

WebM / VP 8

Seminar Kompressionsalgorithmen Sommer 2012

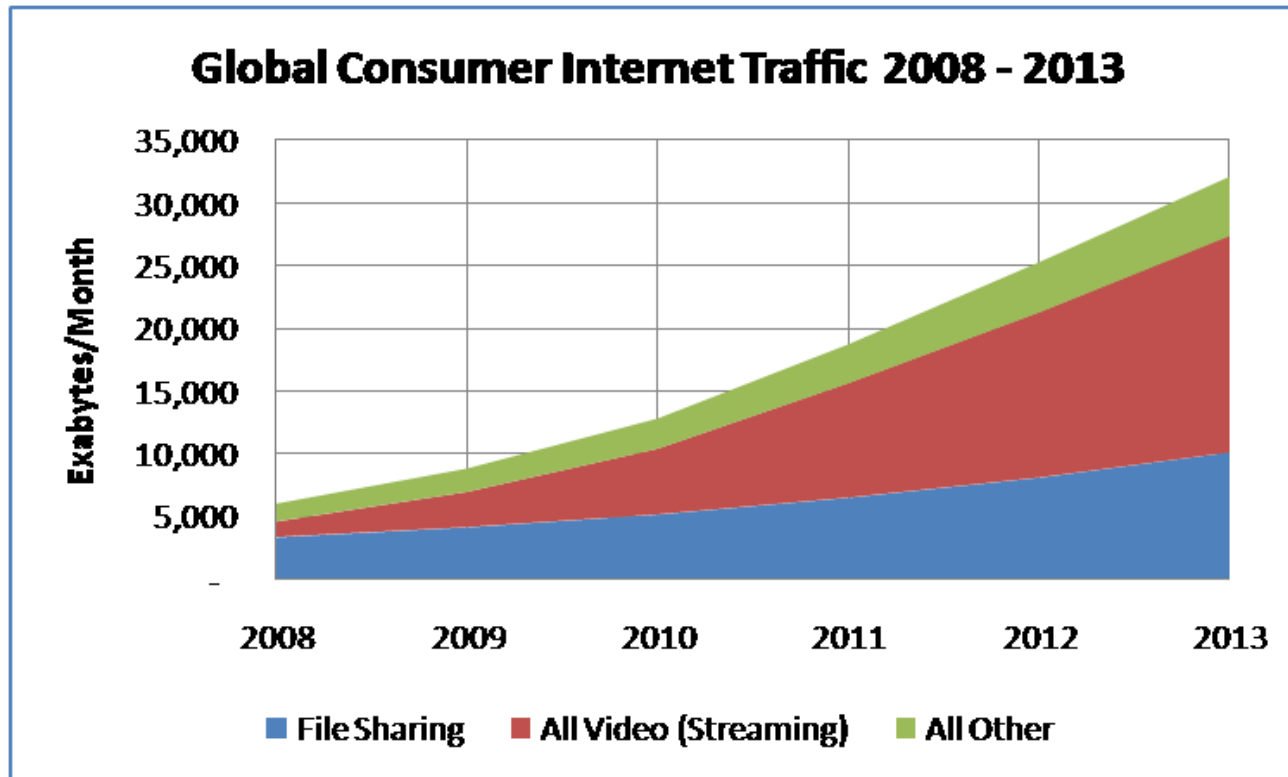
von

Daniel Wolf

11. Juli 2012

Motivation

- Keinen akzeptierten freien Video Codec für das Internet



Quelle: Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2008 - 2013

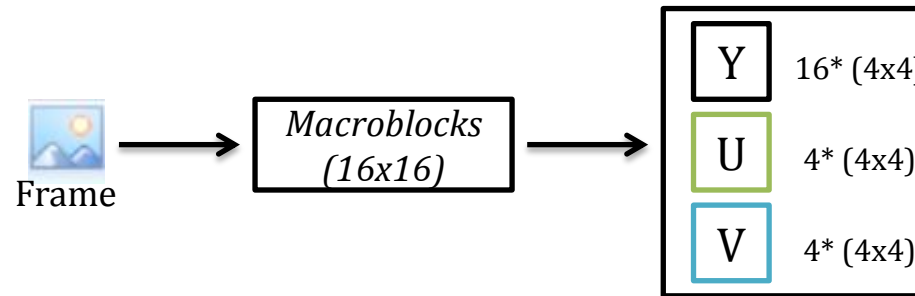
Problemstellung

- Anforderungen an einen neuen Codec
 - Lizenzgebührenfrei
 - Benötigt wenig Bandbreite = starke Kompression
 - Einsetzbar auf verschiedensten Endgeräten
 - Einsetzbar für verschiedenste Anwendungsfälle
 - unterschiedliche Videoqualität

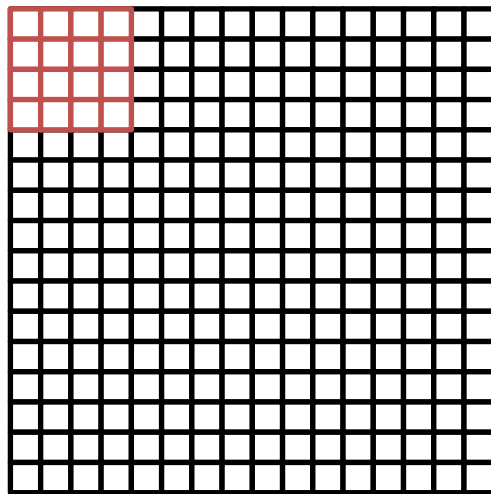
- On2 Technologies entwickelte eigene Video Codecs
- September 2008: VP 8 ersetzt den älteren VP 7
- Anfang 2010: On2 Technologies von Google übernommen
- Februar 2010: Offener Brief der Free Software Foundation an Google
- May 2010: WebM Projekt wird gestartet
 - Unter freien Lizenzen
 - Videocontainerformat für Videos im Web
 - Video: VP 8
 - Audio: Ogg Vorbis
 - Breite Unterstützung verschiedenster Firmen

- VP 8
 - Wiederholung Grundlagen
 - Wiederholung der Intra-Frame –Kodierung
 - Inter-Frame-Kodierung
 - Loop-Filter
 - Motion Vector
- Aktuelle Entwicklungen
- Vergleich zu MPEG4 AVC (H.264)

VP 8 - Encoder

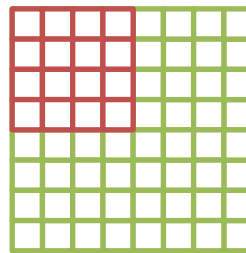


Luma Block (Y)

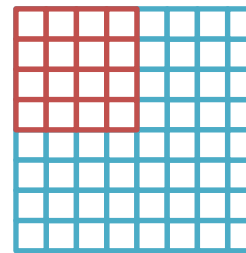


16 x 16

Chroma Blocks (U & V)

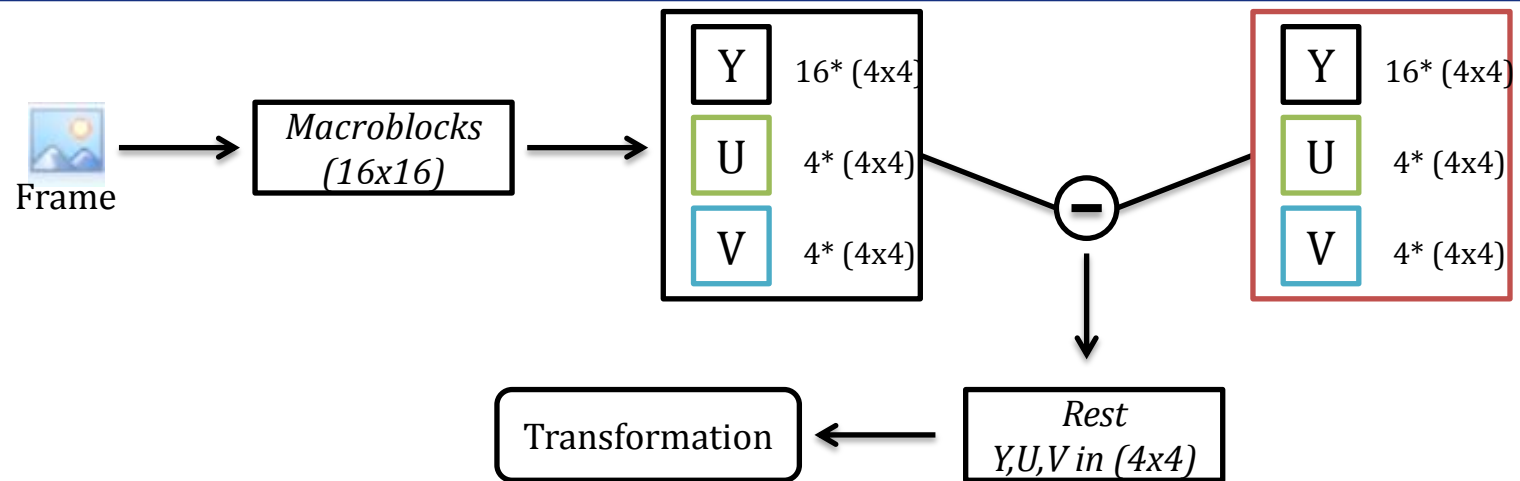


8x8



8x8

VP 8 - Encoder



Transformation

92	91	89	86	84	84	87	90	93	95	93	94	92	95	97	96
91	90	88	86	85	85	86	93	94	95	95	96	97	97	100	96
89	89	89	88	86	83	83	89	93	95	97	97	97	100	101	97
89	87	88	93	91	85	84	87	90	92	94	97	99	103	100	97
88	89	92	94	101	96	89	83	80	84	93	98	104	107	102	98
96	98	99	96	96	102	98	88	78	81	87	102	107	109	105	98
94	88	97	96	93	91	97	94	89	83	89	92	91	94	101	99
91	84	82	86	85	88	86	88	92	92	81	83	83	88	91	94
85	92	90	89	87	87	83	79	84	89	87	84	84	83	84	86
85	85	88	91	90	90	92	84	84	85	87	89	86	83	80	82
84	84	85	87	87	91	89	86	86	85	85	89	91	89	92	94
87	87	86	84	81	82	87	85	88	88	87	88	89	90	90	88
87	83	85	80	82	84	87	90	91	91	92	93	89	82	81	79
85	83	82	81	80	79	83	85	86	91	96	96	97	86	82	82
86	85	83	83	84	84	88	90	90	93	96	97	97	97	88	85
87	87	88	89	88	88	88	90	90	98	101	101	99	98	94	88

Luma Makroblock

92 91 89 86 91 90 88 86 89 89 89 88 89 87 88 93	84 84 87 90 85 85 86 93 86 83 83 89 91 85 84 87	93 95 93 94 94 95 95 96 93 95 97 97 90 92 94 97	92 95 97 96 97 97 100 96 97 100 101 97 99 103 100 97
88 89 92 94 96 98 99 96 94 88 97 96 91 84 82 86	101 96 89 83 96 102 98 88 93 91 97 94 85 88 86 88	80 84 93 98 78 81 87 102 89 83 89 92 92 92 81 83	104 107 102 98 107 109 105 98 91 94 101 99 83 88 91 94
85 92 90 89 85 85 88 91 84 84 85 87 87 87 86 84	87 87 83 79 90 90 92 84 87 91 89 86 81 82 87 85	84 89 87 84 84 85 87 89 86 85 85 89 88 88 87 88	84 83 84 86 86 83 80 82 91 89 92 94 89 90 90 88
87 83 85 80 85 83 82 81 86 85 83 83 87 87 88 89	82 84 87 90 80 79 83 85 84 84 88 90 88 88 88 90	91 91 92 93 86 91 96 96 90 93 96 97 90 98 101 101	89 82 81 79 97 86 82 82 97 97 88 85 99 98 94 88

Luma Subblöcke

Transformation

$\begin{pmatrix} 92 & 91 & 89 & 86 \\ 91 & 90 & 88 & 86 \\ 89 & 89 & 88 & 88 \\ 89 & 87 & 88 & 93 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 84 & 84 & 87 & 90 \\ 85 & 85 & 86 & 93 \\ 86 & 83 & 83 & 89 \\ 91 & 85 & 84 & 87 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 93 & 95 & 93 & 94 \\ 94 & 95 & 95 & 96 \\ 93 & 95 & 97 & 97 \\ 90 & 92 & 94 & 97 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 92 & 95 & 97 & 96 \\ 97 & 97 & 100 & 96 \\ 97 & 100 & 101 & 97 \\ 99 & 103 & 100 & 97 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 88 & 89 & 92 & 94 \\ 96 & 98 & 99 & 96 \\ 94 & 88 & 97 & 96 \\ 91 & 84 & 82 & 86 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 101 & 96 & 89 & 83 \\ 96 & 102 & 98 & 88 \\ 93 & 91 & 97 & 94 \\ 85 & 88 & 86 & 88 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 80 & 84 & 93 & 98 \\ 78 & 81 & 87 & 102 \\ 89 & 83 & 89 & 92 \\ 92 & 92 & 81 & 83 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 104 & 107 & 102 & 98 \\ 107 & 109 & 105 & 98 \\ 91 & 94 & 101 & 99 \\ 83 & 88 & 91 & 94 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 85 & 92 & 90 & 89 \\ 85 & 85 & 88 & 91 \\ 84 & 84 & 85 & 87 \\ 87 & 87 & 86 & 84 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 87 & 87 & 83 & 79 \\ 90 & 90 & 92 & 84 \\ 87 & 91 & 89 & 86 \\ 81 & 82 & 87 & 85 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 84 & 89 & 87 & 84 \\ 84 & 85 & 87 & 89 \\ 86 & 85 & 85 & 89 \\ 88 & 88 & 87 & 88 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 84 & 83 & 84 & 86 \\ 86 & 83 & 80 & 82 \\ 91 & 89 & 92 & 94 \\ 89 & 90 & 90 & 88 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} 87 & 83 & 85 & 80 \\ 85 & 83 & 82 & 81 \\ 86 & 85 & 83 & 83 \\ 87 & 87 & 88 & 89 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 82 & 84 & 87 & 90 \\ 80 & 79 & 83 & 85 \\ 84 & 84 & 88 & 90 \\ 88 & 88 & 88 & 90 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 91 & 91 & 92 & 93 \\ 86 & 91 & 96 & 96 \\ 90 & 93 & 96 & 97 \\ 90 & 98 & 101 & 101 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 89 & 82 & 81 & 79 \\ 97 & 86 & 82 & 82 \\ 97 & 97 & 88 & 85 \\ 99 & 98 & 94 & 88 \end{pmatrix}$

Luma Subblöcke

$\begin{pmatrix} -36 & -37 & -39 & -42 \\ -37 & -38 & -40 & -42 \\ -39 & -39 & -39 & -40 \\ -39 & -41 & -40 & -35 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -44 & -44 & -41 & -38 \\ -43 & -43 & -42 & -35 \\ -42 & -45 & -45 & -39 \\ -37 & -43 & -44 & -41 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -35 & -33 & -35 & -34 \\ -34 & -33 & -33 & -32 \\ -35 & -33 & -31 & -31 \\ -38 & -36 & -34 & -31 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -36 & -33 & -31 & -32 \\ -31 & -31 & -28 & -32 \\ -31 & -28 & -27 & -31 \\ -29 & -25 & -28 & -31 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -40 & -39 & -36 & -34 \\ -32 & -30 & -29 & -32 \\ -34 & -40 & -31 & -32 \\ -37 & -44 & -46 & -42 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -27 & -32 & -39 & -45 \\ -32 & -26 & -30 & -40 \\ -35 & -37 & -31 & -34 \\ -43 & -40 & -42 & -40 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -48 & -44 & -35 & -30 \\ -50 & -47 & -41 & -26 \\ -39 & -45 & -39 & -36 \\ -36 & -36 & -47 & -45 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -24 & -21 & -26 & -30 \\ -21 & -19 & -23 & -30 \\ -37 & -34 & -27 & -29 \\ -45 & -40 & -37 & -34 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -43 & -36 & -38 & -39 \\ -43 & -43 & -40 & -37 \\ -44 & -44 & -43 & -41 \\ -41 & -41 & -42 & -44 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -41 & -41 & -45 & -49 \\ -38 & -38 & -36 & -44 \\ -41 & -37 & -39 & -42 \\ -47 & -46 & -41 & -43 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -44 & -39 & -41 & -44 \\ -44 & -43 & -41 & -39 \\ -42 & -43 & -43 & -39 \\ -40 & -40 & -41 & -40 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -44 & -45 & -44 & -42 \\ -42 & -45 & -48 & -46 \\ -37 & -39 & -36 & -34 \\ -39 & -38 & -38 & -40 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -41 & -45 & -43 & -48 \\ -43 & -45 & -46 & -47 \\ -42 & -43 & -45 & -45 \\ -41 & -41 & -40 & -39 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -46 & -44 & -41 & -38 \\ -48 & -49 & -45 & -43 \\ -44 & -44 & -40 & -38 \\ -40 & -40 & -40 & -38 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -37 & -37 & -36 & -35 \\ -42 & -37 & -32 & -32 \\ -38 & -35 & -32 & -31 \\ -38 & -30 & -27 & -27 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -39 & -46 & -47 & -49 \\ -31 & -42 & -46 & -46 \\ -31 & -31 & -40 & -43 \\ -29 & -30 & -34 & -40 \end{pmatrix}$

Prediction

Transformation

$\begin{pmatrix} -36 & -37 & -39 & -42 \\ -37 & -38 & -40 & -42 \\ -39 & -39 & -39 & -40 \\ -39 & -41 & -40 & -35 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -44 & -44 & -41 & -38 \\ -43 & -43 & -42 & -35 \\ -42 & -45 & -45 & -39 \\ -37 & -43 & -44 & -41 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -35 & -33 & -35 & -34 \\ -34 & -33 & -33 & -32 \\ -35 & -33 & -31 & -31 \\ -38 & -36 & -34 & -31 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -36 & -33 & -31 & -32 \\ -31 & -31 & -28 & -32 \\ -31 & -28 & -27 & -31 \\ -29 & -25 & -28 & -31 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -40 & -39 & -36 & -34 \\ -32 & -30 & -29 & -32 \\ -34 & -40 & -31 & -32 \\ -37 & -44 & -46 & -42 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -27 & -32 & -39 & -45 \\ -32 & -26 & -30 & -40 \\ -35 & -37 & -31 & -34 \\ -43 & -40 & -42 & -40 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -48 & -44 & -35 & -30 \\ -50 & -47 & -41 & -26 \\ -39 & -45 & -39 & -36 \\ -36 & -36 & -47 & -45 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -24 & -21 & -26 & -30 \\ -21 & -19 & -23 & -30 \\ -37 & -34 & -27 & -29 \\ -45 & -40 & -37 & -34 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -43 & -36 & -38 & -39 \\ -43 & -43 & -40 & -37 \\ -44 & -44 & -43 & -41 \\ -41 & -41 & -42 & -44 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -41 & -41 & -45 & -49 \\ -38 & -38 & -36 & -44 \\ -41 & -37 & -39 & -42 \\ -47 & -46 & -41 & -43 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -44 & -39 & -41 & -44 \\ -44 & -43 & -41 & -39 \\ -42 & -43 & -43 & -39 \\ -40 & -40 & -41 & -40 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -44 & -45 & -44 & -42 \\ -42 & -45 & -48 & -46 \\ -37 & -39 & -36 & -34 \\ -39 & -38 & -38 & -40 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -41 & -45 & -43 & -48 \\ -43 & -45 & -46 & -47 \\ -42 & -43 & -45 & -45 \\ -41 & -41 & -40 & -39 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -46 & -44 & -41 & -38 \\ -48 & -49 & -45 & -43 \\ -44 & -44 & -40 & -38 \\ -40 & -40 & -40 & -38 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -37 & -37 & -36 & -35 \\ -42 & -37 & -32 & -32 \\ -38 & -35 & -32 & -31 \\ -38 & -30 & -27 & -27 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -39 & -46 & -47 & -49 \\ -31 & -42 & -46 & -46 \\ -31 & -31 & -40 & -43 \\ -29 & -30 & -34 & -40 \end{pmatrix}$

$\begin{pmatrix} -312 & 7 & 1 & 0 \\ 1 & 12 & -5 & 2 \\ 2 & -3 & 3 & -1 \\ 1 & 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -333 & -9 & 14 & -1 \\ 2 & -11 & -4 & 0 \\ 1 & 6 & -2 & 3 \\ -5 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -269 & -9 & -1 & -2 \\ 1 & 8 & 0 & -1 \\ -7 & -1 & 1 & -2 \\ 2 & 1 & -2 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -242 & -1 & -11 & 2 \\ -13 & -6 & 3 & 4 \\ -3 & -1 & 0 & -4 \\ -2 & -3 & -1 & -1 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -289 & -4 & 6 & 7 \\ 18 & -9 & -9 & -1 \\ -29 & 3 & 6 & -6 \\ -3 & -9 & 4 & 7 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -287 & 17 & -10 & 2 \\ 17 & 25 & -4 & 2 \\ -22 & 8 & 7 & -5 \\ 0 & -3 & 10 & 7 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -322 & -25 & 12 & -3 \\ 4 & -37 & 1 & 5 \\ 1 & 16 & -9 & -4 \\ 5 & 6 & -2 & 11 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -239 & -2 & -12 & 0 \\ 46 & 26 & -4 & -2 \\ -19 & -3 & 2 & -5 \\ -7 & -11 & 2 & 3 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -330 & -6 & -3 & -2 \\ 11 & -6 & -3 & -2 \\ 5 & 7 & -8 & -2 \\ -2 & 1 & -2 & -2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -334 & 8 & -11 & 4 \\ 2 & 15 & 0 & -1 \\ -19 & -2 & 4 & 0 \\ -1 & 3 & 1 & -6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -332 & -4 & -1 & -3 \\ -4 & 0 & -6 & 0 \\ 2 & 7 & -7 & -1 \\ -2 & 3 & 0 & -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -329 & 0 & 4 & 1 \\ -22 & 1 & 5 & -1 \\ -2 & -2 & -5 & 0 \\ 18 & -9 & 1 & 3 \end{pmatrix}$
$\begin{pmatrix} -347 & 9 & 1 & 4 \\ -11 & 8 & -1 & 5 \\ 9 & -3 & -1 & 3 \\ 0 & 3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -339 & -16 & 4 & 2 \\ -12 & -5 & 0 & 1 \\ 12 & 2 & -1 & -3 \\ 10 & -3 & -1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -273 & -22 & -7 & 0 \\ -16 & 8 & 6 & 2 \\ 6 & 4 & 0 & -2 \\ -1 & 7 & 5 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -312 & 37 & 4 & 1 \\ -36 & -1 & 11 & 5 \\ -2 & -6 & -4 & 4 \\ 0 & -1 & -6 & -4 \end{pmatrix}$

Luma Subblöcke nach Prediction



DCT

Transformation

$$\begin{pmatrix} -312 & 7 & 1 & 0 \\ 1 & 12 & -5 & 2 \\ 2 & -3 & 3 & -1 \\ 1 & 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -333 & -9 & 14 & -1 \\ 2 & -11 & -4 & 0 \\ 1 & 6 & -2 & 3 \\ -5 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -269 & -9 & -1 & -2 \\ 1 & 8 & 0 & -1 \\ -7 & -1 & 1 & -2 \\ 2 & 1 & -2 & 1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} =242 & -1 & -11 & 2 \\ -13 & -6 & 3 & 4 \\ -3 & -1 & 0 & -4 \\ -2 & -3 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -289 & -4 & 6 & 7 \\ 18 & -9 & -9 & -1 \\ -29 & 3 & 6 & -6 \\ -3 & -9 & 4 & 7 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -287 & 17 & -10 & 2 \\ 17 & 25 & -4 & 2 \\ -22 & 8 & 7 & -5 \\ 0 & -3 & 10 & 7 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -322 & -25 & 12 & -3 \\ 4 & -37 & 1 & 5 \\ 1 & 16 & -9 & -4 \\ 5 & 6 & -2 & 11 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} =239 & -2 & -12 & 0 \\ 46 & 26 & -4 & -2 \\ -19 & -3 & 2 & -5 \\ -7 & -11 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} =330 & -6 & -3 & -2 \\ 11 & -6 & -3 & -2 \\ 5 & 7 & -8 & -2 \\ -2 & 1 & -2 & -2 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -334 & 8 & -11 & 4 \\ 2 & 15 & 0 & -1 \\ -19 & -2 & 4 & 0 \\ -1 & 3 & 1 & -6 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -332 & -4 & -1 & -3 \\ -4 & 0 & -6 & 0 \\ 2 & 7 & -7 & -1 \\ -2 & 3 & 0 & -1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} =329 & 0 & 4 & 1 \\ -22 & 1 & 5 & -1 \\ -2 & -2 & -5 & 0 \\ 18 & -9 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} =347 & 9 & 1 & 4 \\ -11 & 8 & -1 & 5 \\ 9 & -3 & -1 & 3 \\ 0 & 3 & 0 & 1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -339 & -16 & 4 & 2 \\ -12 & -5 & 0 & 1 \\ 12 & 2 & -1 & -3 \\ 10 & -3 & -1 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} -273 & -22 & -7 & 0 \\ -16 & 8 & 6 & 2 \\ 6 & 4 & 0 & -2 \\ -1 & 7 & 5 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} =312 & 37 & 4 & 1 \\ -36 & -1 & 11 & 5 \\ -2 & -6 & -4 & 4 \\ 0 & -1 & -6 & -4 \end{pmatrix}$$

Luma Subblöcke nach DCT

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & -2 & 3 & 0 \\ 0 & -2 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & 0 & -2 & 0 \\ -3 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 & 1 \\ 4 & -2 & -2 & 0 \\ -7 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & -2 & 1 & 1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & 4 & -2 & 0 \\ 4 & 6 & -1 & 0 \\ -5 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & -6 & 3 & 0 \\ 1 & -9 & 0 & 1 \\ 0 & 4 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & 0 & -3 & 0 \\ 11 & 6 & -1 & 0 \\ -4 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & -2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & 2 & -2 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ -4 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ -5 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 4 & -2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 1 \\ -2 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & -4 & 1 & 0 \\ -3 & -1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & -5 & -1 & 0 \\ -4 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix} 0 & 9 & 1 & 0 \\ -9 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

Quantisierung

Walsh Hardermod transform

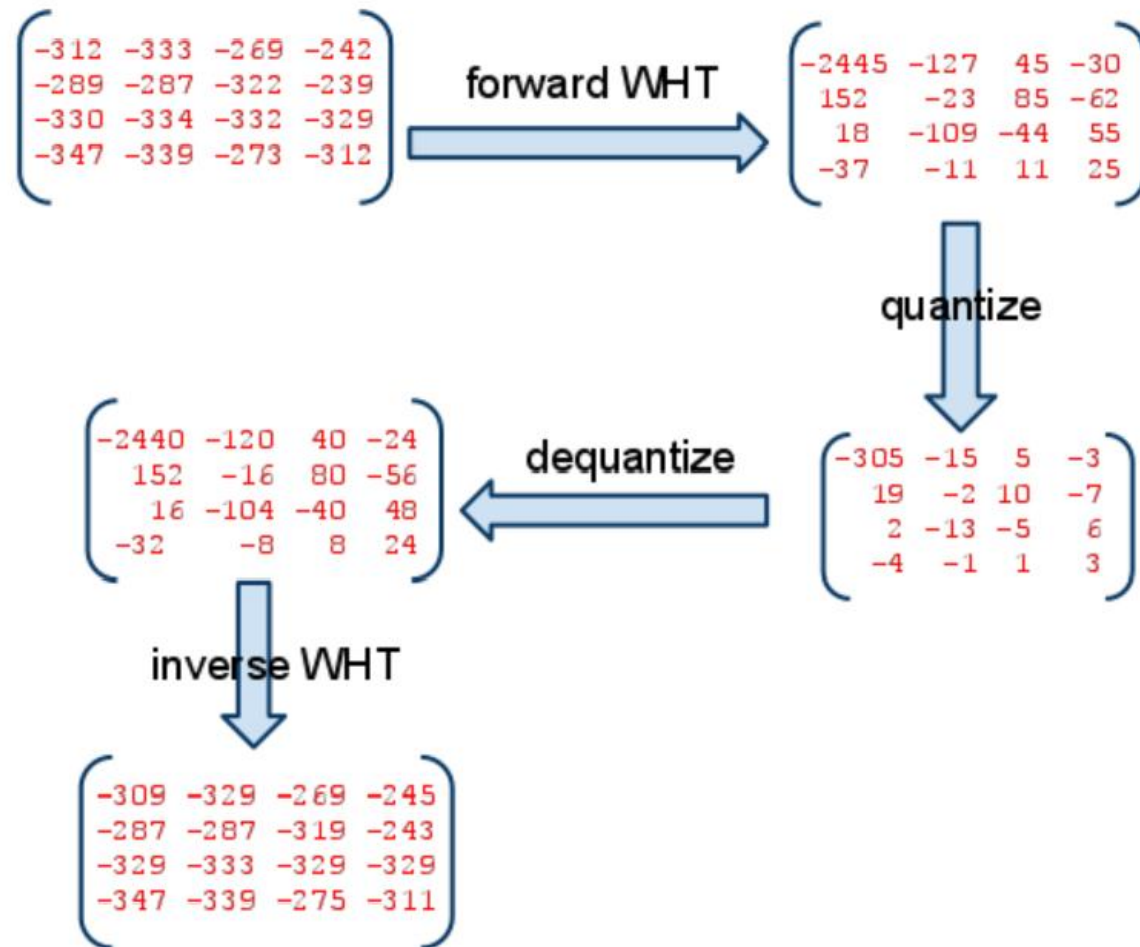
Y	16* (4x4)
U	4* (4x4)
V	4* (4x4)
Y2	1* (4x4)

$$Y = HXH$$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

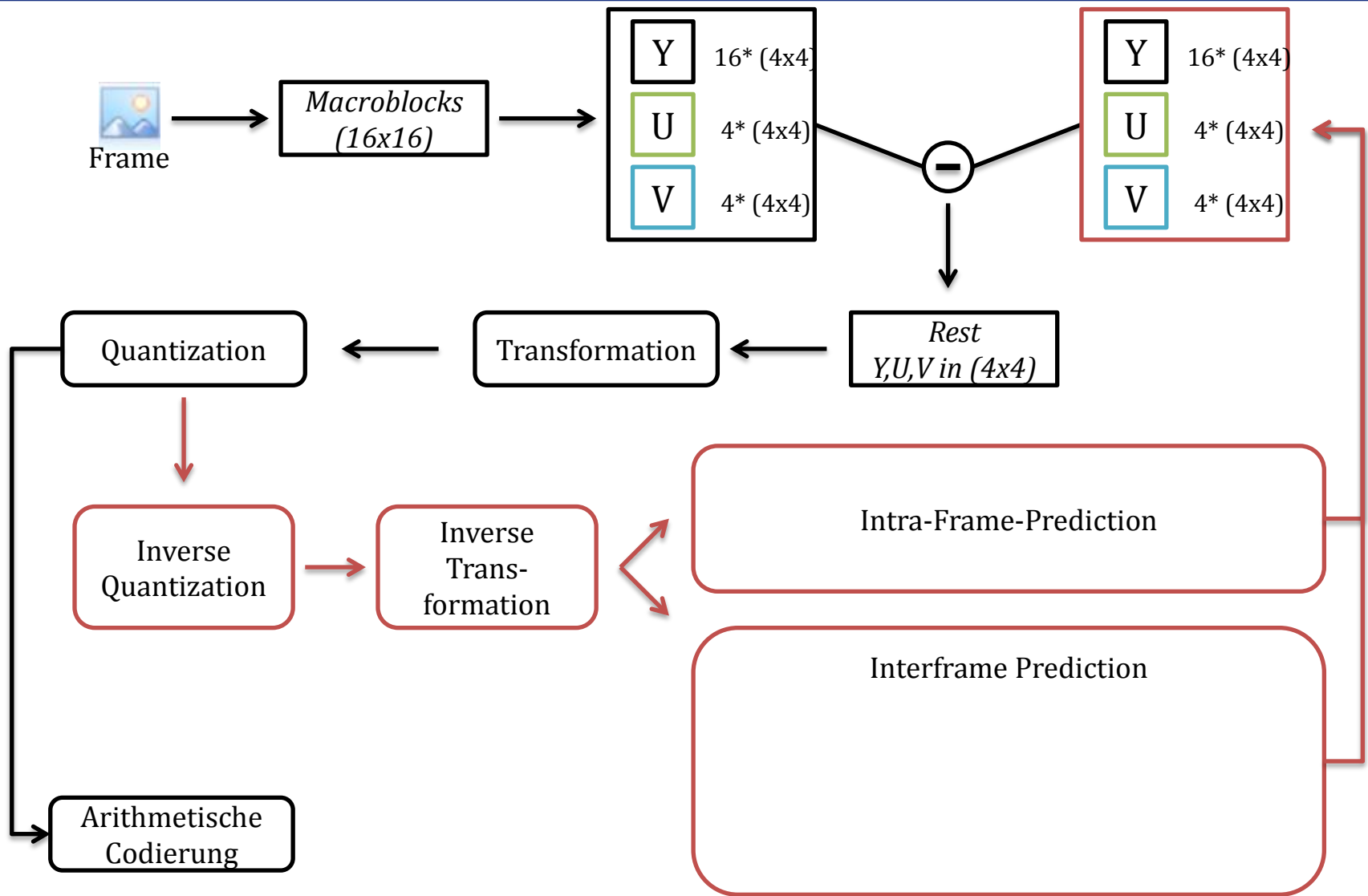
- Erste DC Koeffizienten werden mit der WHT transformiert
 - Nochmal erhöhte Kompression
- WHT ist besonders einfach und schnell zu brechnen
- $O(n \log n)$ und nur Additionen / Subtraktionen

Walsh Hardermod transform



Quelle: <http://multimedia.cx/eggs/the-big-vp8-debug/>

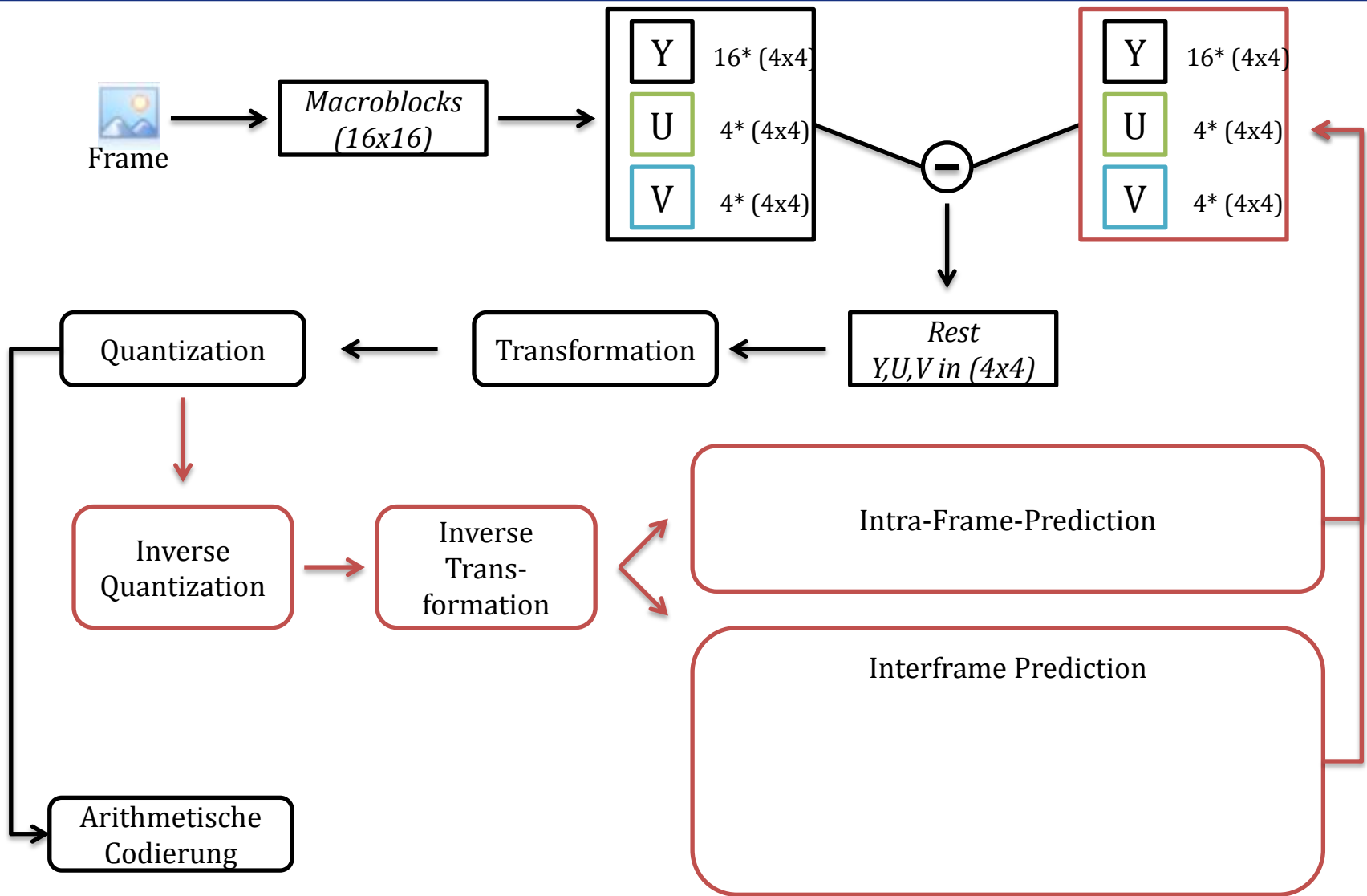
VP 8 - Encoder



Intra-Frame Prediction

- Ist besonders bedeutsam für „I-Frames“
- Setzt in der Regel auf der Ebene der Makroblöcke an
- 4 verschiedene Modi:
 - Horizontal Prediction
 - Vertical Prediction
 - DC Prediction
 - True Motion Prediction
 - $X_{21} = L_2 + A_1 - P$

VP 8 - Encoder



Interframe Prediction

1) Intra-Frames:

- Wie I-Frames in MPEG
- Nutzen nur Intra-Frame Prediction
- Einstiegspunkte in das Video
- Fehlerkorrektur

2) Inter-Frames:

- Wie P-Frames in MPEG
- Enthalten Verweise auf vorangegangene Frames

Interframe Prediction

- Inter-Frame Prediction mit mehr als 3 Frames nicht sinnvoll
- Inter-Frames können Verweise haben auf
 1. Den unmittelbar vorangegangenen Frame
 2. Golden Reference Frame
 3. Alternate (constructed) Reference Frame
- Der Decoder braucht nur einen Buffer für genau 4 Frames
 - Sehr geringer Speicherbedarf



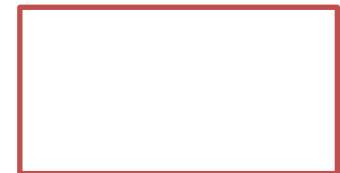
Aktueller Frame



Letzter Frame



Golden
Reference Frame



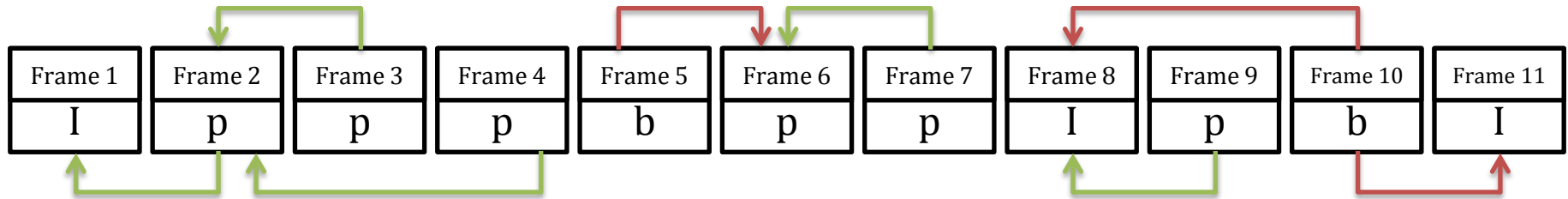
Altref Frame

Interframe Prediction

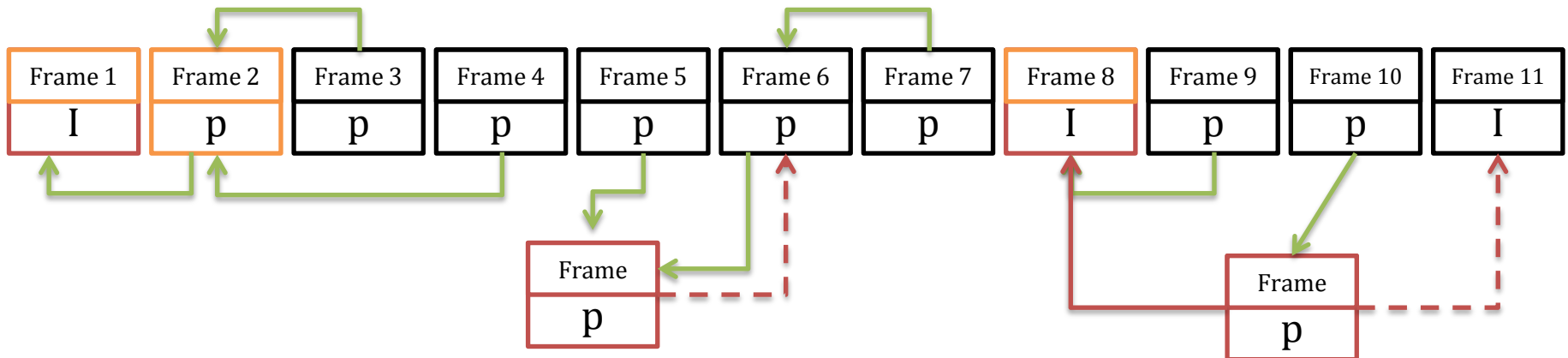
- **Golden Reference Frame**
 - Jeder Key-Frame ist ein Golden Frame
 - Jeder andere Frame kann ein Golden Frame sein
 - Sind Frames des Videos
- **Alternate Reference Frame**
 - Jeder Key-Frame ist ein Altref. Frame
 - Jeder andere Frame kann ein Altref. Frame sein
 - Der Encoder kann Frames schicken, die nicht Teil des Videos sind

Interframe Prediction

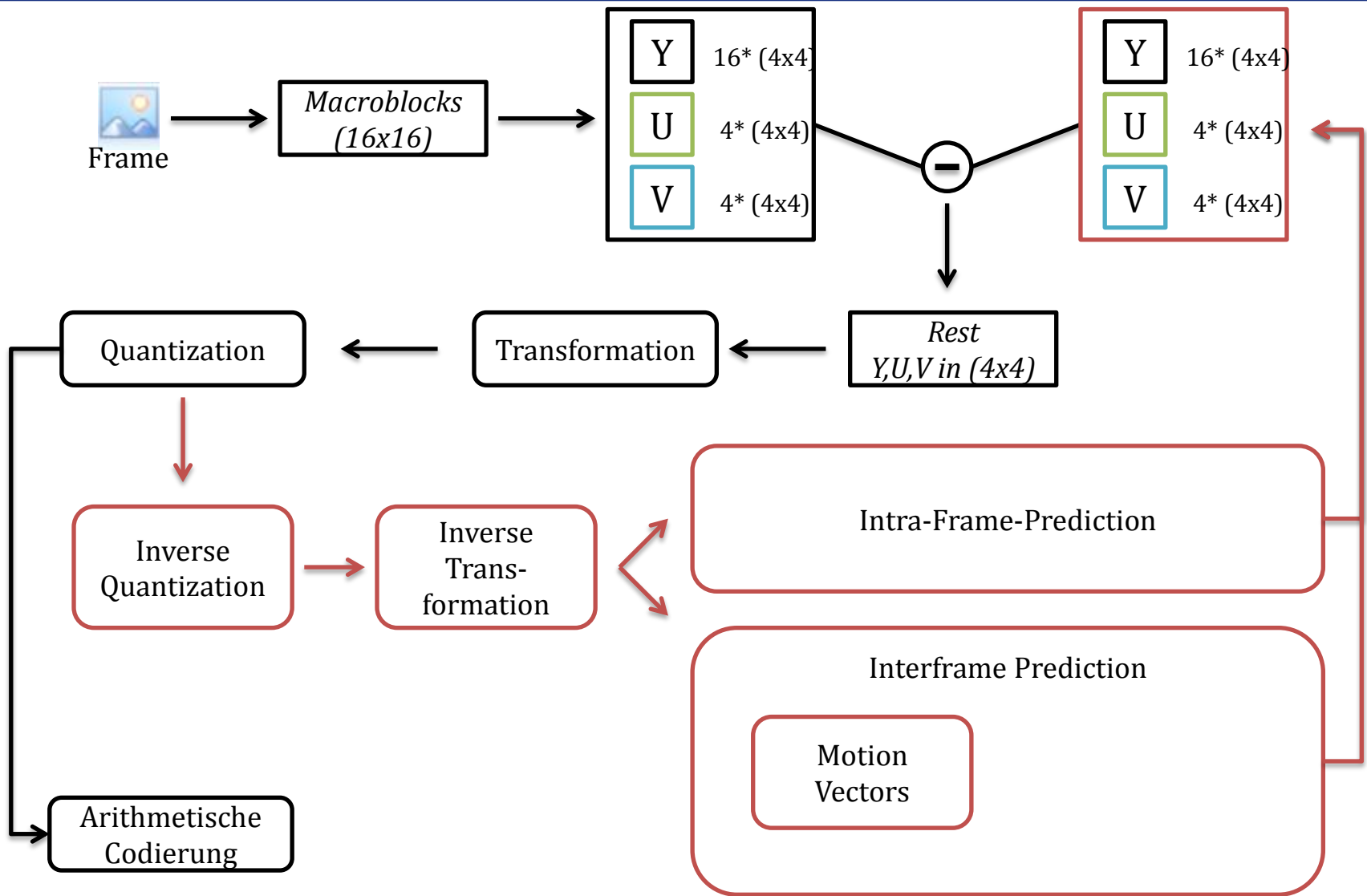
Sequenz mit I,P und B Frames:



Sequenz in VP 8:



VP 8 - Encoder



Interframe Prediction – Motion Vector

- Pro Frame Referenzen nur auf einen anderen Frame
- Keine Trennung zwischen Motion Vector für Luma und Chroma Blöcke
- Motion Vektoren existieren pro:
 - Frame
 - Makroblock
 - Subblock (SPLIT Modus)
- Problem: Viele Motion Vectors verursachen viele Daten

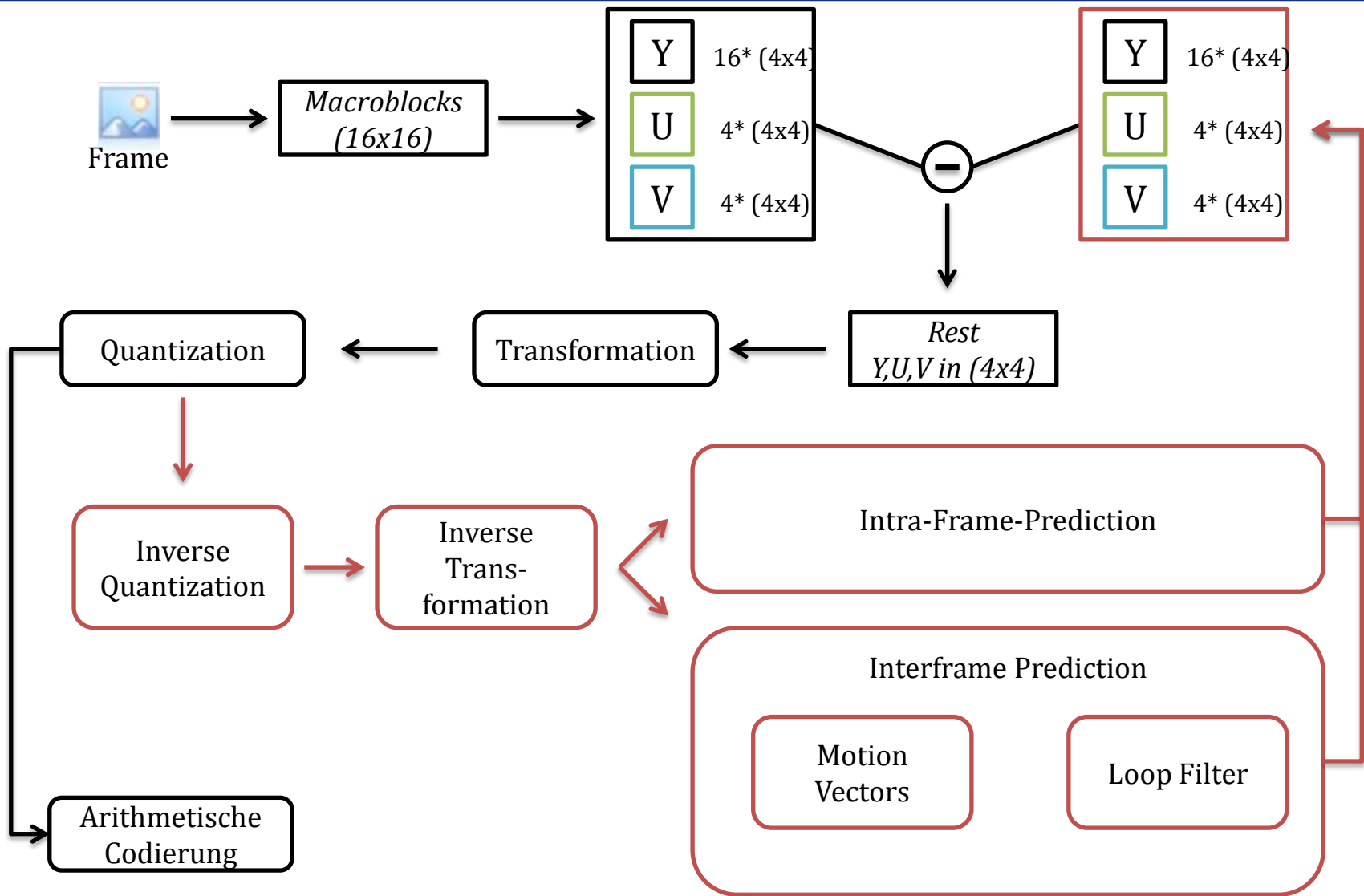
Interframe Prediction – Motion Vektor

<i>New</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>
<i>Above</i>	<i>New</i>	<i>Left</i>	<i>Above</i>
<i>Above</i>	<i>Above</i>	<i>Left</i>	<i>Above</i>
<i>New</i>	<i>Left</i>	<i>Left</i>	<i>Above</i>

1	1	1	1
1	2	2	1
1	2	2	1
3	3	3	1

- Motion Vektor Referenzen:
 - New
 - Left
 - Above

VP 8 - Encoder

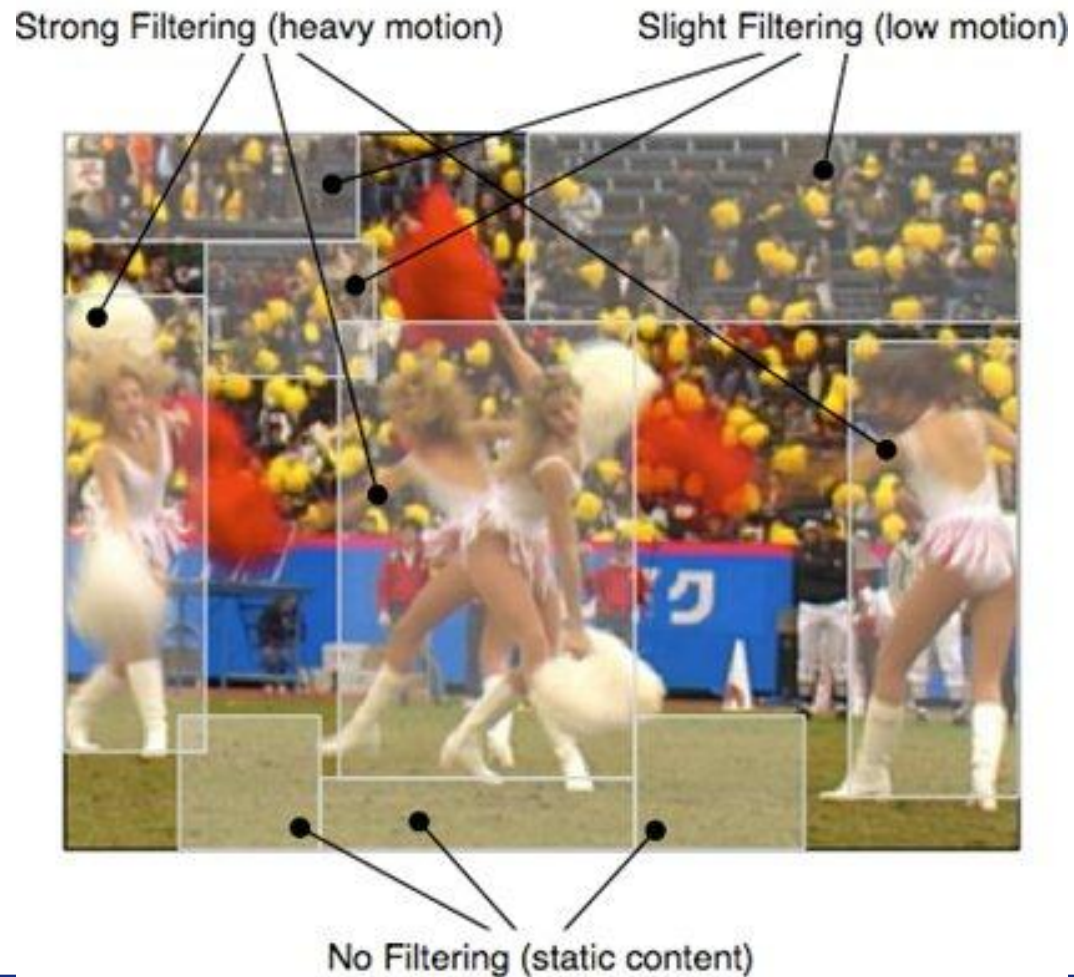


Loop Filter

- VP 8 erlaubt verschiedene Loop-Filter Stärken
 - Für einzelne Frames
 - Für einzelne Makroblocks
 - Für einzelne Subblocks
- Es ist möglich den Loop-Filter für einzelne Bereiche komplett zu deaktivieren
 - Reduziert die Komplexität des Dekodierens

Loop Filter

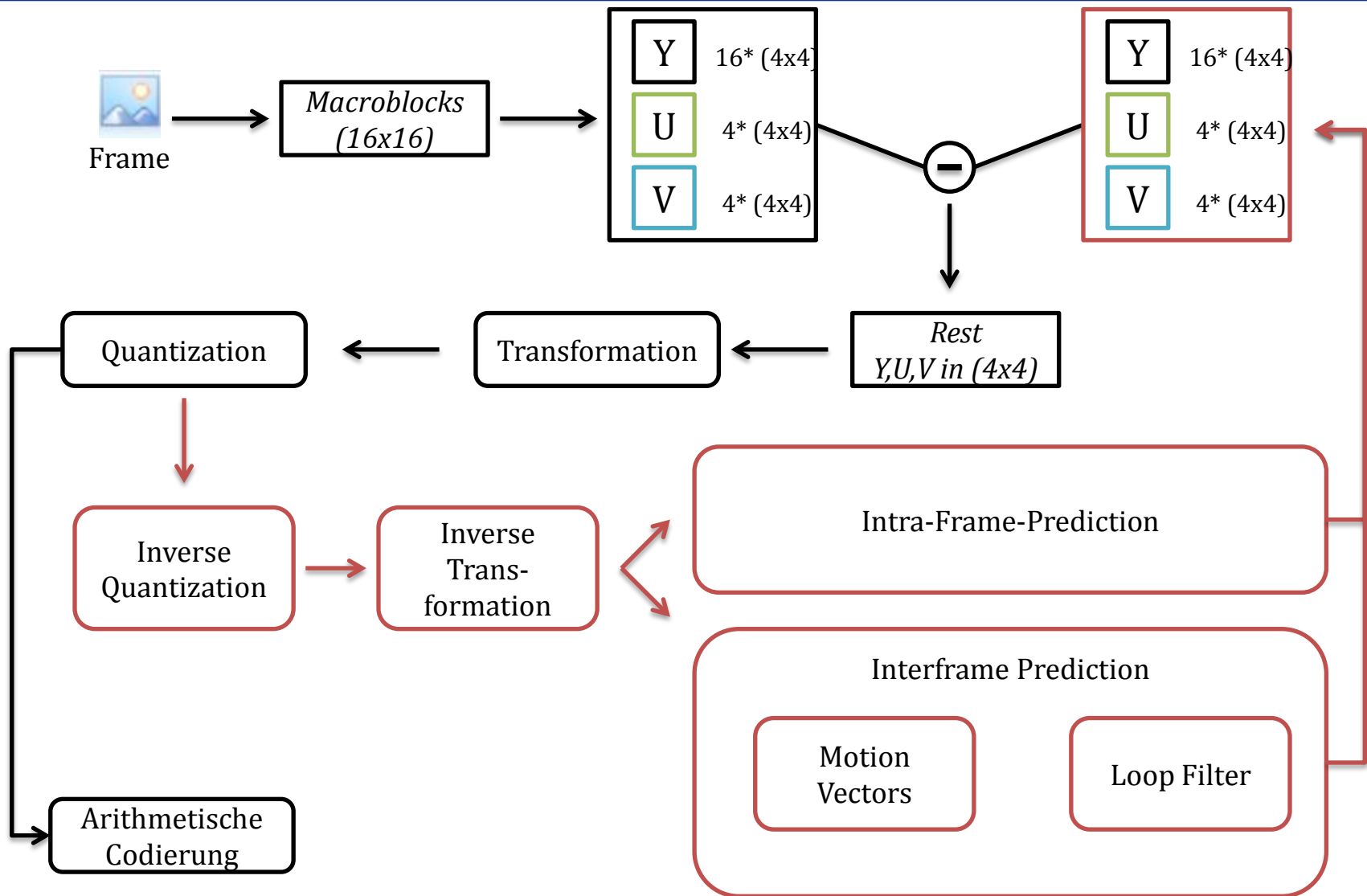
VP8 Intelligent Loop Filtering



Loop Filter

- VP 8 erlaubt verschiedene Loop-Filter Stärken
 - Für einzelne Frames
 - Für einzelne Makroblocks
 - Für einzelne Subblocks
- Es ist möglich den Loop-Filter für einzelne Bereiche komplett zu deaktivieren
 - Reduziert die Komplexität des Dekodierens
- Anpassungen werden über Profile vorgenommen

VP 8 - Encoder



- ✓ VP 8
 - ✓ Wiederholung Grundlagen
 - ✓ Wiederholung der Intra-Frame-Kodierung
 - ✓ Inter-Frame-Kodierung
 - ✓ Loop-Filter
 - ✓ Motion Vektor
- Aktuelle Entwicklungen
- Vergleich zu MPEG4 AVC (H.264)

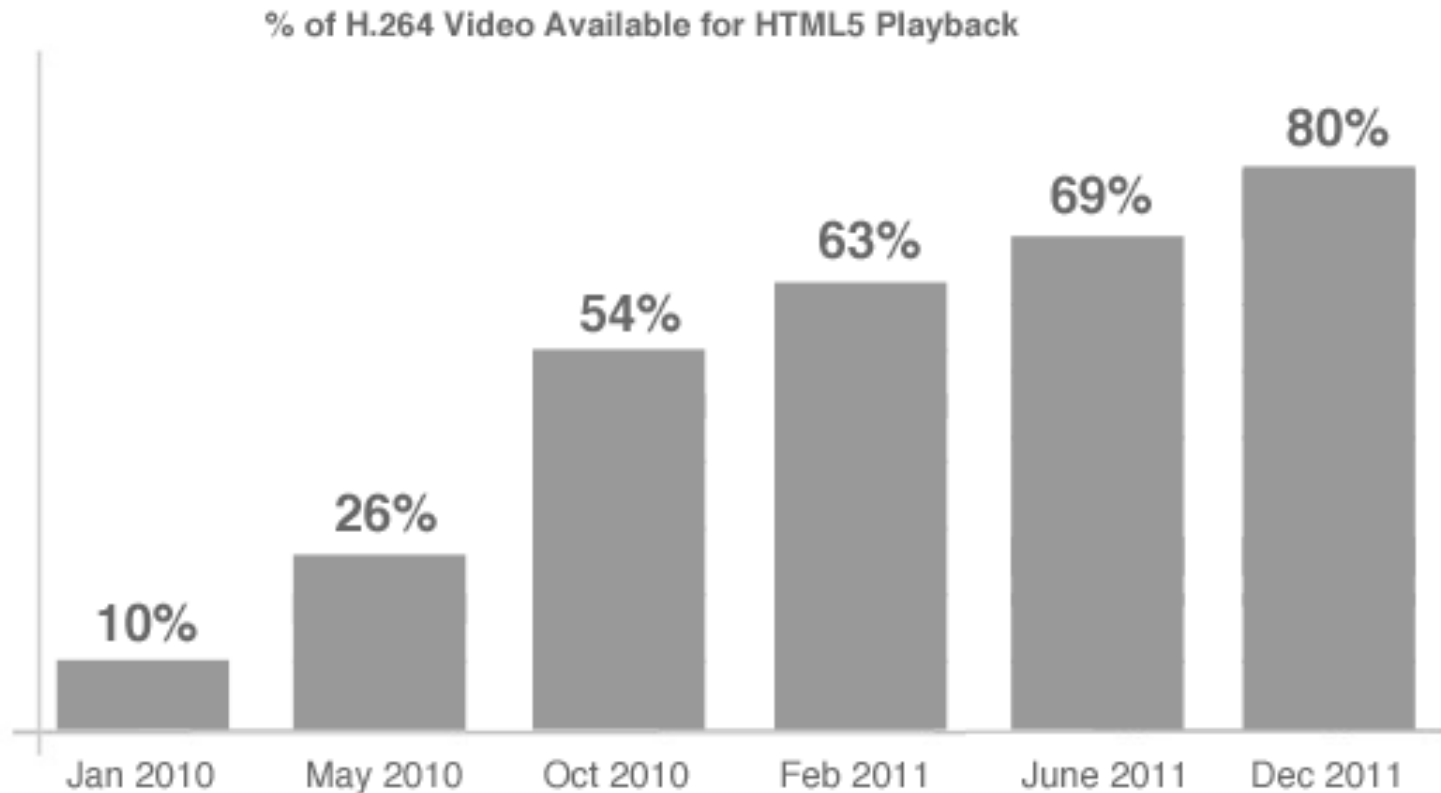
Aktueller Stand

- Patentsituation ist umstritten
 - Google geht von einer Patentfreiheit aus
 - MPEG LA widerspricht
 - Zweifel ob ein patenfreier Videocodec möglich ist

Aktuelle Entwicklungen

Browser	Operating system	Latest stable release version date	Formats supported by different web browsers		
			Ogg Theora	H.264	VP8 (WebM)
Internet Explorer	Windows	9.0.2 (August 11, 2011; 10 months ago)	Manual install ^[note 1]	9.0 ^[28]	Manual install ^[note 2]
	Windows Phone	9.0	No ^[citation needed]	9.0 ^[citation needed]	No ^[citation needed]
Mozilla Firefox	Windows	13.0.1 (June 15, 2012; 21 days ago) ^[31]	3.5 ^[32]	Manual install ^[note 3]	4.0 ^{[34][35]}
	Other supported			No	
Google Chrome	All supported	20.0.1132.47 (June 28, 2012; 8 days ago)	3.0 ^{[36][37]}	3.0 ^[37] (removal planned) ^[38]	6.0 ^{[39][40]}
Chromium	All supported	N/A	r18297 ^[41]	Manual install ^[note 4]	r47759 ^[43]
Android browser	Android	N/A	2.3 ^[44]	3.0 ^[44]	2.3 ^[44]
Safari	iOS	5.1.7 (May 9, 2012; 58 days ago)	No	3.1 ^[45]	No
	MacOS X		Manual install ^[note 5]	4.0 ^[citation needed]	Manual install ^[46]
	Windows			Manual install ^[47]	
Opera	All supported	12.00 (June 14, 2012; 22 days ago)	10.50 ^[48]	No	10.60 ^{[49][50]}
Konqueror	All supported	4.8.4 (8 June 2012; 28 days ago) ^[51]	4.4 ^[note 6]		
Web (previously Epiphany)	All supported	3.4.1 (April 18, 2012; 2 months ago) ^[53]	2.28 ^[note 7]		

Aktueller Stand



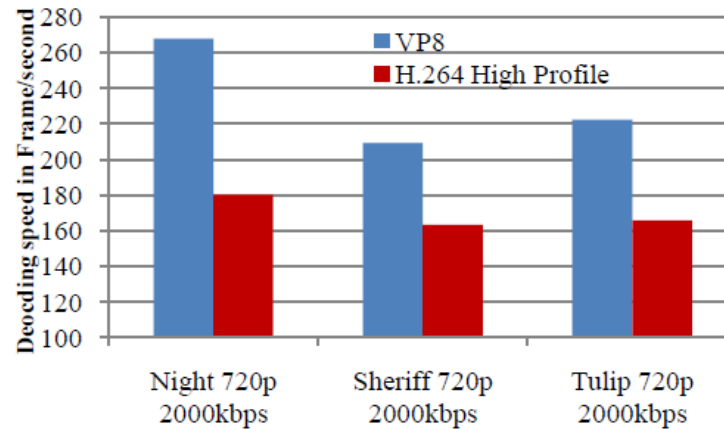
mefedia.com: HTML5 Based Video Availability

Vergleich zu H.264

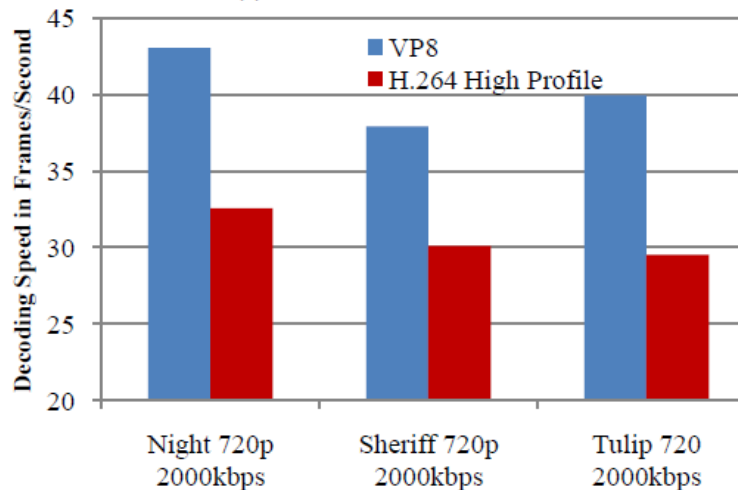
- Die verbreitete Meinung:
 - VP 8 liefert ähnliche Qualität
 - Ist tendenziell aber etwas schlechter
- Kompression

	MPEG 4	MPEG 4 AVC	WebM
96 kb/s	4,68 MB	0,62 MB	1,23 MB
1000 kb/s	6,18 MB	5,25 MB	5,54 MB

Vergleich zu H.264



(a) Intel Core i7 3.2GHz



(b) Intel Atom N270 1.66GHz