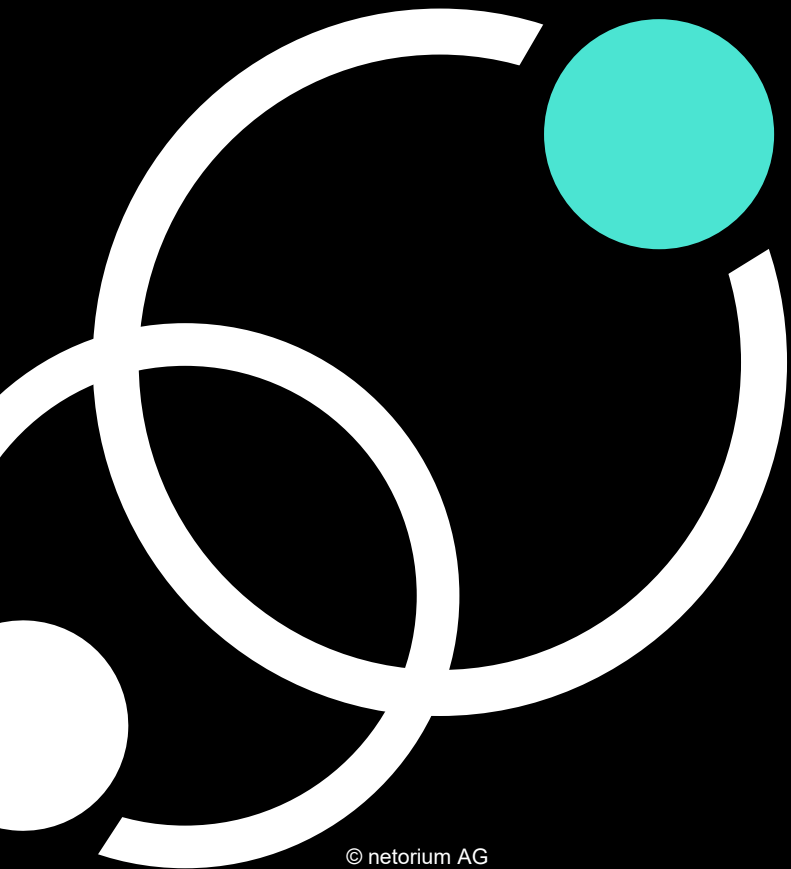


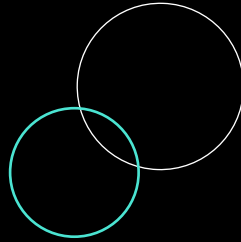


DEEP DIVE NDI

Qualität, Bandbreite, Synchronität

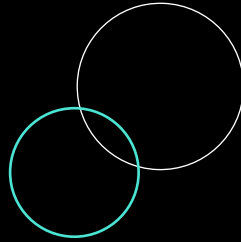
KERNQUELLEN

- [1] Herbert Guist (IRT):
Abschlussbericht zum Proof of Concept:
Softwarebasierte Studioumgebung
- [2] Jannik Neege: Master-Thesis:
Entwicklung einer Enterprisearchitektur
in NDI
- [3] Interview mit Charles Steinkuehler
(NDI Director of Technology)



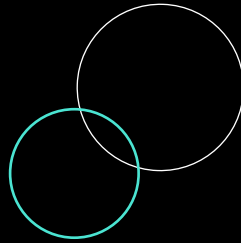
GLIEDERUNG

- Übertragung von Video, Audio und Metadaten
- Videoformate und deren Bandbreiten
- Qualitätsanalyse NDI High Bandwidth
- Anforderungen an die Synchronität



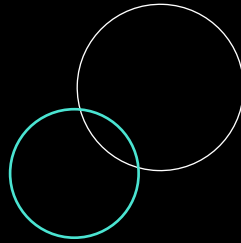
NDI 6 – WAS IST NEU?

- HDR bis zu 16 Bit (HLG und PQ)
inkl. Alphakanal in HDR
- WAN kann in Geräte integriert werden
→ Verbindung ohne extra NDI Bridge



WIE WIRD VIDEO ÜBERTRAGEN? [3]

- NDI verwendet eigene Codecs
- High Bandwidth verwendet eine eigene leichte Komprimierung
- HX: wahlweise H.264 oder H.265
- Empfänger kann Proxy anfordern



WIE WIRD HDR ÜBERTRAGEN? [3]

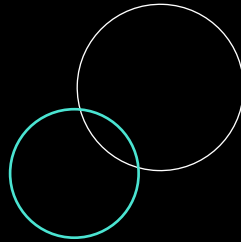
- SDK nimmt Dynamik bis 16 Bit entgegen
- Sender kann HDR signalisieren
- Wenn Empfänger dann HDR unterstützt, wird HDR übertragen
- Übertragung mit 11 Bit bei High Bandwidth
10 Bit bei HX

WIE WIRD AUDIO ÜBERTRAGEN? [3]

- SDK nimmt 32 Bit floating-point entgegen
- Zerlegung in Normalisierungsintervalle
- Samples werden mit 16 Bit übertragen
- Übertragen werden Samples und Normalisierungsintervalle
- Bei HX und H.264 / H.265 werden wahlweise PCM, AAC oder Opus verwendet

ÜBERTRAGUNG VON METADATEN

- Mehrere Arten von Metadaten
 - Fähigkeiten der Geräte (NDI-Capabilities)
 - Metadaten des übertragenen Materials
- Custom Metadaten sind mit Audio und Video im Datenstrom verschachtelt
- Übertragung erfolgt als XML-Struktur



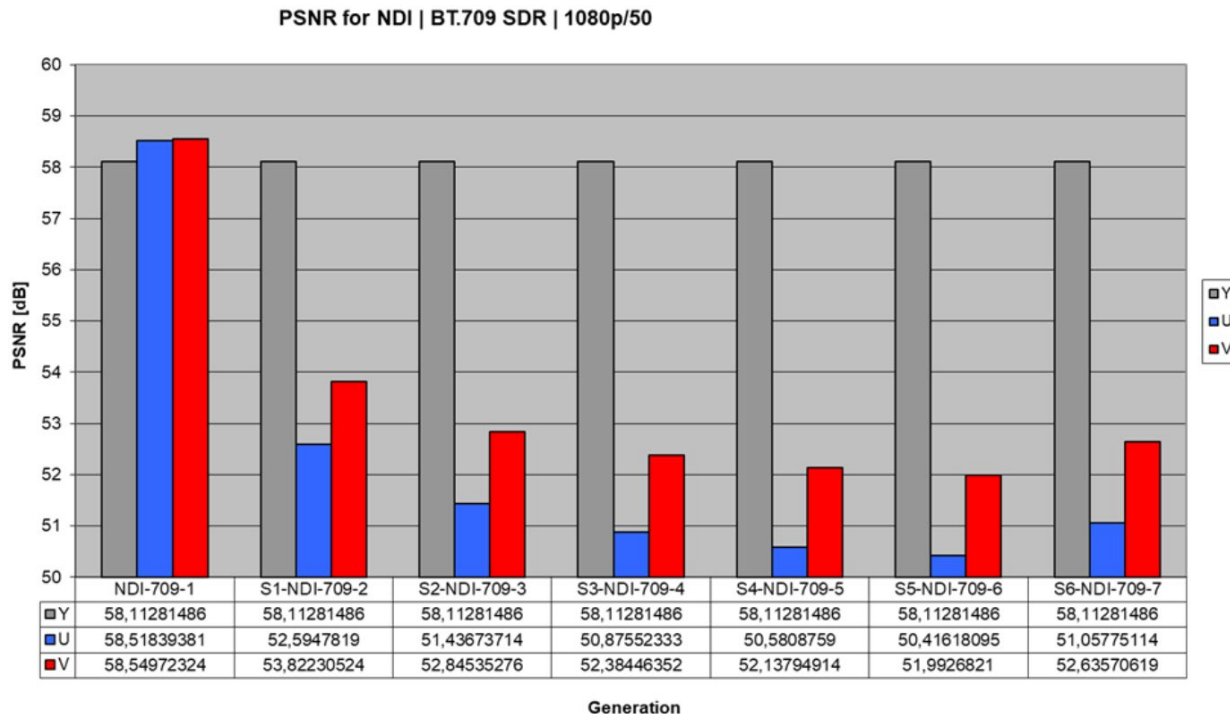
Bandbreiten: NDI HIGH BANDWIDTH (SDR)

Resolution Framerate	Maximum Bandwidth Mbps (ohne / mit Alpha)	Proxy Resolution Framerate	Maximum Bandwidth Mbps (ohne / mit Alpha)	N Streams bei GbE HBW oA / mA	N Streams bei GbE Proxy oA / mA
720 50p	96.94 / 121.18	640x360 60p	65.83 / 82.29	8 / 6	12 / 9
720 60p	105.83 / 132.29	640x360 60p	65.83 / 82.29	7 / 6	12 / 9
1080 50i	102.50 / 128.12	640x360 60p	18.75 / 23.43	7 / 6	42 / 34
1080 60i	112.50 / 140.62	640x360 60p	18.75 / 23.43	7 / 5	42 / 34
1080 50p	125.59 / 156.99	640x360 60p	65.83 / 82.29	6 / 5	12 / 9
1080 60p	132.14 / 165.17	640x360 60p	65.83 / 82.29	6 / 4	12 / 9
3840x2160 50i	158.33 / 197.91	640x360 60p	18.75 / 23.43	5 / 4	42 / 34
3840x2160 60i	171.42 / 214.28	640x360 60p	18.75 / 23.43	4 / 3	42 / 34
3840x2160 50p	223.80 / 279.76	640x360 60p	65.83 / 82.29	3 / 2	12 / 9
3840x2160 60p	249.99 / 312.49	640x360 60p	65.83 / 82.29	3 / 2	12 / 9

Quelle: [2] Jannik Neege, s.o.

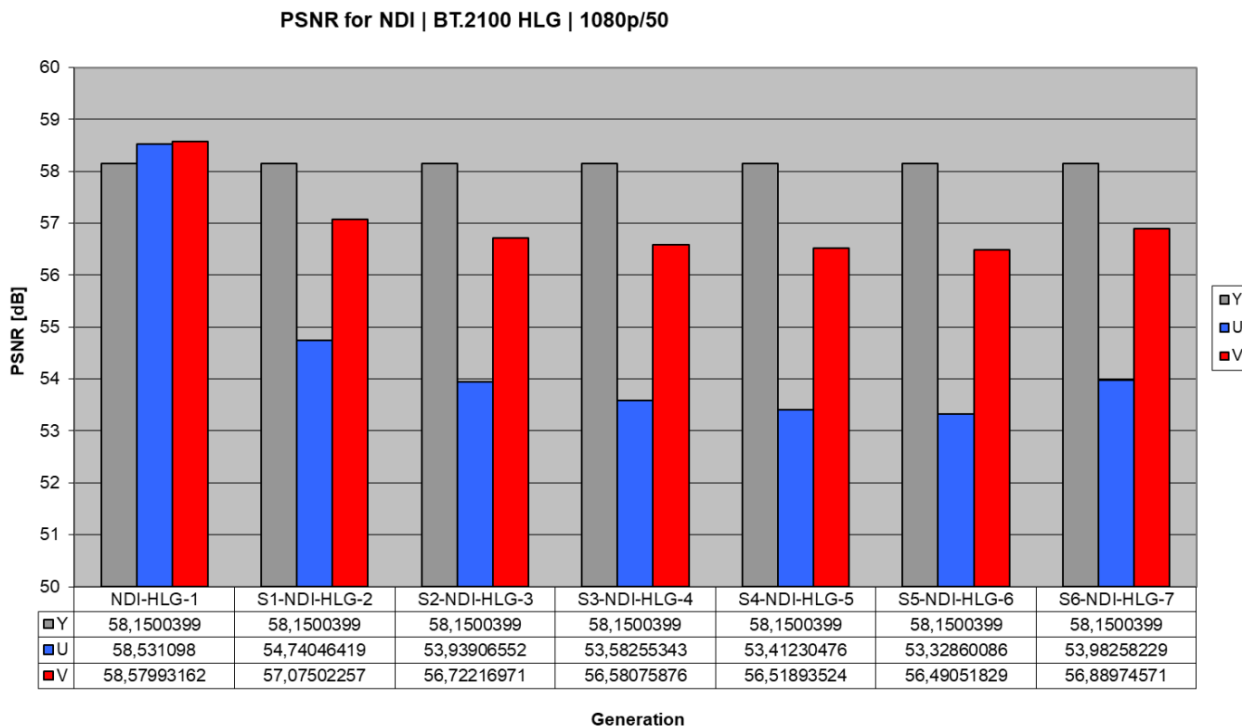
QUALITÄT CODEC 1080p/50 (SDR)

Quelle: [1] Herbert Guist (IRT), s.o.

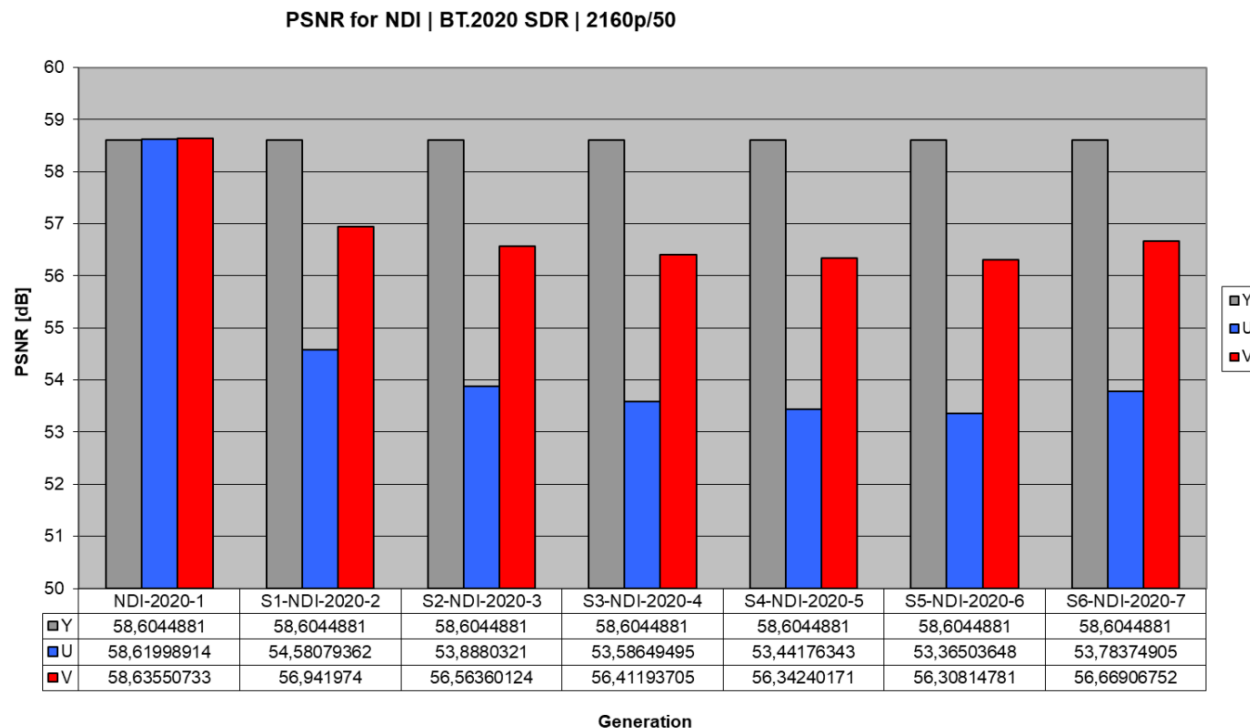


QUALITÄT CODEC 1080p/50 (HDR HLG)

Quelle: [1] Herbert Guist (IRT), s.o.

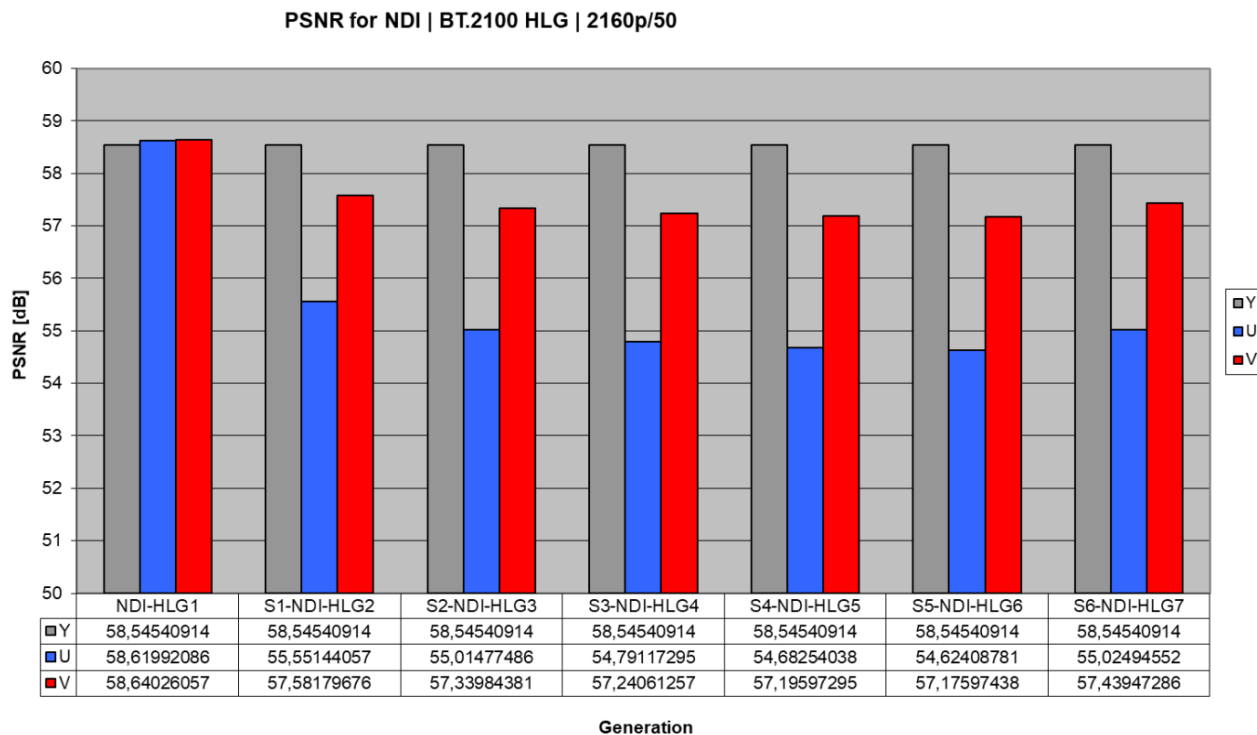


QUALITÄT CODEC 2160p/50 (SDR)



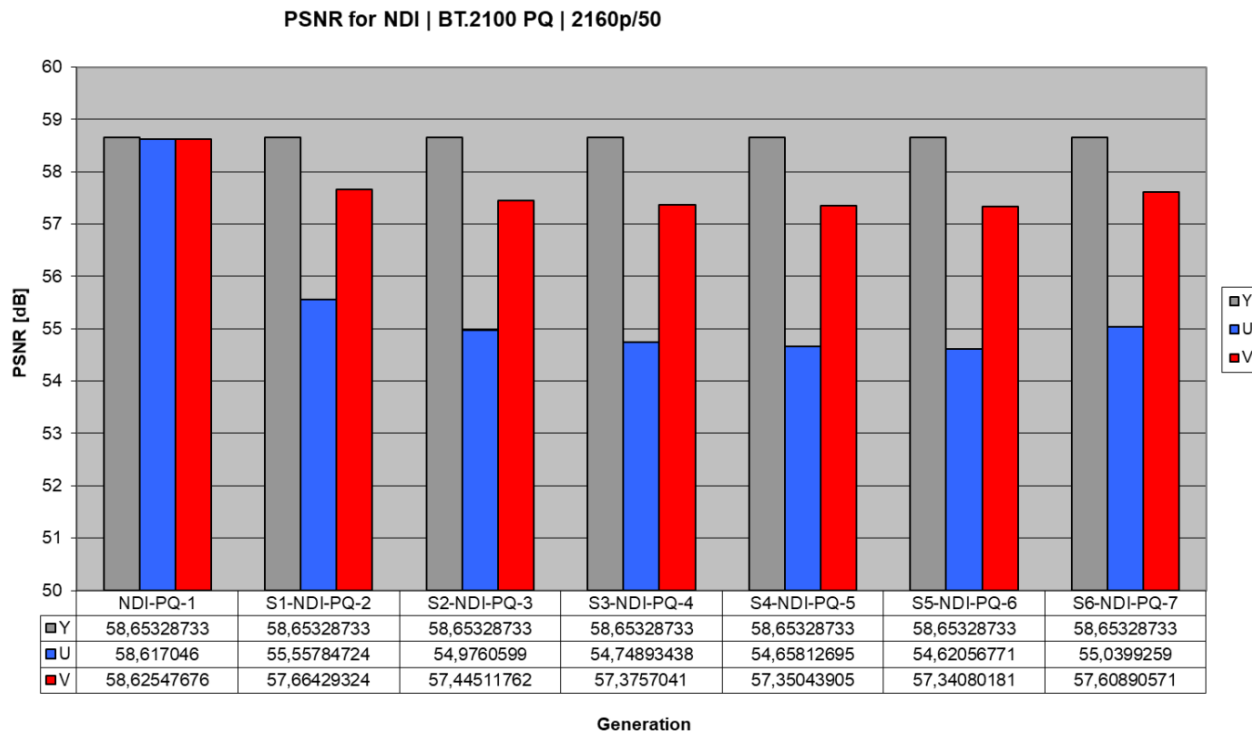
Quelle: [1] Herbert Guist (IRT), s.o.

QUALITÄT CODEC 2160p/50 (HDR HLG)



Quelle: [1] Herbert Guist (IRT), s.o.

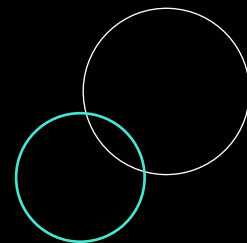
QUALITÄT CODEC 2160p/50 (HDR PQ)



Quelle: [1] Herbert Guist (IRT), s.o.

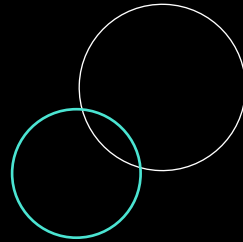
ZUSAMMENFASSUNG ZUR CODECQUALITÄT

- PSNR geringe Abnahme bis zur 7. Gen. (max. 8 dB, avg. 4 dB – 5 dB)
- Höhere Auflösung und Dynamik führen zu verbesserter Performance
- IRT wertet Codec in Expert Viewing als „identisch mit dem Quellsignal“



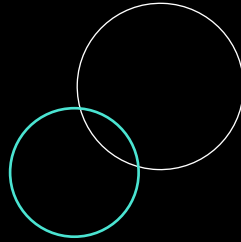
SYNCHRONITÄT VON VIDEO (V) UND AUDIO (A)

- NDI synchronisiert Ströme mit System-Zeitstempeln
- Annahme: 50 Hz Video, 48 kHz Audio
- $V \leftrightarrow V$: framegenau (20 ms: +/-10ms)
- $A \leftrightarrow A$: samplegenau (20,83 μ s: +/-10,4 μ s)
- Anregung: Ist samplegenau wirklich notwendig?



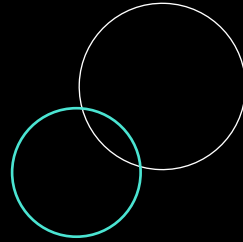
VIELLEICHT DOCH NTP STATT PTP?

- Geringere Netzwerkanforderungen
- Häufig schon vor Ort vorhanden
- erfüllt fundamentale Voraussetzungen

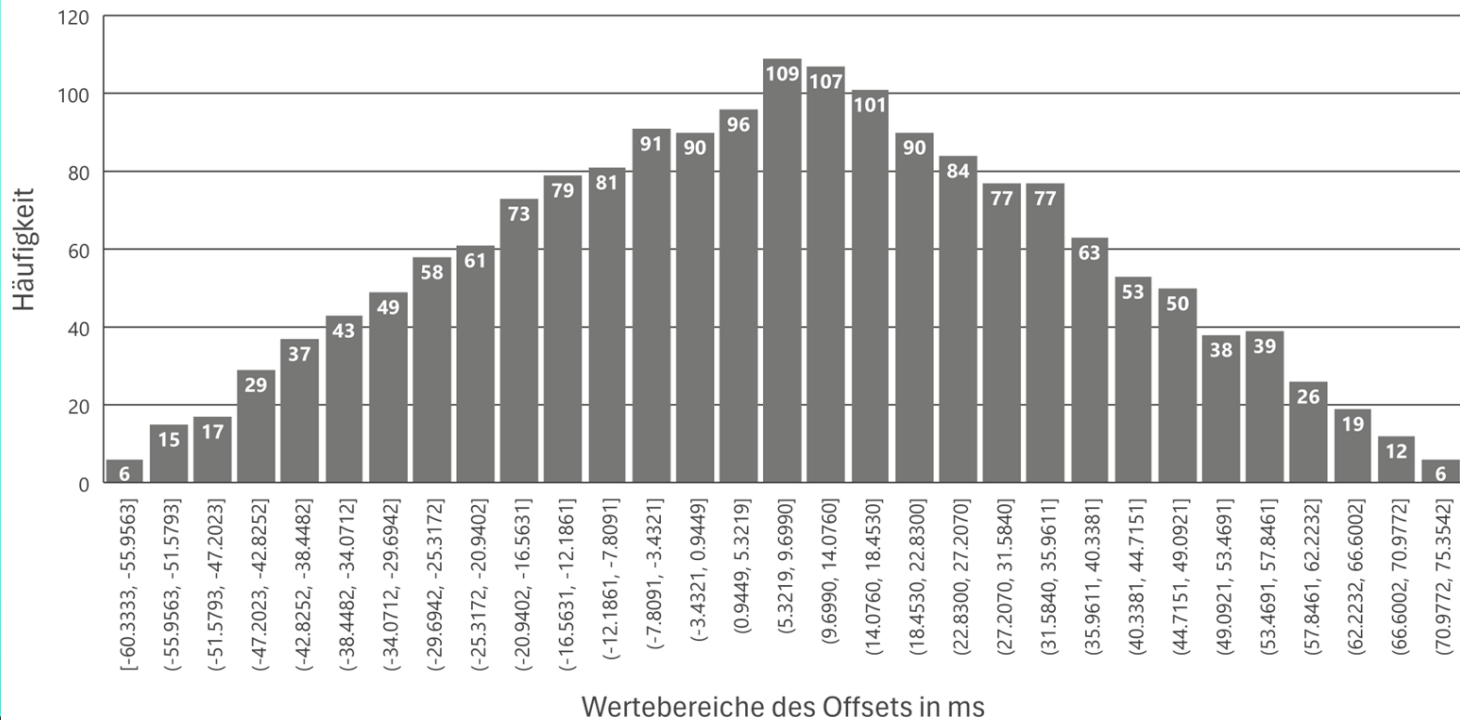


ÜBER DIE PERFORMANCE VON NTP

- Messung des Offsets bei 3 NDI-Geräten in meiner Masterarbeit
- $-56,7 \mu\text{s} - 83,3 \mu\text{s}$
- $-3,2 \mu\text{s} - 55,3 \mu\text{s}$
- $-12,5 \mu\text{s} - 53,8 \mu\text{s}$



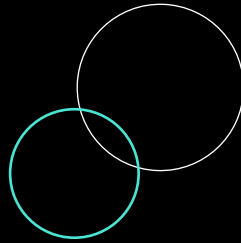
OFFSET $A \leftrightarrow A$ IN NDI: ca. -60 – 75 ms



Quelle: [2] Jannik Neege, s.o.

ZUSAMMENFASSUNG NTP-PERFORMANCE

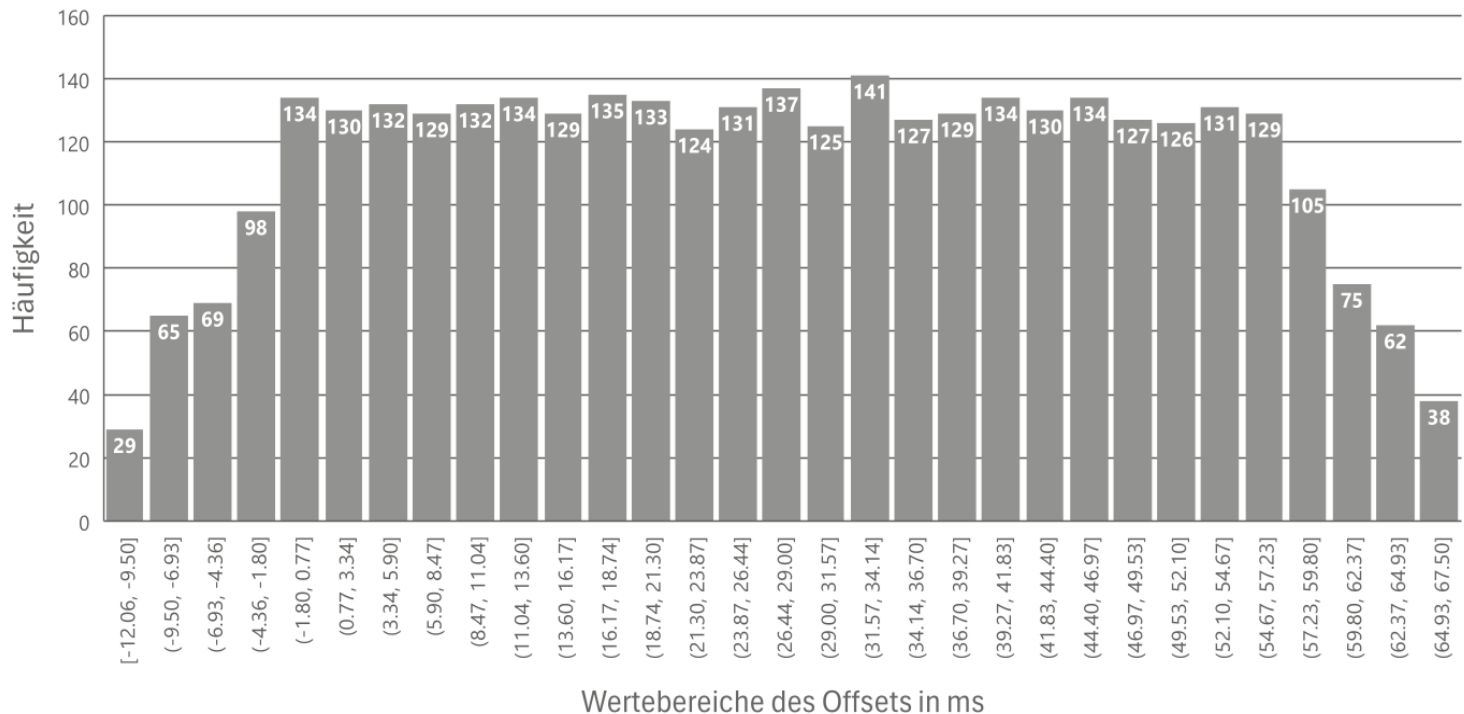
- Offset kann hardwarebedingt variieren
- geeignet für framegenaues Video
- ungeeignet für samplegenaues Audio



EBU R-37: NTP DOCH GUT GENUG?

- Muss Audio zwangsläufig samplegenau sein?
- R37: Audio 5 ms früh bis 15 ms spät ($V \leftrightarrow A$)
- NTP ist deutlich präziser ($-56,7 - 83,3 \mu s$)
- NTP ggfs. je nach Anforderungen doch geeignet

OFFSET $V \leftrightarrow A$ IN NDI: ca. -12 – 67 ms



Quelle: [2] Jannik Neege, s.o.

DIE URSACHE STATEMENT VON VIZRT

- Die Performance der Synchronität hängt von der Implementierung im Empfänger ab
- Implementierung im getesteten OBS war unzureichend
- Fazit: zukünftige Applikationen benötigen eine konsequente Implementierung dieser Mechanismen

The background of the slide is a close-up photograph of several red ants crawling along a dark, textured tree trunk. The background is a solid, vibrant green. On the left side, there are white geometric shapes: two overlapping circles and a solid teal circle.

WAS KÖNNEN
WIR FÜR SIE TUN?