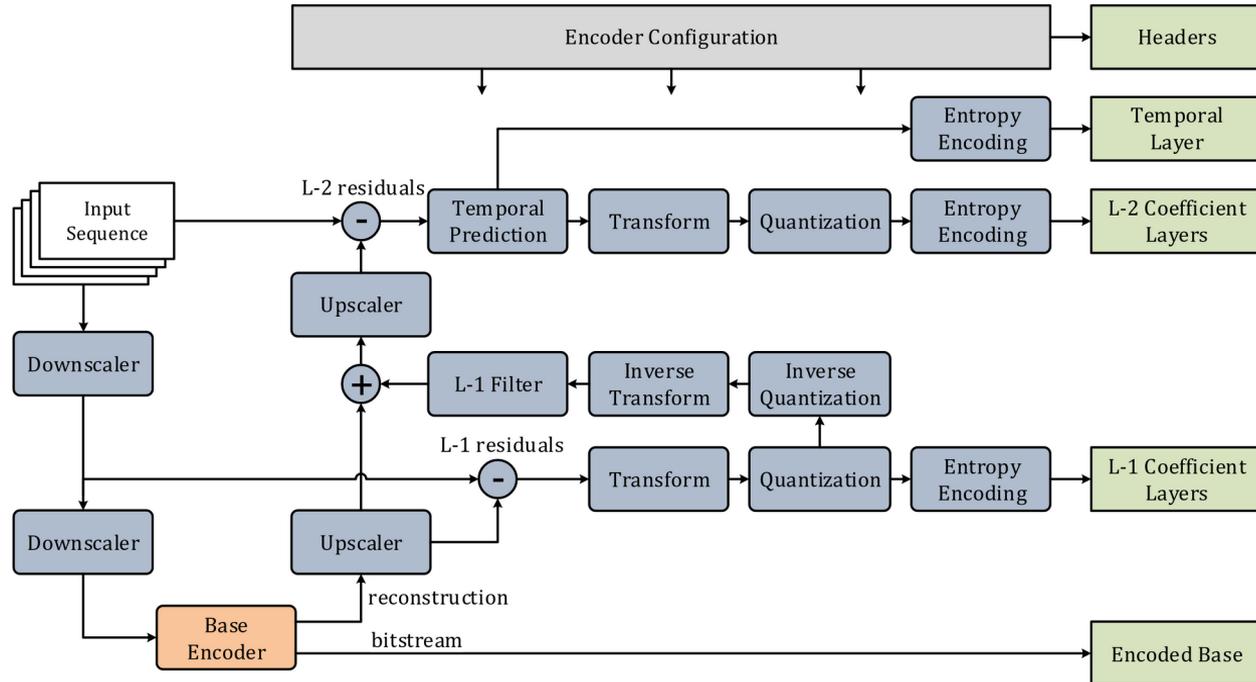
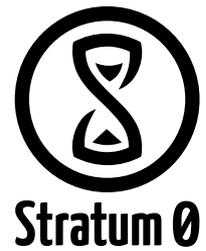
- Auch bekannt als MPEG-5 Part 1
- Entwickelt von der MPEG
- Im Oktober 2020 standardisiert
- Ziele
 - Ähnliche Effizienz wie HEVC
 - Komplexität geeignet für Echtzeitkodierung und Dekodierung
 - Lizenzbedingungen sollen innerhalb von 2 Jahren vorliegen
- Besteht aus zwei Toolsets
 - Base-Toolset darf nur aus lizenzfreien Technologien bestehen
 - Enhanced-Toolset, um die die Kodierungseffizienz signifikant zu verbessern

Essential Video Coding (EVC)



Quelle: K. Choi et al., An Overview of the MPEG-5 Essential Video Coding Standard

Low Complexity Enhancement Video Coding (LC EVC)



Quelle: Florian Maurer, et. al., Overview of MPEG-5 Part 2–Low Complexity Enhancement Video Coding (LCEVC)

Low Complexity Enhancement Video Coding (LC EVC)



- Auch bekannt als MPEG-5 Part 2
- Entwickelt von der MPEG
- Final Draft der Standardisierung existiert
- Ziele
 - Bestehende Hardwarekodierer/dekodierer weiter nutzen
 - Ähnliche Komplexität als Basisdekodierer bei voller Auflösung
 - Bessere Kodierungseffizienz als der Basisdekodierer bei der vollen Auflösung
- Da der Codec auf Software basiert, kann er sehr schnell in bestehenden Systemen genutzt werden

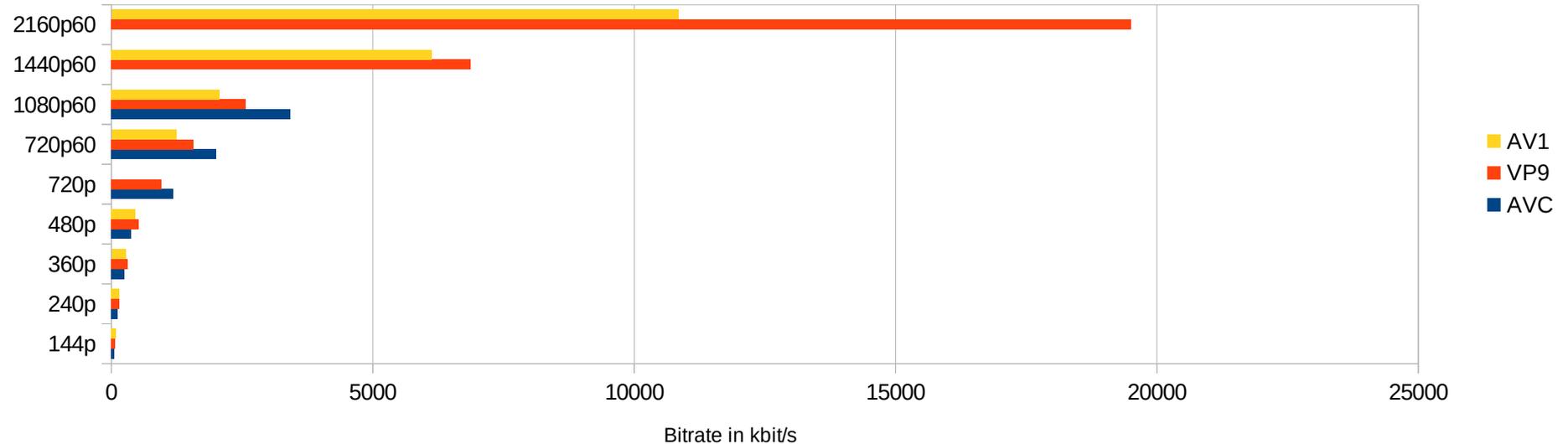
- Motivation
- Grundlagen moderner Videocodecs am Beispiel von HEVC
- Neue Videocodecs
 - AOMedia Video 1 (AV1)
 - Versatile Video Coding (VVC)
 - Essential Video Coding (EVC)
 - Low Complexity Enhancement Video Codec (LC EVC)
- **Vergleich der Codecs**
- Ausblick

Vergleich der Codecs



Big Buck Bunny 60fps 4K - Official Blender Foundation Short Film

youtube-dl -F "https://www.youtube.com/watch?v=aqz-KE-bpKQ"

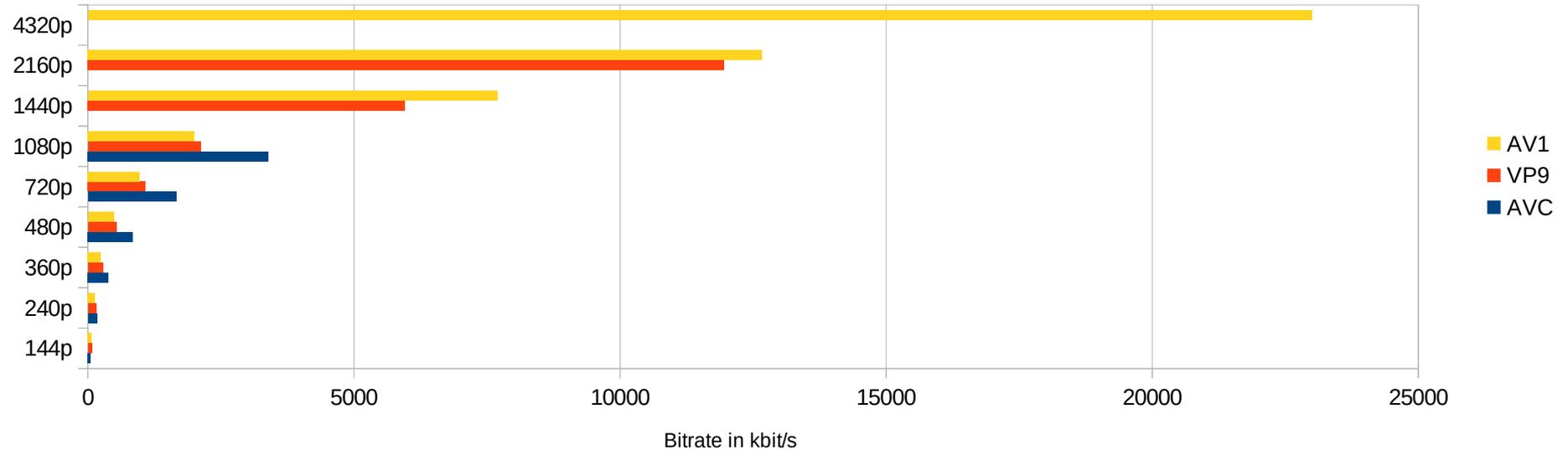


Vergleich der Codecs



Japan in 8K- 1 Hour Relaxing Aerial Film

`youtube-dl -F https://www.youtube.com/watch?v=qmN1Gf8rRc8`

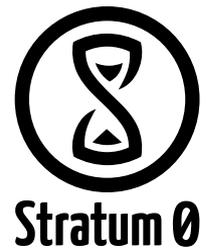


Vergleich der Codecs



- Problem: Youtube-“Vergleiche“ sind nicht wirklich vergleichbar
 - Unterschiedliche Videotypen (Computeranimation vs. Kameravideo)
 - Ggf. unterschiedliche Ausgangsformate/Uploadformate
 - Ggf. unterschiedliche Encoderversionen und/oder Parameter
- Die folgenden Vergleiche nutzen alle die Bjontegaard rate (BD-rate) zur Ermittlung der Bitratendifferenz zwischen zwei kodierten Videos. Dabei wird zur Bestimmung der Videoqualität das Peak signal-to-noise ratio (PSNR) bestimmt.
- **Dennoch sollte bei den kommenden Vergleichen trotzdem Vorsicht geboten werden!**
 - Ggf. andere Ausgangsvideos, unterschiedliche Encoder und Versionen
 - Codecs sollen möglicherweise gut darstehen

Vergleich der Codecs



	AVC(x264)	HEVC(x265)	HEVC(HM)	VVC(VTM)	AV1
AVC(x264)		-19%	-47%	-62%	-56%
HEVC(x265)	29%		-34%	-53%	-50%
HEVC(HM)	98%	53%		-30%	-24%
VVC(VTM)	183%	120%	44%		7%
AV1	147%	108%	33%	-5%	
Zeit pro Bild	3s	6s	5m34s	1h36m	38m21s

Quelle: Laude, T., et. al., A Comprehensive Video Codec Comparison

Vergleich der Codecs



EVC vs.	240p	480p	1080p	2160p
HEVC	-16,3%	-17,6%	-21%	-28,4%

Rel. Kodierungszeit vs. (100% = anchor)	HEVC
Enkodierung	669%
Dekodierung	162%

Quelle: Michel Kerdranvat, et. al., The Video Codec Landscape in 2020

Vergleich der Codecs



LC EVC vs.	AVC	HEVC
Referenzimplementation	-36,46%	-8,77%
kommerzielle Implementation	-41,54%	-15,3%

Rel. Kodierungszeit vs. (100% = anchor)	AVC	HEVC
Enkodierung	32,99%	34,44%
Dekodierung	81,88%	64,24%

Quelle: Florian Maurer, et. al., Overview of MPEG-5 Part 2–Low Complexity Enhancement Video Coding (LCEVC)

- Es gibt viele interessante Entwicklungen an neuen Videocodecs
 - VVC bietet die bestmögliche Kodierungseffizienz
 - AV1 bietet die bestmögliche lizenzfreie Kodierungseffizienz
 - EVC integriert lizenzfreie Teile zur einfacheren Lizenzierung des Codecs
 - LC EVC ermöglicht bessere Kodierungseffizienz in bestehenden Geräten
- AV1 wird bereits produktiv von Youtube und Netflix genutzt
- Wo und wie gut sich VVC, EVC und LC EVC durchsetzen wird sich in den kommenden Jahren zeigen

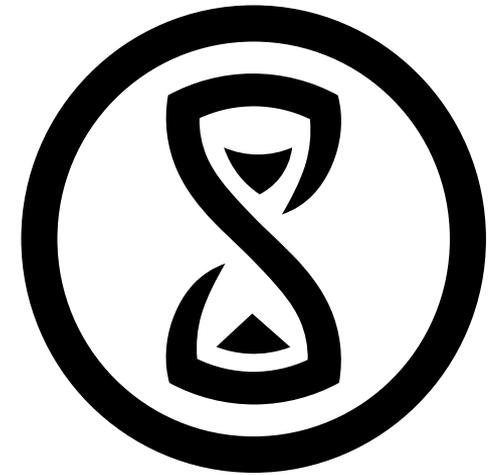
Danke fürs Zuhören

darkbit

@darkbit:stratum0.org

Stratum 0 e.V. Braunschweig

<https://stratum0.org>



Stratum 0