

MULTIMEDIA(TECHNIEKEN)

PRACTICUM VIDEO 2

Deadline: donderdag 26 april, 14:00 uur

Johan De Praeter

johan.depraeter@ugent.be

Een multimediabestand bevat meer dan enkel video.

Container

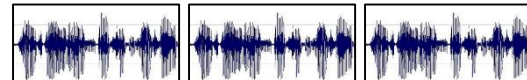
3gp
avi
Mkv
MP4
mpg
Webm
wmv

Video

H.263
H264/AVC
H.265/HEVC
VP8
VP9



Audio ENG



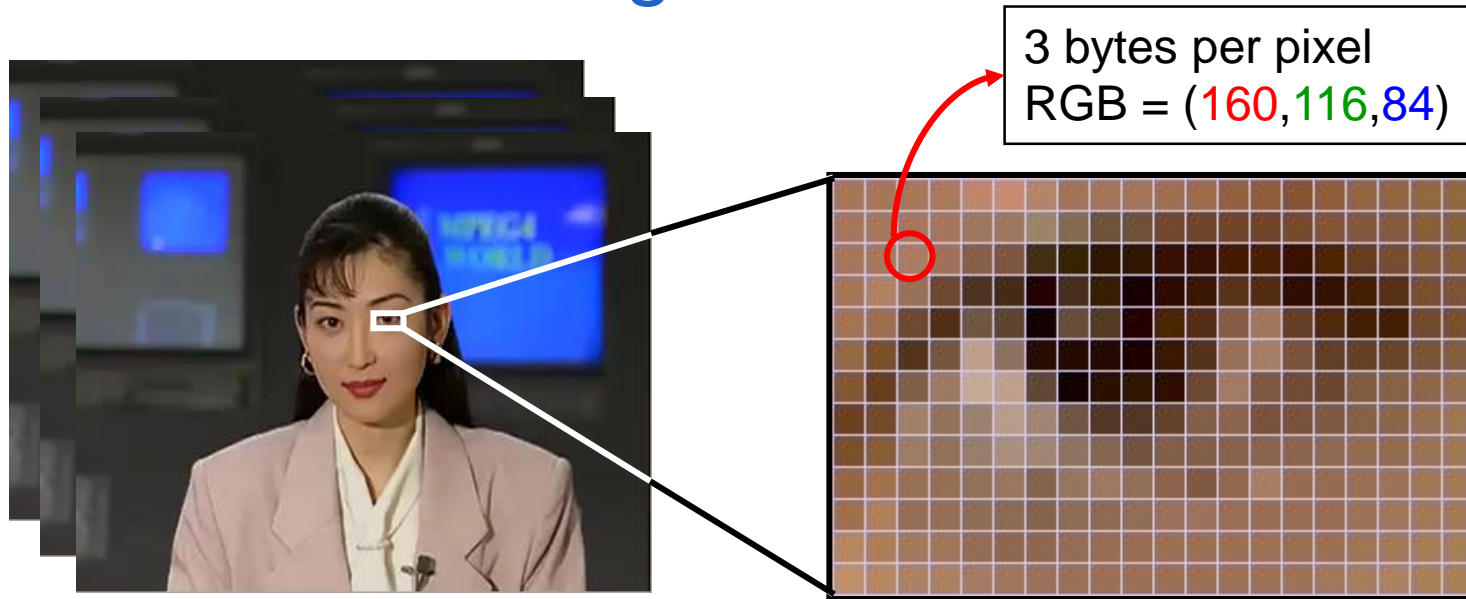
Audio JP



Sub ENG

Sub NL

Ongecomprimeerde video is een enorme berg data.

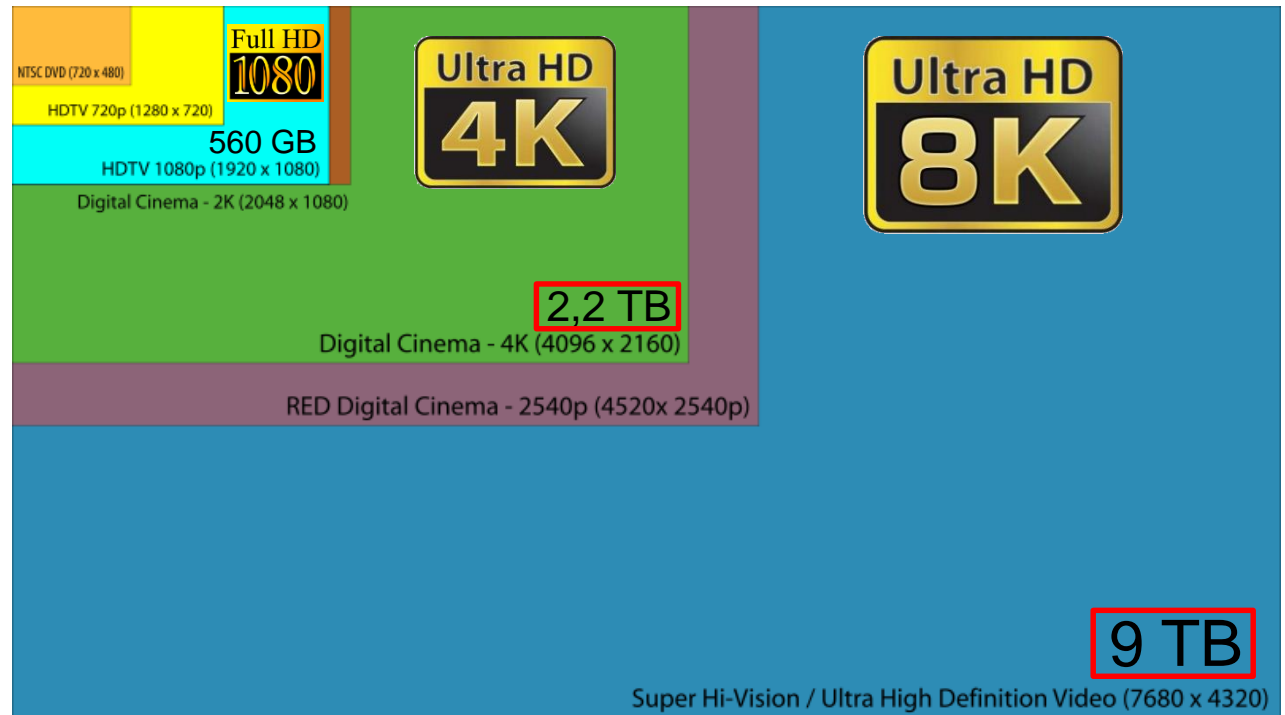


1 uur film op HD resolutie (1920x1080):

- 3 bytes per pixel
- 1920x1080 pixels per beeld
- 25 beelden per seconde
- 3600 sec.

560 GB !

Hogere temporele en spatiale resolutie resulteren in nog meer data.



25 fps

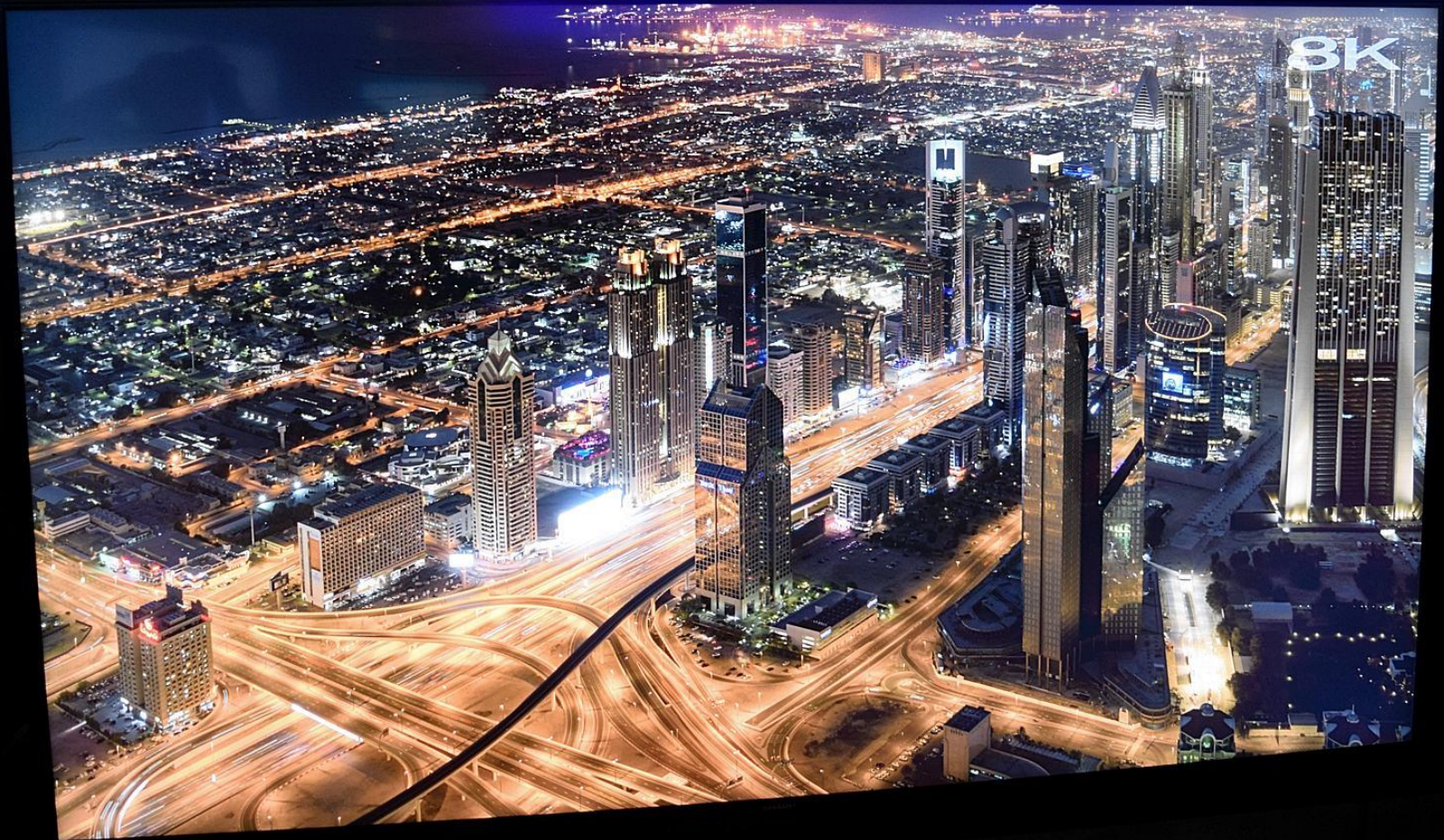
50 fps

60 fps

120 fps

Hogere beeldsnelheid
voor sport

85" 8K LED TV



color gamut

ing
light

Hoe die data transporteren en opslaan?



9 TB / 20 Gbps @ 25 fps



< 200 Mbps



25-128 GB



6 TB

Videocompressie maakt transport en opslag mogelijk.



9 TB
20 Gbps



36 GB
80 Mbps



< 200 Mbps



25-128 GB



6 TB

Er is nood aan efficiënte compressie.



origineel



3733 bytes



2030 bytes



787 bytes

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Sterkere compressie zorgt voor verlies van data.

Origineel

Info
samenvatten

Verliesloos



Info
verwerpen +
samenvatten

Verlieshebbend



Beste compressie!

Compressie door uitbuiten van redundantie.

Signaleer “kopieer delen vorige beeld”

Beeld 1



Beeld 2



Signaleer “kopieer omliggende pixelwaarden”

Compressie door verwerpen van kleurinfo.

R



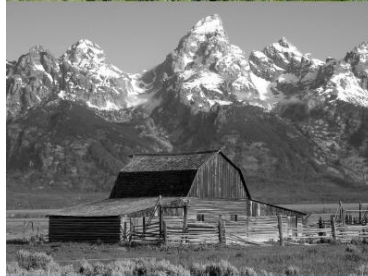
G



B



Y



U



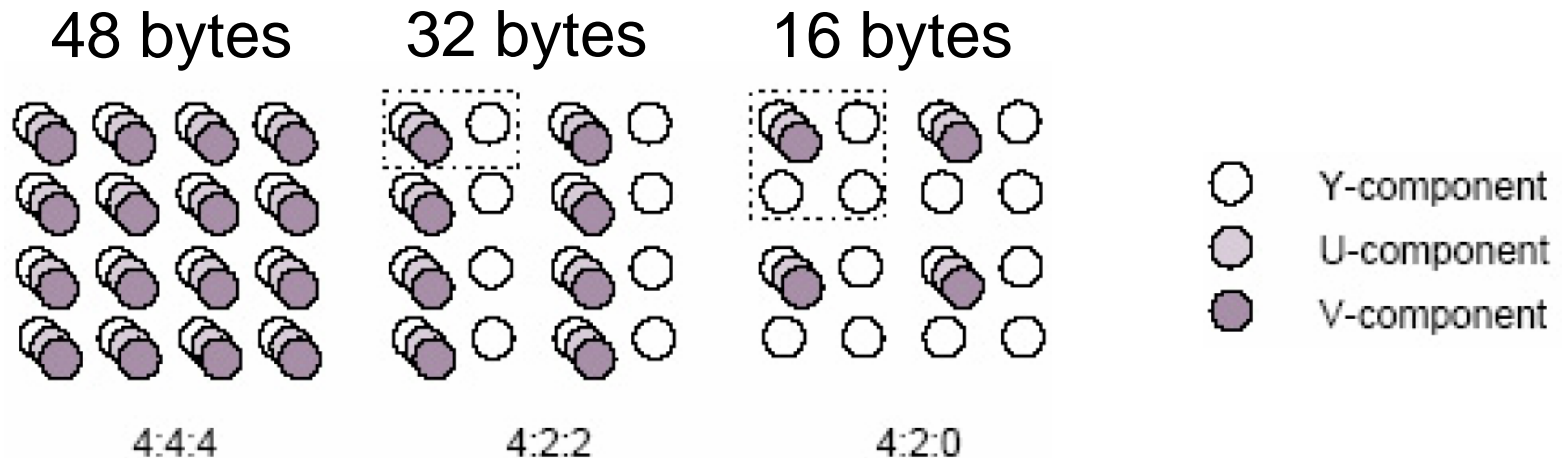
V



Luminantie info

Ontbreken van
Chrominantie info
valt minder op

Onderbemonstering van chrominantie zorgt voor compressie.



Dit zien jullie op TV

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Stilstaande beelden

Bewegende beelden

Geavanceerde technieken

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Stilstaande beelden

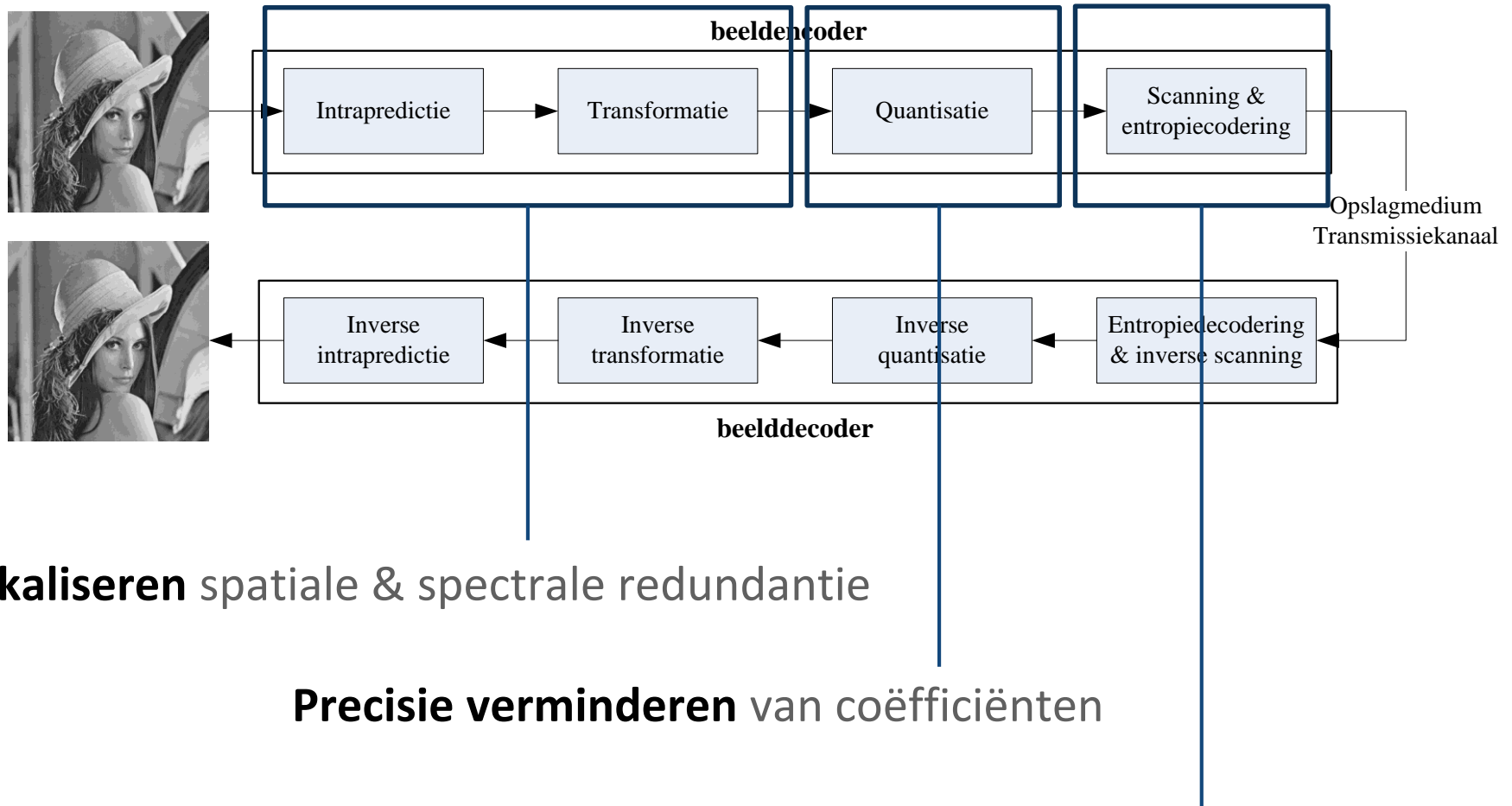
Bewegende beelden

Geavanceerde technieken

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Compressie van stilstaande beelden

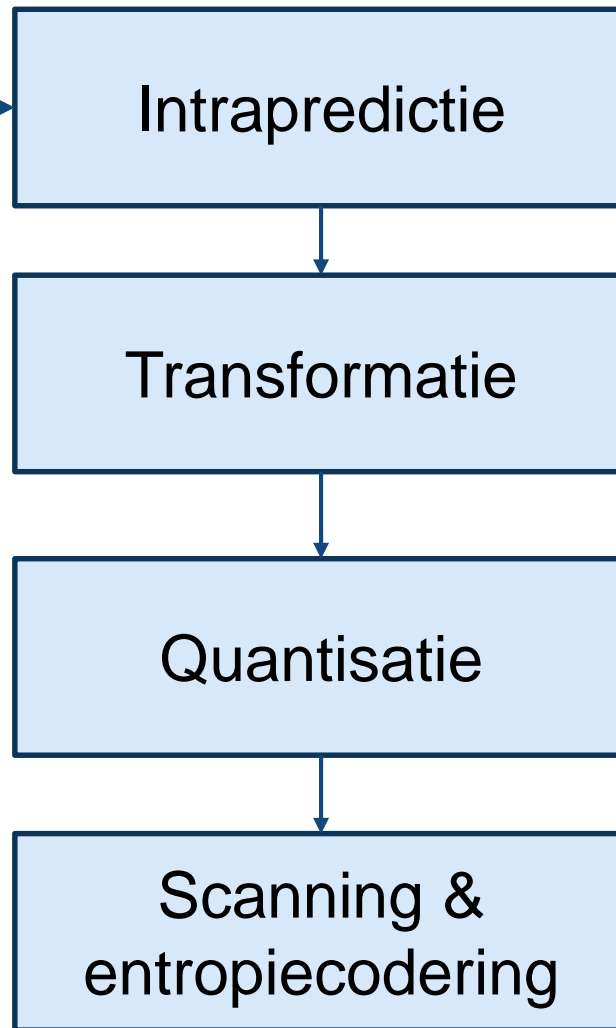


Lokaliseren spatiale & spectrale redundantie

Precisie verminderen van coëfficiënten

Omzetten naar 1-dimensionale voorstelling + **statistische verliesloze compressie**

Compressie van stilstaande beelden

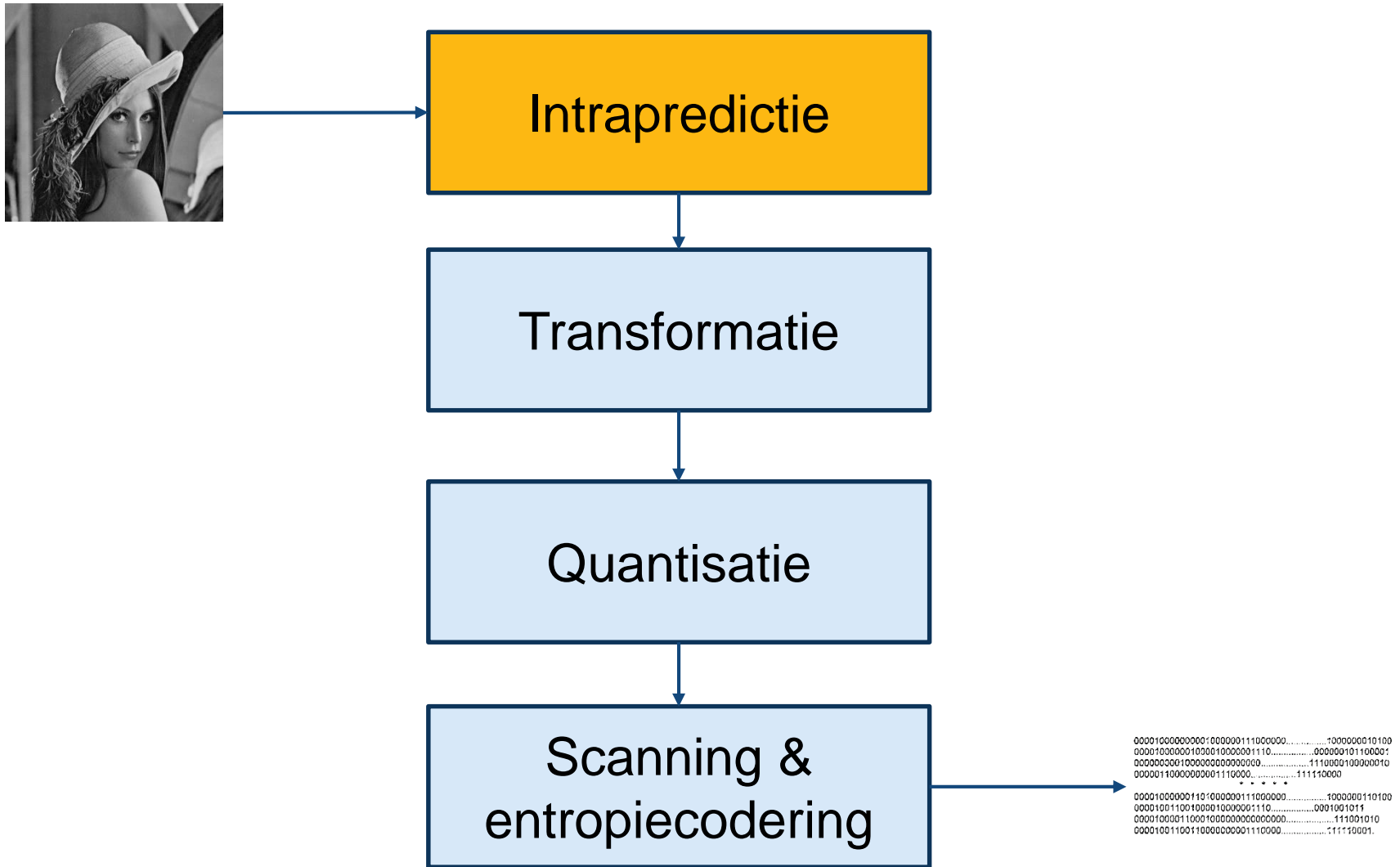


```

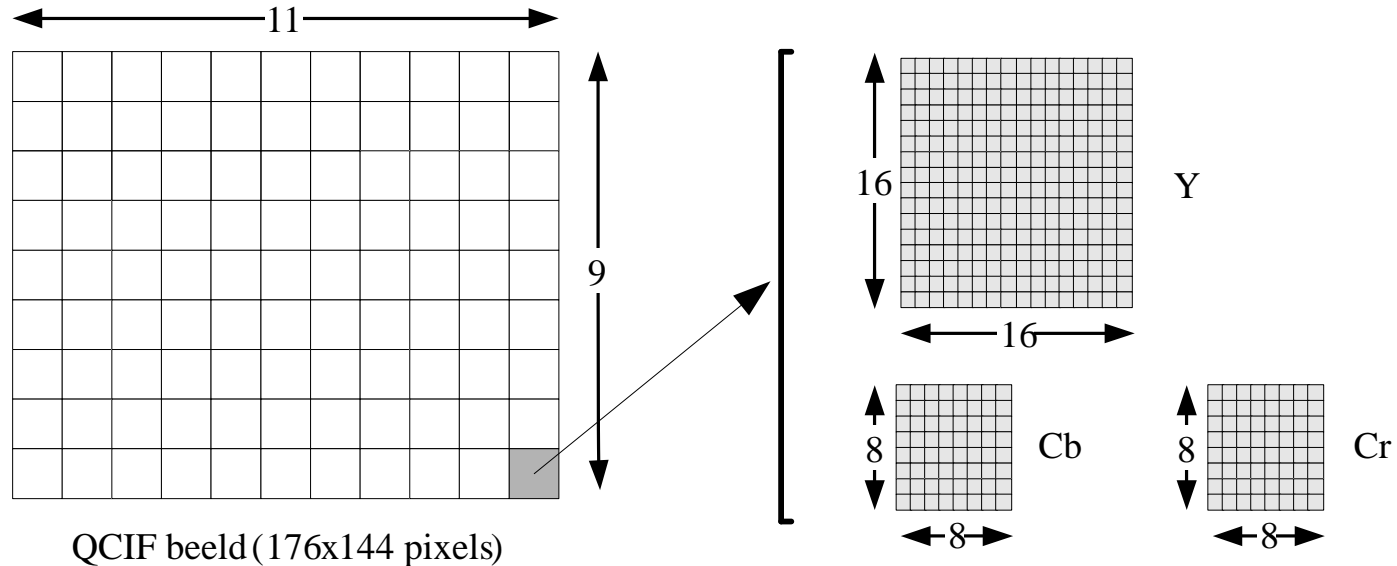
0000100000000000: 0000001110000000.....00000000010100
0000100000001000: 00000000000000001110.....00000001010000:
00000000001000000000000000.....1110000100000010
00000110000000001110000.....111110000
      *
      *
      *
00001000000110: 0000000111000000.....00000001010100
000010000110000000000001110000.....00001001011
00001000011000100000000000000000.....1110001010
000010001100110000000000001110000.....111110001.

```


Compressie van stilstaande beelden



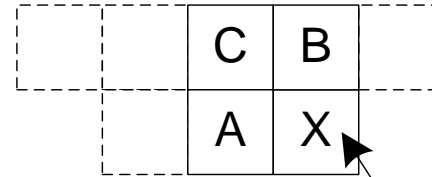
In de recente standaarden worden beelden opgedeeld in blokken.



Afmetingen blokken = afhankelijk van standaard

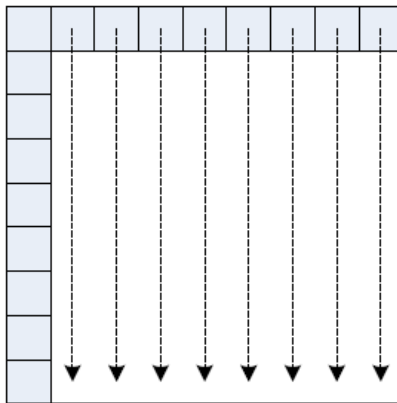
Hier: blok = 16x16 pixels

Bij intrapredictie wordt een blok voorspeld aan de hand van de omliggende blokken.

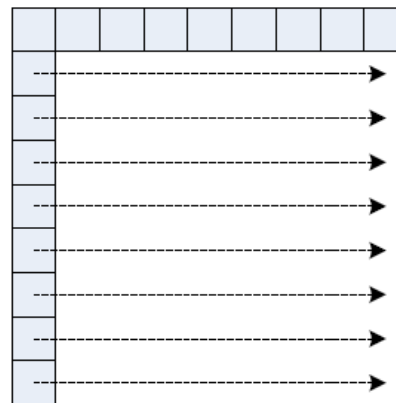


Blok dat voorspeld wordt

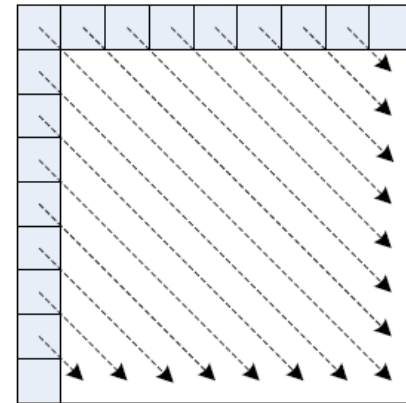
Signaleer “kopieer omliggende pixelwaarden”



Verticaal



Horizontaal



Diagonaal

Het residu is het voorspelde beeld
min het originele beeld.



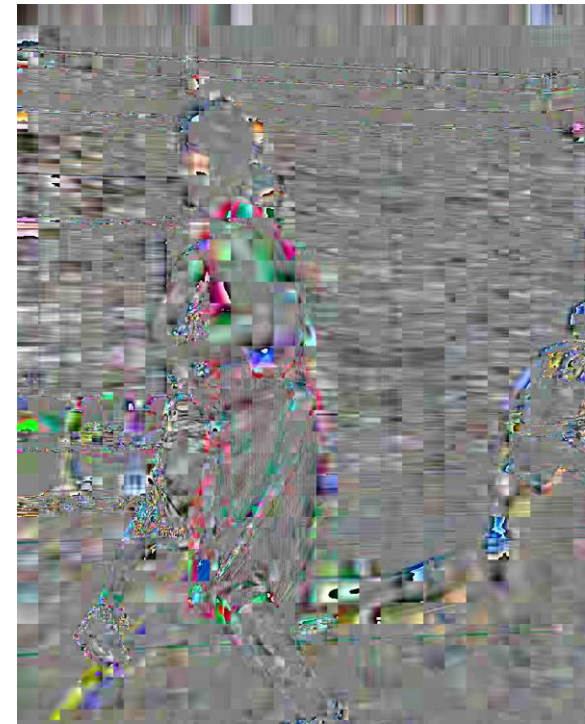
Origineel

-



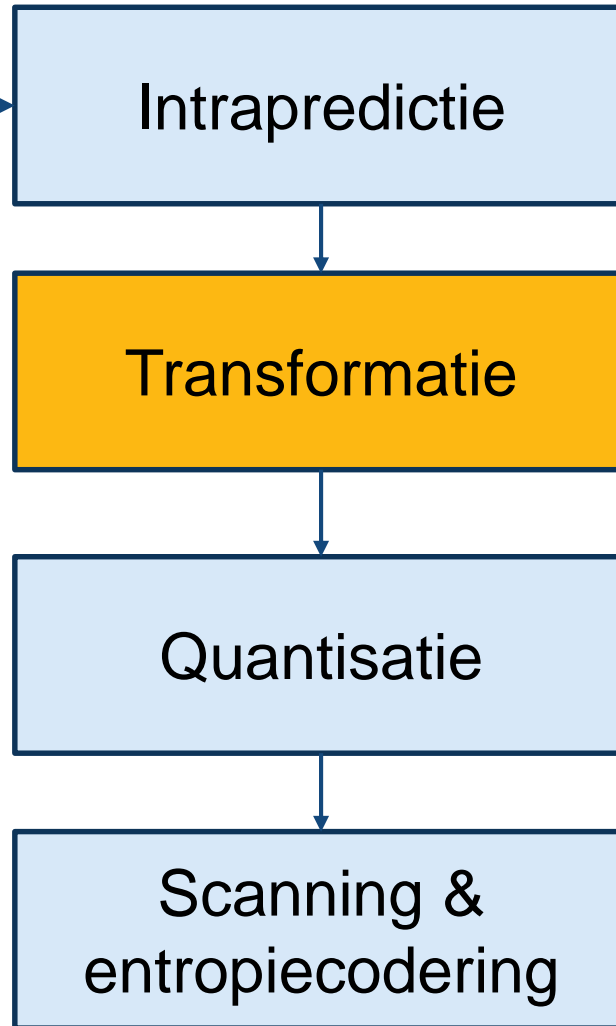
Voorspeld

=



Residu

Compressie van stilstaande beelden

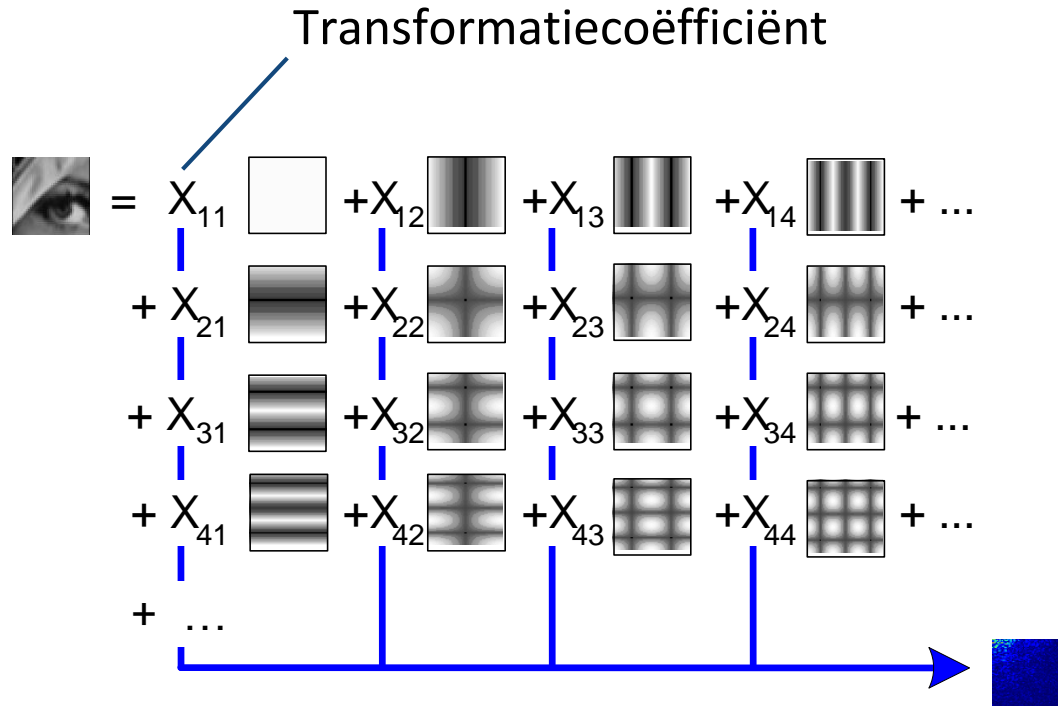


```

0000100000000000: 0000001110000000.....00000000010100
0000100000001000: 00000000000000001110.....00000001010000:
00000000001000000000000000.....1110000100000010
00000110000000001110000.....111110000
      *
      *
      *
00001000000110: 0000000111000000.....00000001010100
000010000110000000000001110000.....00001001011
00001000011000100000000000000000.....1110001010
000010001100110000000000001110000.....111110001.

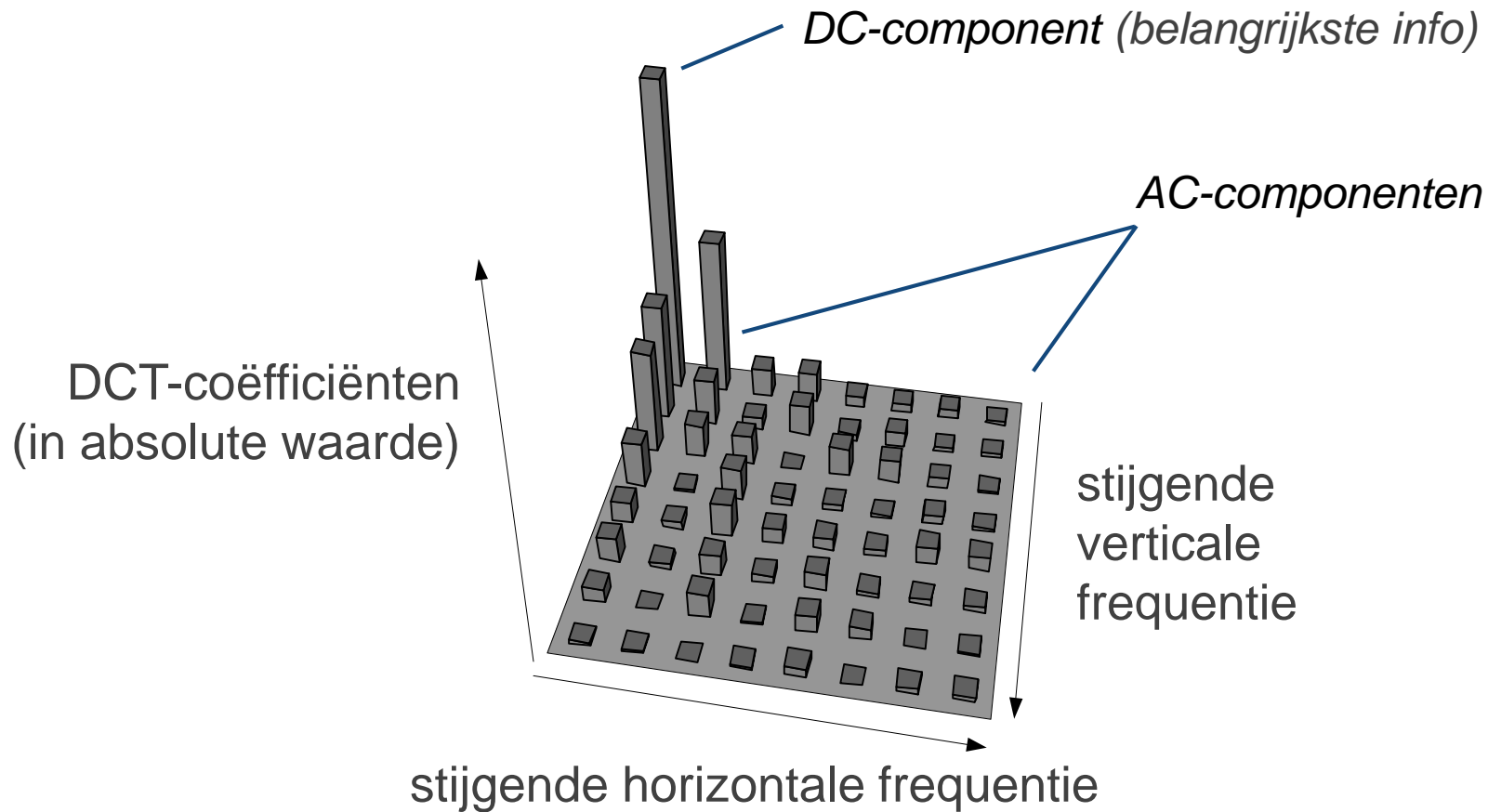
```


De transformatiestap zet pixel-info om naar frequentiecomponenten.



Voorbeeld: Discrete Cosinus Transformatie (DCT)

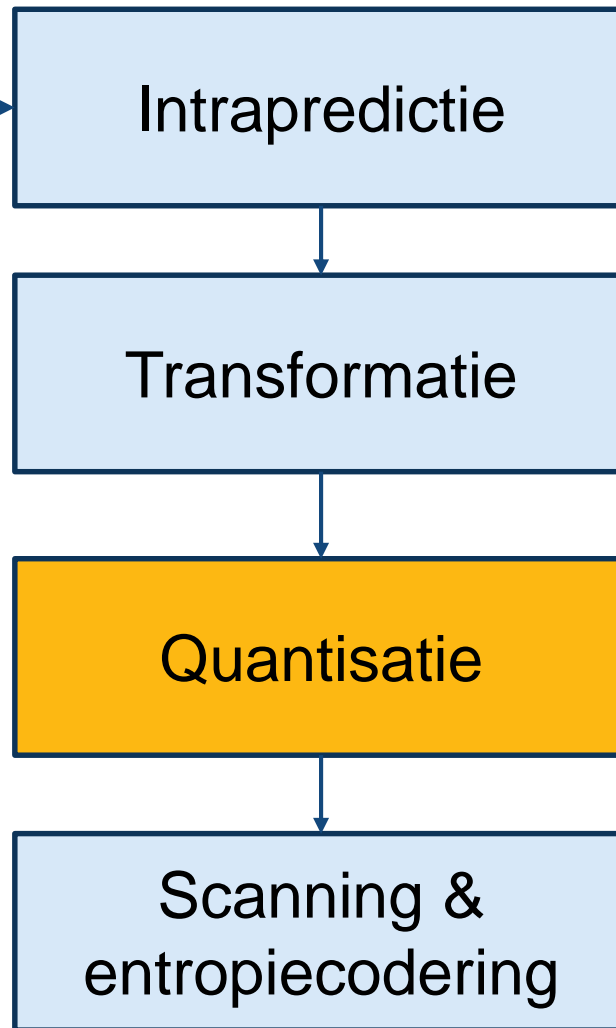
Een beeld bevat vooral lage frequenties.



Zorgt voor meer kleine coëfficiënten,
→ **verliesloze compressie!**



Compressie van stilstaande beelden



```

0000100000000000: 0000001110000000.....00000000010100
0000100000001000: 00000000000000001110.....00000001010000:
00000000001000000000000000.....1110000100000010
00000110000000001110000.....111110000
      *
      *
      *
00001000000110: 0000000111000000.....000000010100
0000100001100000000000001110000.....0000100101
00001000011000100000000000000000.....1110001010
00001000110001000000000000000000.....1111100001

```

Quantisatie verwijdt informatie en vermindert nauwkeurigheid.

Quantisatie = minder bits!

126	-49	43	-19	9	-10	6	-1
-65	19	-14	-1	3	2	0	-1
12	5	-12	13	-14	9	-10	0
-13	13	0	-3	6	3	1	1
5	3	-12	3	-5	-7	7	-4
-4	-6	9	1	-3	2	-5	0
4	-2	-4	-4	7	2	0	2
-1	-2	1	1	-6	-2	1	-2

origineel

31	-11	10	-4	2	-2	1	0
-16	4	-3	0	0	0	0	0
3	1	-3	3	-3	2	-2	0
-3	3	0	0	1	0	0	0
1	0	-3	0	-1	-1	1	-1
-1	-1	2	0	0	0	-1	0
1	0	-1	-1	1	0	0	0
0	0	0	0	-1	0	0	0

gequantiseerd($Q_p = 4$)

$$\text{round}(Y_{ij} / Q_p) = Z_{ij}$$

Perfekte reconstructie is niet meer mogelijk.

 = correct gereconstrueerd

126	-49	43	-19	9	-10	6	-1
-65	19	-14	-1	3	2	0	-1
12	5	-12	13	-14	9	-10	0
-13	13	0	-3	6	3	1	1
5	3	-12	3	-5	-7	7	-4
-4	-6	9	1	-3	2	-5	0
4	-2	-4	-4	7	2	0	2
-1	-2	1	1	-6	-2	1	-2

origineel

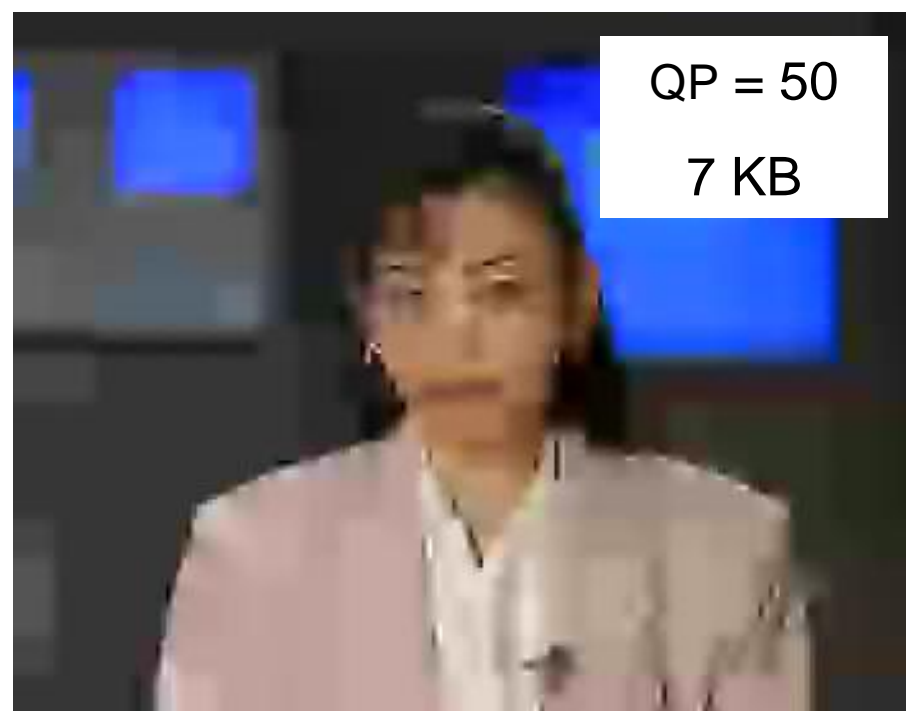
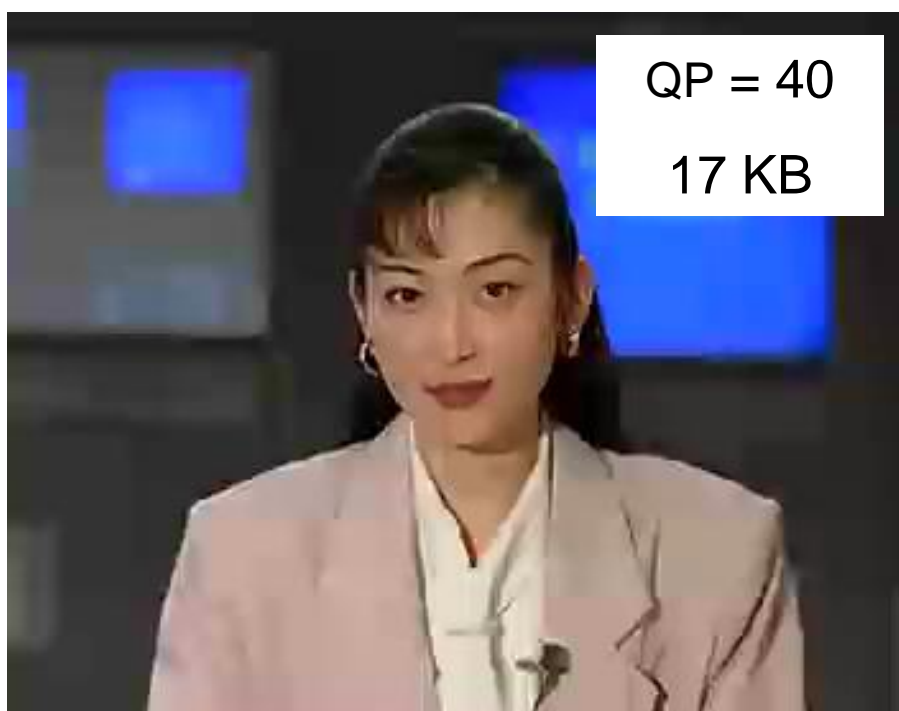
31	-11	10	-4	2	-2	1	0
-16	4	-3	0	0	0	0	0
3	1	-3	3	-3	2	-2	0
-3	3	0	0	1	0	0	0
1	0	-3	0	-1	-1	1	-1
-1	-1	2	0	0	0	-1	0
1	0	-1	-1	1	0	0	0
0	0	0	0	-1	0	0	0

gequantiseerd($Q_p = 4$)

124	-44	40	-16	8	-8	4	0
-64	16	-12	0	0	0	0	0
12	4	-12	12	-12	8	-8	0
-12	12	0	0	4	0	0	0
4	0	-12	0	-4	-4	4	-4
-4	-4	8	0	0	0	-4	0
4	0	-4	-4	4	0	0	0
0	0	0	0	-4	0	0	0

gedequantiseerd($Q_p = 4$)

$Q_p \uparrow = \#bits \downarrow = \text{nauwkeurigheid} \downarrow$



Compressie van stilstaande beelden



```

0000100000000000: 0000001110000000.....0000000010100
0000100000001000: 00000000000000001110.....00000001010000:
00000000001000000000000000.....1110000100000010
00000110000000001110000.....111110000

```

* * *

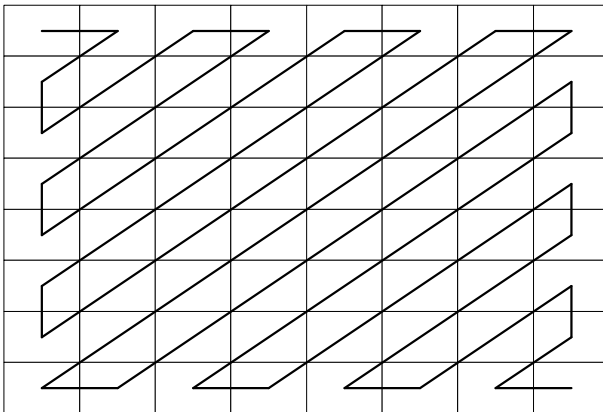
```

00001000000110: 0000001110000000.....000000110100
0000100001100000: 00000000000000001110.....0000100101
000010000110001000000000000000.....1110001010
0000100011001000000000000000.....111110001.

```

Scanning zorgt voor een 1D-voorstelling
waarbij de kleinere coëfficiënten elkaar volgen.

31	-11	10	-4	2	-2	1	0
-16	4	-3	0	0	0	0	0
3	1	-3	3	-3	2	-2	0
-3	3	0	0	1	0	0	0
1	0	-3	0	-1	-1	1	-1
-1	-1	2	0	0	0	-1	0
1	0	-1	-1	1	0	0	0
0	0	0	0	-1	0	0	0



31, -11, -16, 3,
4, 10, -4, -3, 1,
...
0, -1, -1, 0, -1,
0, 0, 0, 0, 0, 0

Entropiecodering comprimeert redundantie.

frequent voorkomende symbolen → korte codewoorden

weinig voorkomende symbolen → langere codewoorden

31, -11, -16, 3,

4, 10, -4, -3, 1,

...

0, -1, -1, 0, -1,

0, 0, 0, 0, 0, 0

→ comprimeerbaar met statistische methoden

Entropiecodering is vergelijkbaar met zip-compressie.

Size: 15,0 KB (15 452 bytes)

!NULNULNULç,,,\$€NULNULNULNULNULNULNULSTëBSNULNULf:
1ö°STXNULNULNULèETX÷ÿÿ1ö°STXNULNULNULL%÷èöÿÿH<|:
OHNULNULè«öÿÿòSIDC1,,,\$SOHNULNUL%ØA÷î%ØòSIDLE¤\$SOH
EENOí NULNULòSTY,,,\$STXNULNULòSIDC1,,,\$8STXNULNU
,,,\$SOHNULNULòSIDLED\$òSTX,,,\$SOHNULNULòSIDC1,,,\$"SC
A Å<L\$XH4NULNULNULNULEOTIé7ùÿÿ4-<Ûh%÷î%Ñ%ÚÀùEEÁé



PSNRStatic.zip

Type of file: Compressed (zipped) Folder (.zip)

Opens with:  Windows Explorer

Location: G:\Academic\MM-MMT\2015-2016\

Size: 6,22 KB (6 376 bytes)

15,0 KB → 6,22 KB (41%)

Size: 19,6 KB (20 078 bytes)

333332222333322333333332233332333333331133
3333333323333333333323333333333333333333
2223333222233333333233332233332333322333322
3233332233333332333322333333333323333122
322223333133333333222233332333323333333333
212233332333322222222223333233332333323333
22233332222233333333333333333332333333322222



out.zip

Type of file: Compressed (zipped) Folder (.zip)

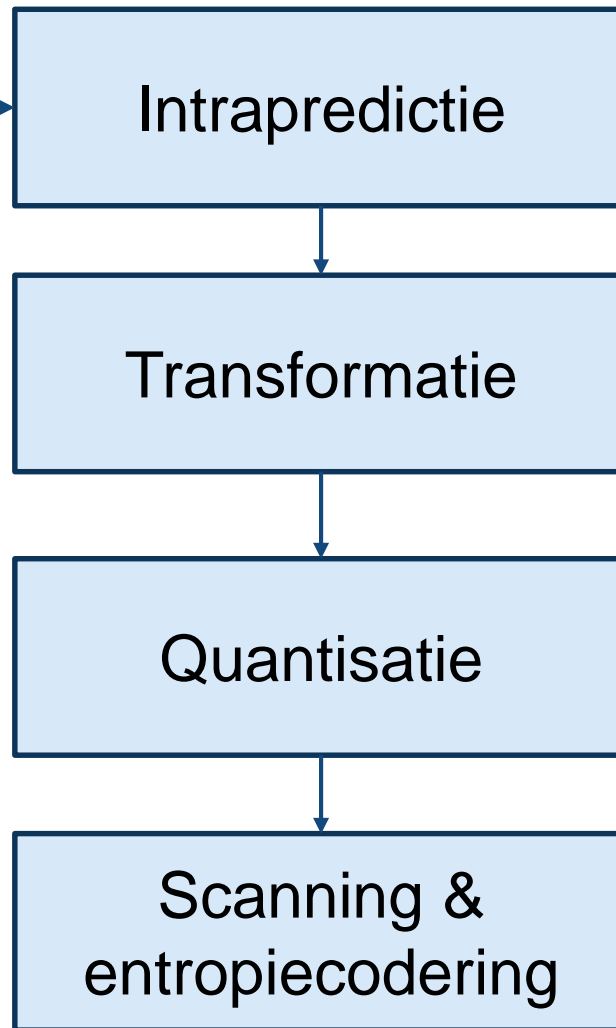
Opens with:  Windows Explorer

Location: G:\Academic\MM-MMT\2015-2016\

Size: 2,39 KB (2 452 bytes)

19,6 KB → 2,39 KB (12%)

Compressie van stilstaande beelden



```

0000100000000000: 0000001110000000.....0000000010100
0000100000001000: 00000000000000001110.....00000010100000
00000000001000000000000000.....1110000100000010
00000110000000001110000.....111110000

```

* * *

```

00001000000110: 0000001110000000.....000000110100
000010000110000000000000110000.....00001001011
00001000011000100000000000000000.....1110001010
00001000110011000000000000110000.....111110001.

```

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Stilstaande beelden

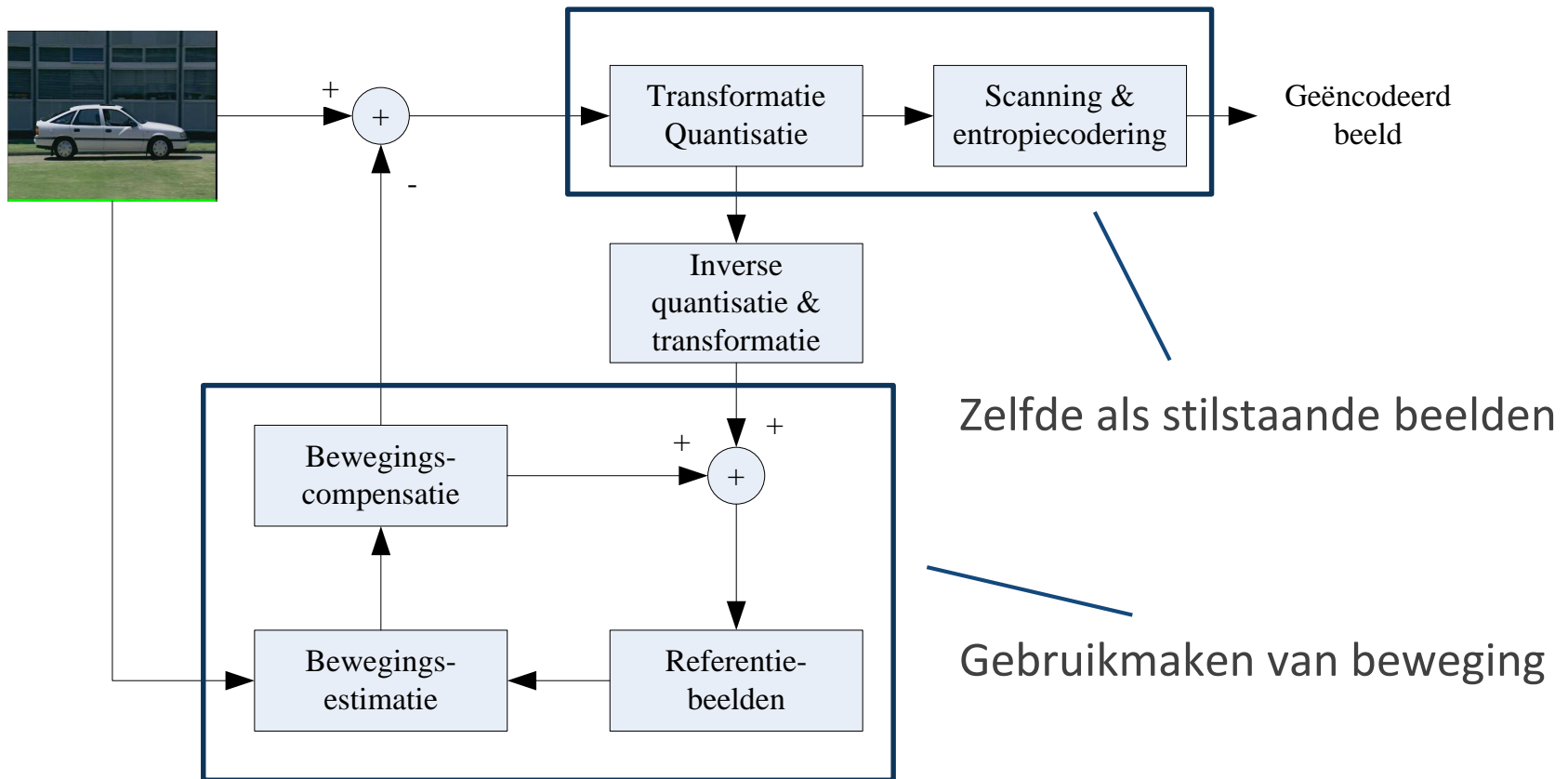
Bewegende beelden

Geavanceerde technieken

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Compressie van bewegende beelden



In video is er veel temporele redundantie.



Compressie van bewegende beelden = gebruikmaken van vorige beelden

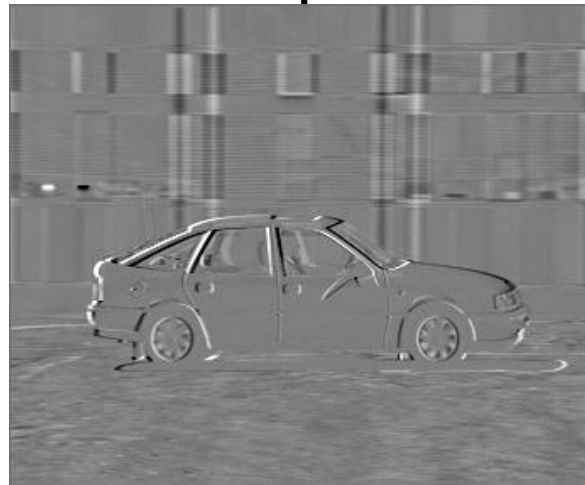
Huidig beeld min vorig beeld
levert nog veel residu op.



huidig beeld



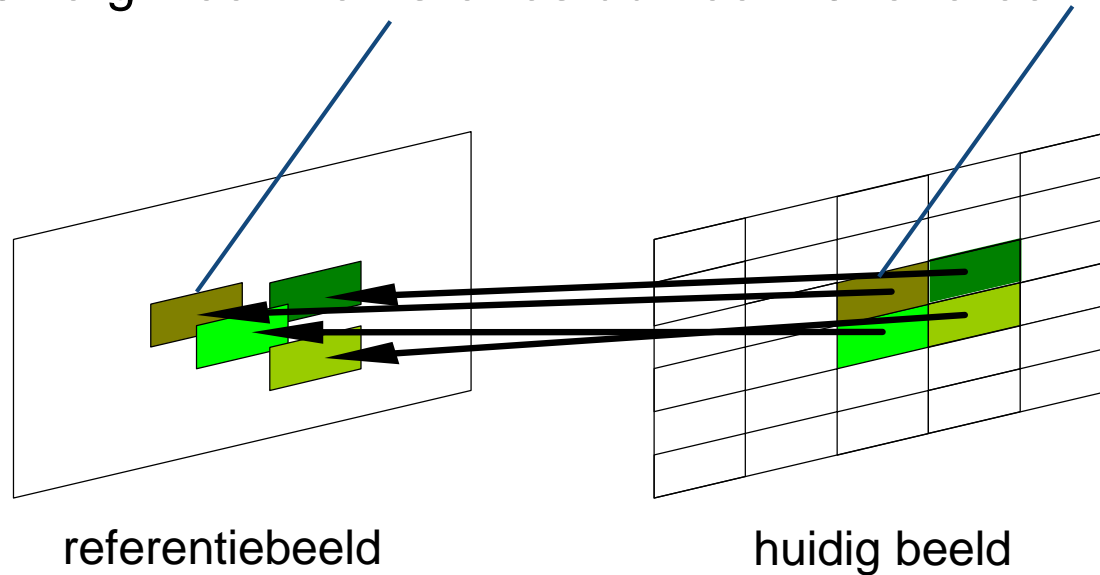
referentiebeeld
(bv. vorige beeld)



residubeeld

Bewegingsestimatie en –compensatie compenseren voor bewegingen tussen beelden.

Regio die zorgt voor **kleinste residu** voor het **overeenkomstig blok**



Te coderen: bewegingsvector en residu

Bij bewegingsestimatie wordt voor elk blok de beste bewegingsvector gezocht.

Blokgrootte = afhankelijk van compressiestandaard



huidig beeld



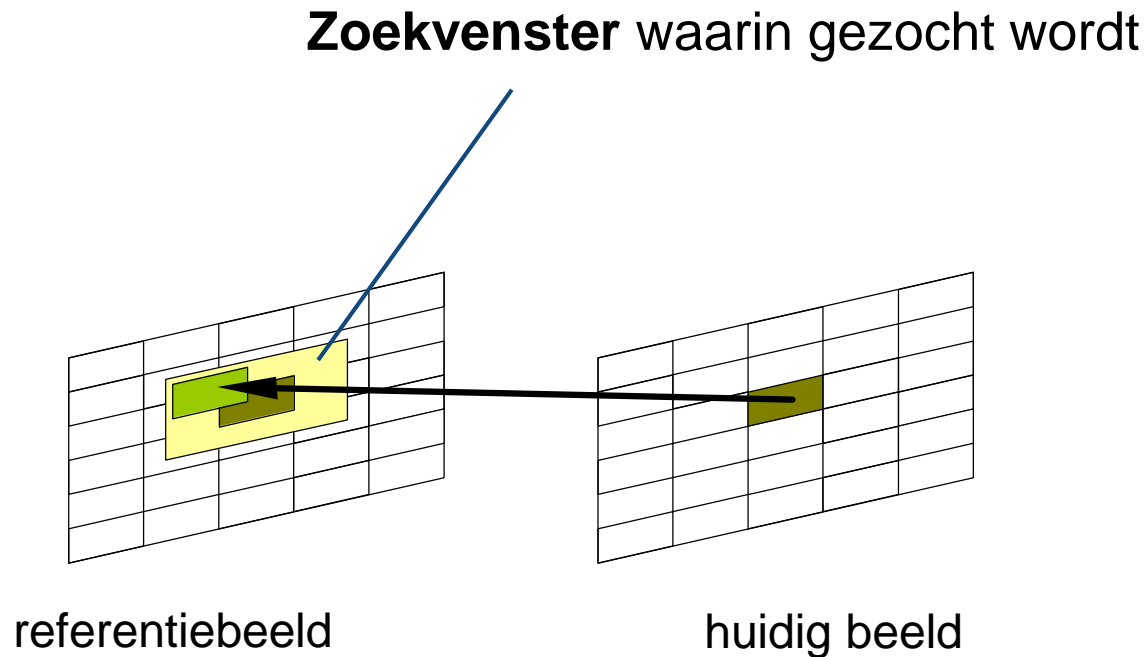
bewegingsestimatie



referentiebeeld

Veel bewegingsvectoren om te zoeken

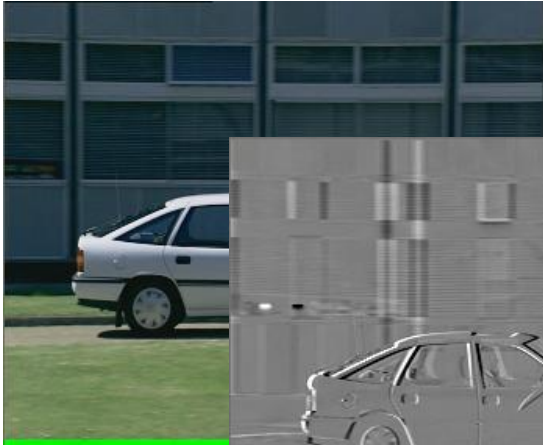
De beste bewegingsvector minimaliseert de energie van het residu.



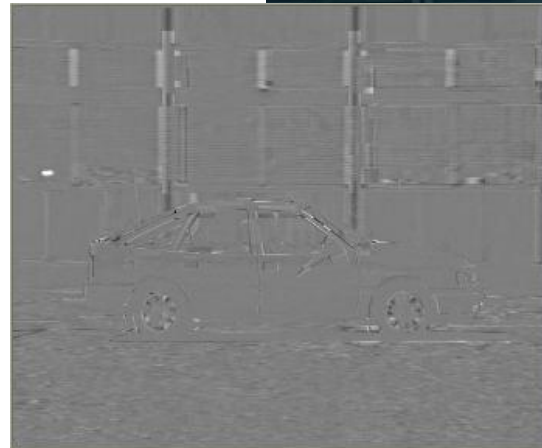
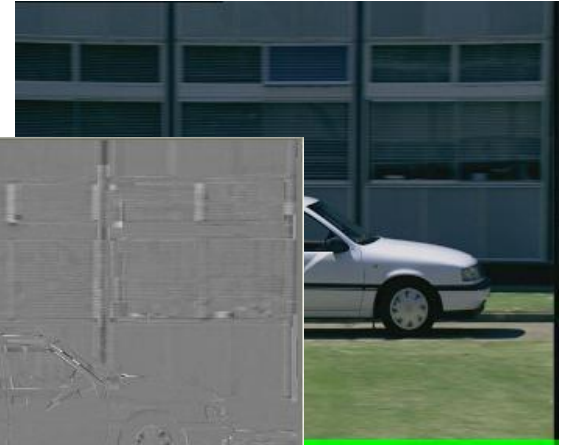
Voorbeeld berekening energie: *Mean Squared Error* :

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (C_{ij} - R_{ij})^2$$

Bewegingsestimatie en –compensatie zorgt voor betere voorspellingen.

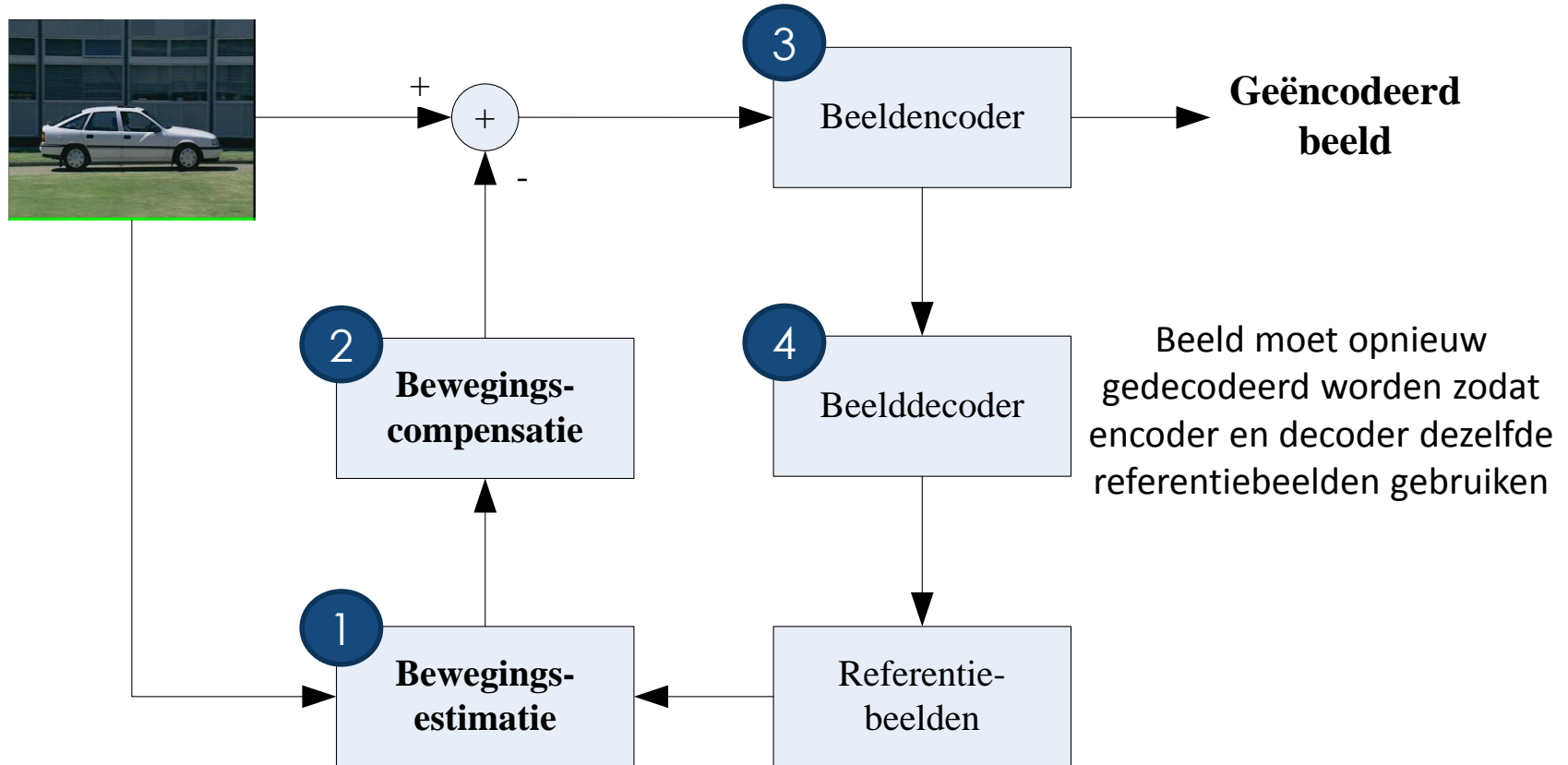


residubeeld zonder
bewegingscompensatie



residubeeld na
bewegingscompensatie

Overzicht van compressie van bewegende beelden



Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Stilstaande beelden

Bewegende beelden

Geavanceerde technieken

Wat is efficiënt?

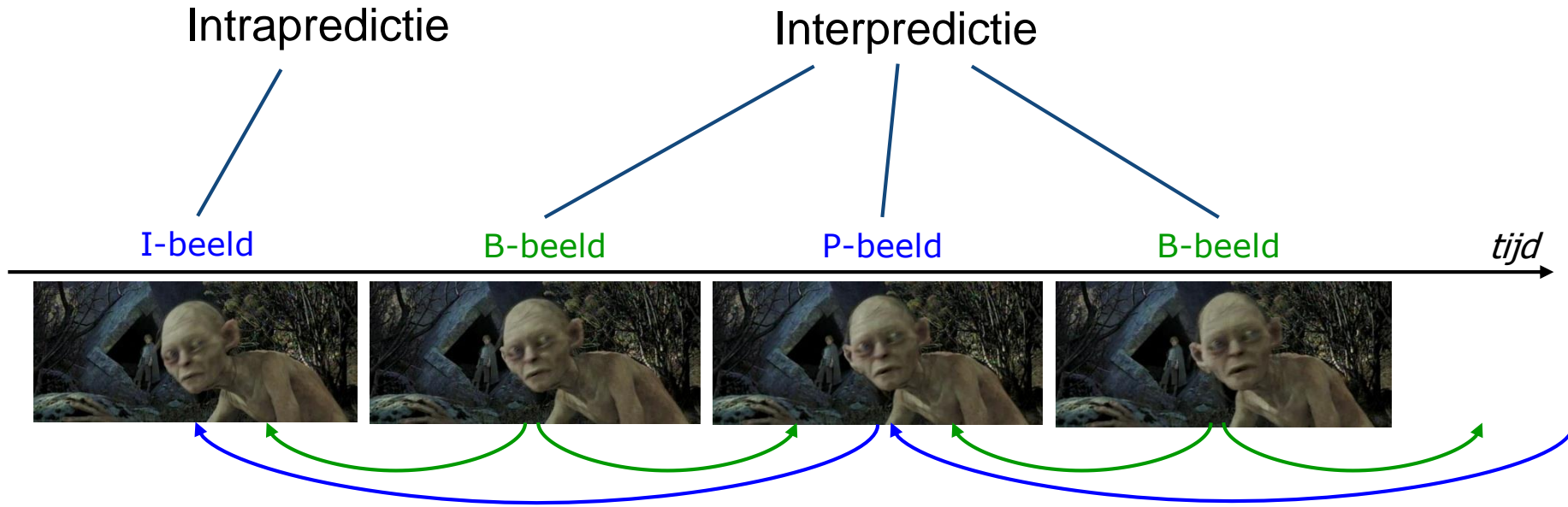
Welke standaarden?

Geavanceerde codeertechnieken

Technieken ontwikkeld voor modernere compressiestandaarden:

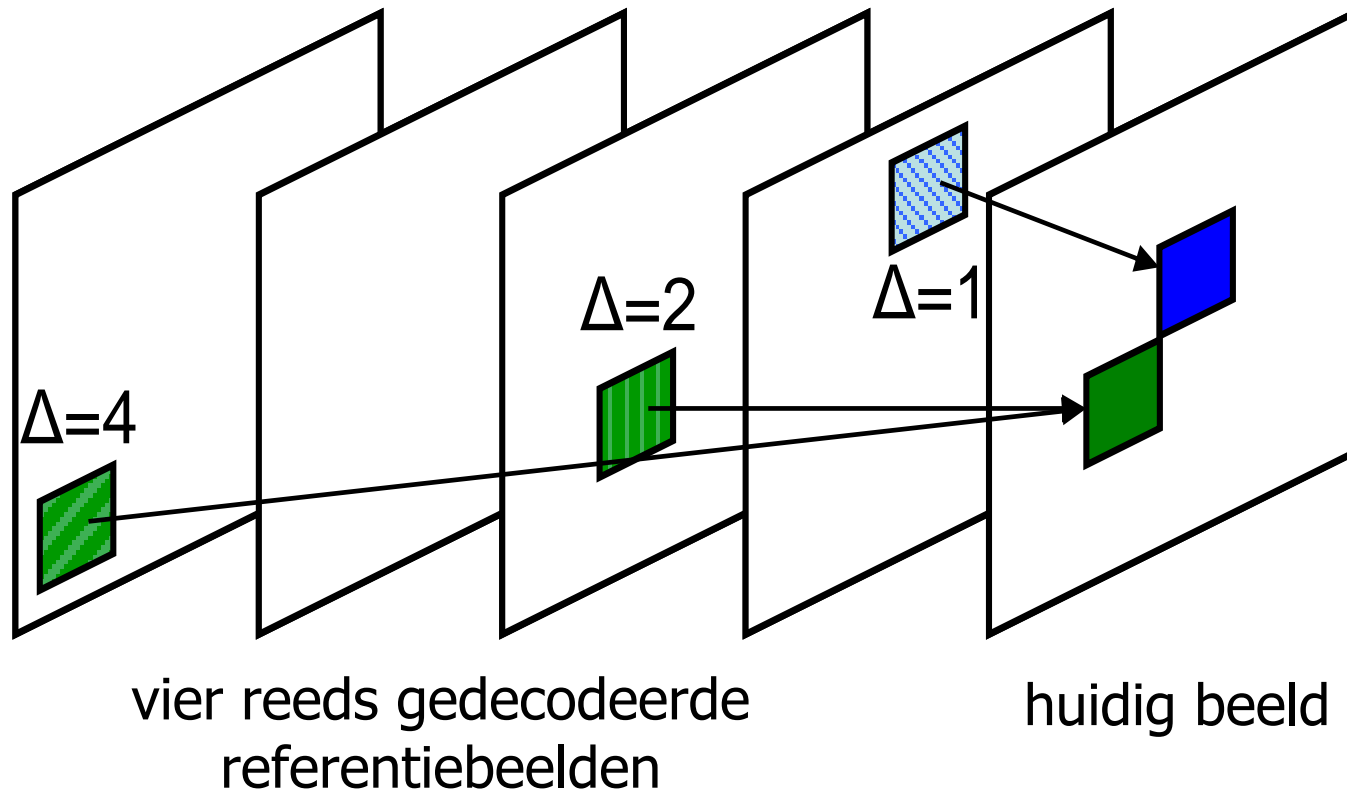
- B-beelden
- meerdere referentiebeelden
- sub-pixel nauwkeurigheid
- (sub-)blokpartities
- snelle zoekalgoritmen

B-beelden voorspellen beweging op basis van twee (of meer) referentiebeelden.



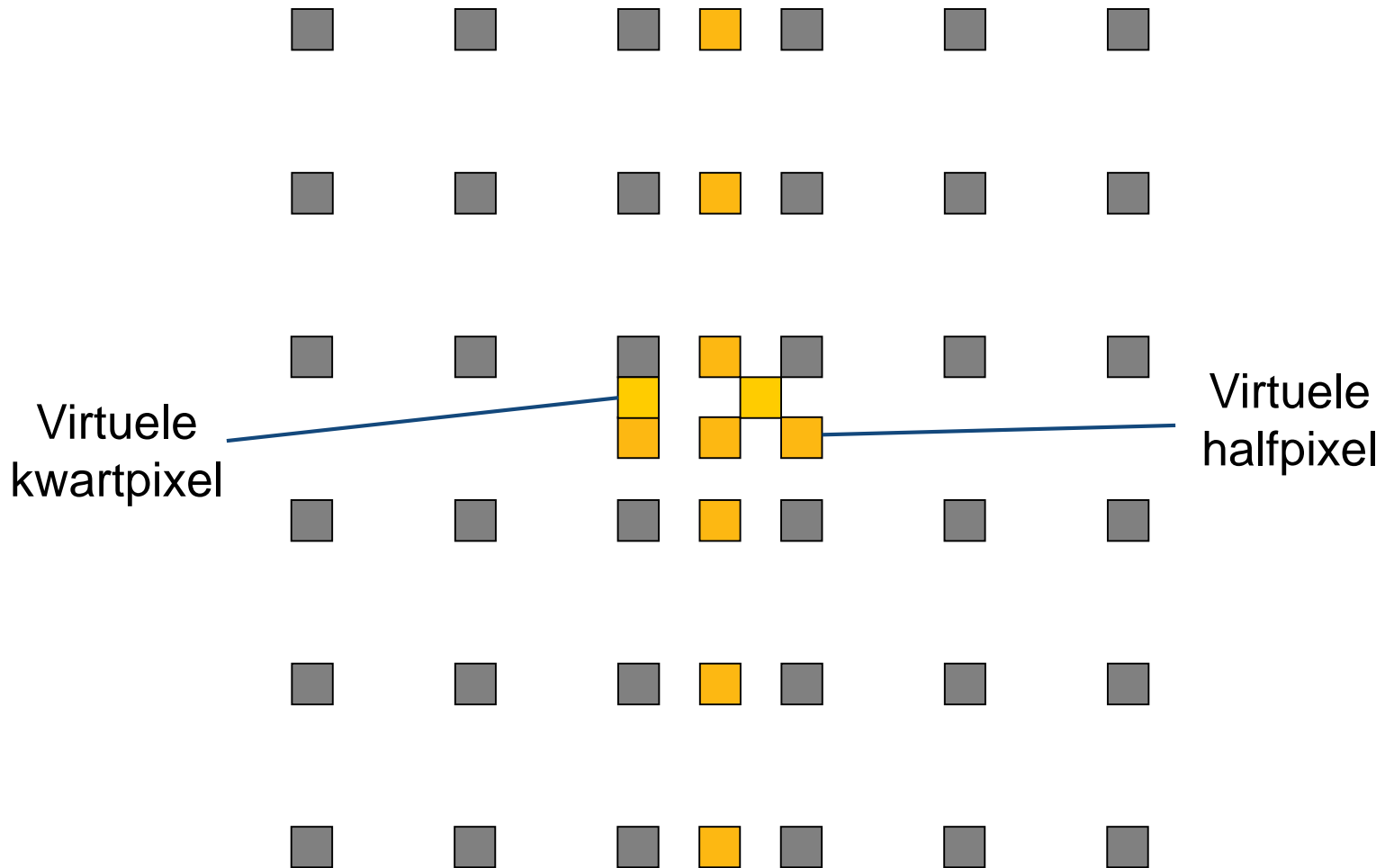
Residu↓ = Compressie↑ ; MAAR rekentijd↑↑

Meerdere referentiebeelden vergroot de kans op het vinden van een beste blok.



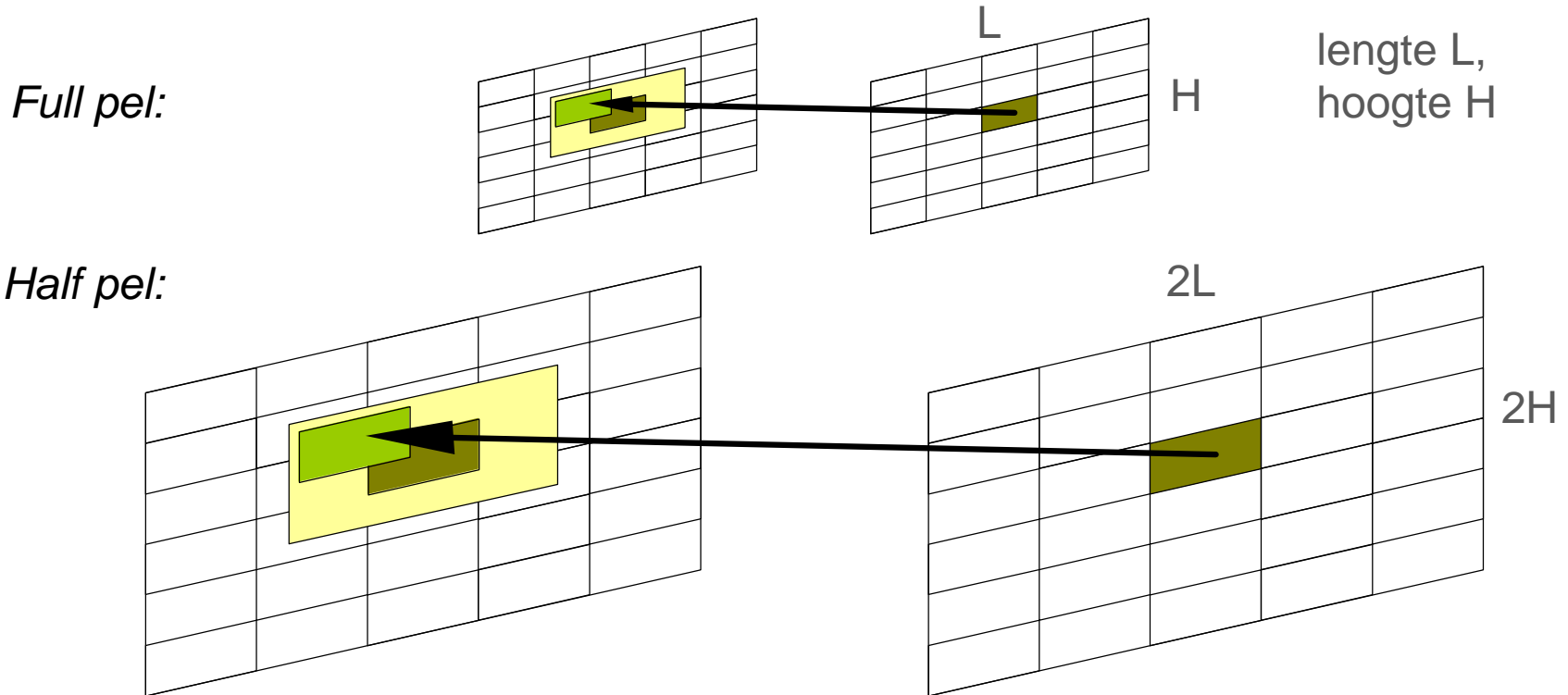
Residu↓ = Compressie↑ ; MAAR rekentijd↑↑

Sub-pixel nauwkeurigheid helpt een betere match te vinden voor subtiele beweging.



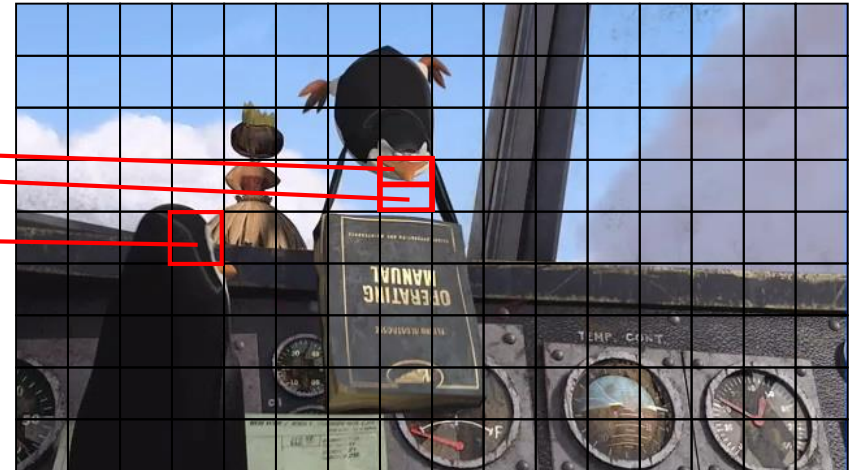
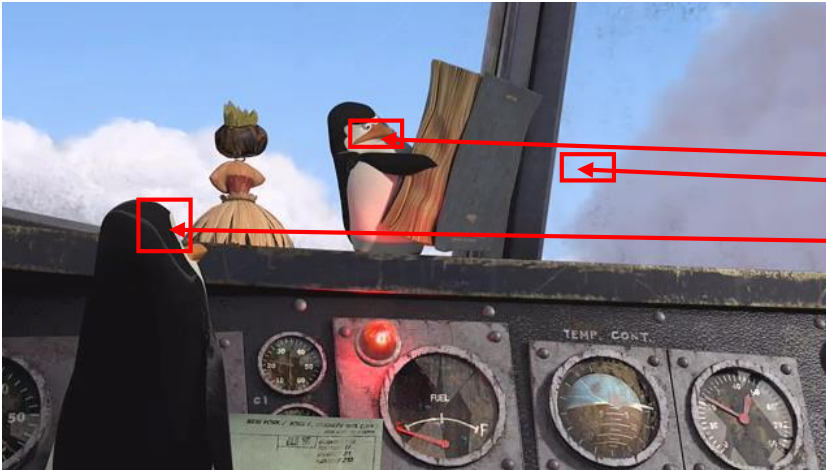
Bewegingsvectoren krijgen zo ***half pel*** en ***quarter pel*** nauwkeurigheid

Zoeken op sub-pixel niveau betekent
'opblazen' van het beeld.



Betere match = Residu↓ = Compressie↑ ;
MAAR zoekruimte x4 ≈ rekentijd x4

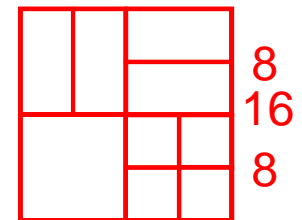
Blokpartitionering staat betere matches toe.



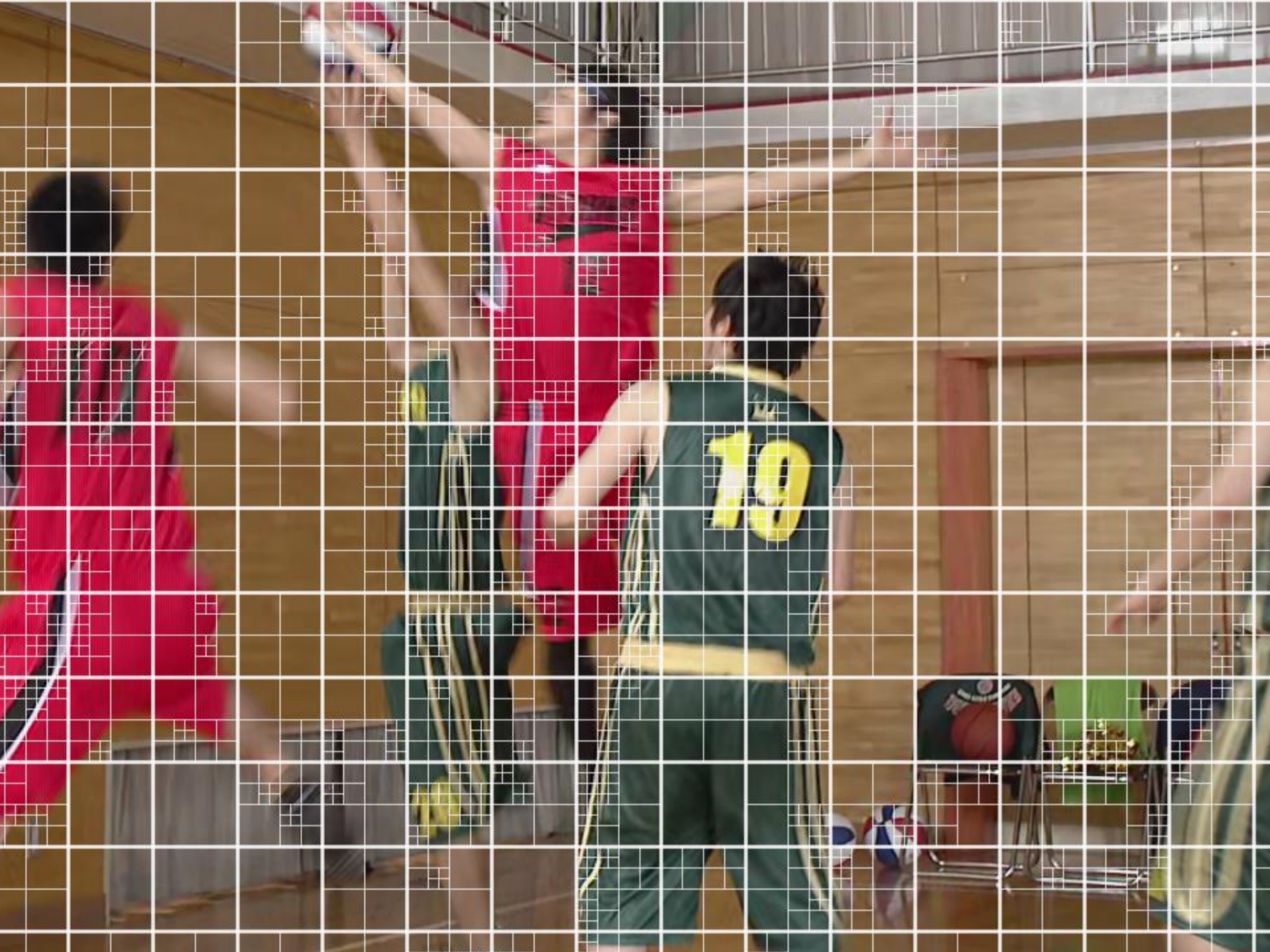
16

16

8168

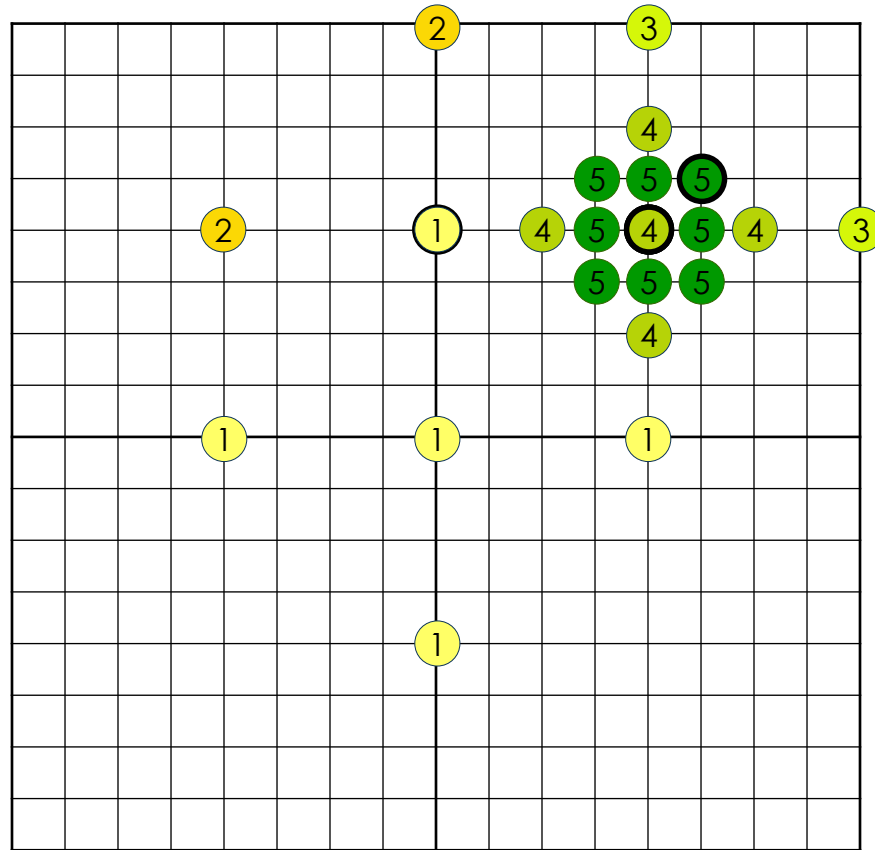


Partitioneringsmogelijkheden↑ = rekentijd↑↑



Snelle zoekalgoritmen voor bewegingsestimatie reduceren rekentijd ten koste van beste match.

Voorbeeld: logaritmisch zoeken (merk op: zoekalgoritme is niet gestandaardiseerd)



Halveer zoekafstand
als beste punt het
centrum is.

Rekentijd↓ ; MAAR slechtere match = compressie↓

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Stilstaande beelden

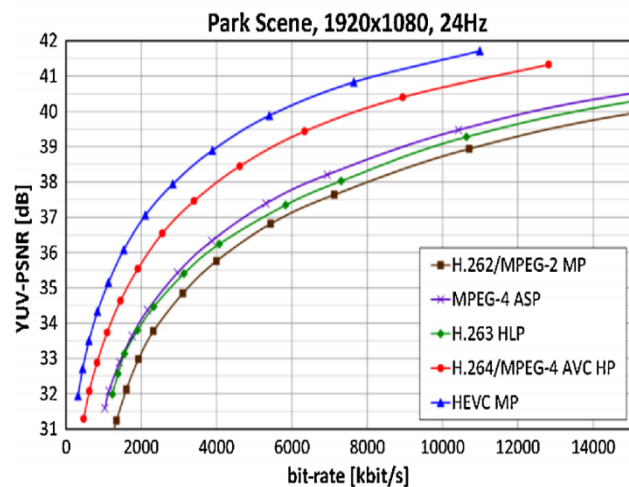
Bewegende beelden

Geavanceerde technieken

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Inleiding Practicum Video 2

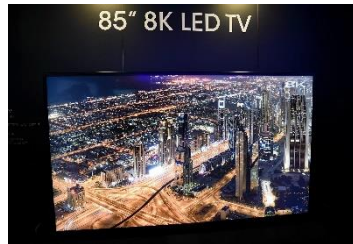


Hoe comprimeren?

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Is het reduceren van bits voldoende voor efficiënte compressie?



9 TB
20 Gbps



36 GB
80 Mbps



< 200 Mbps



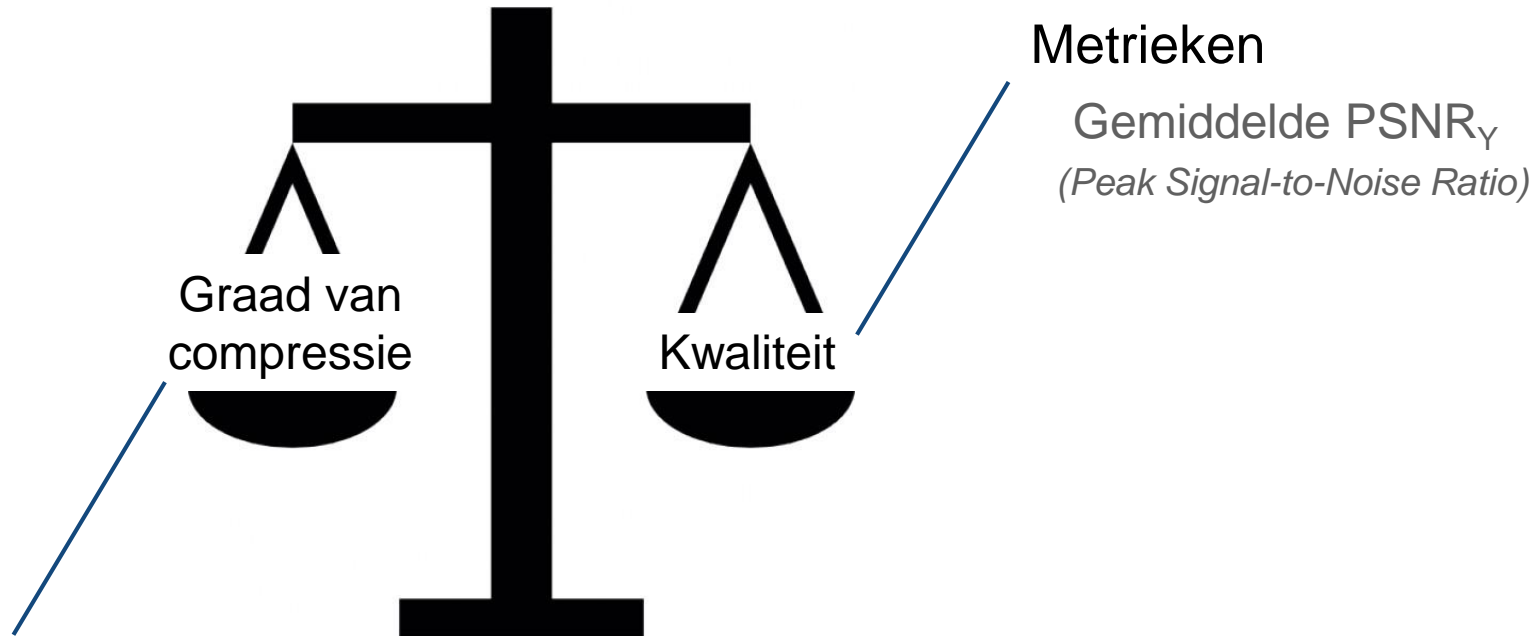
25-128 GB



6 TB



Compressie-efficiëntie is de relatie tussen hoeveelheid data en kwaliteit.

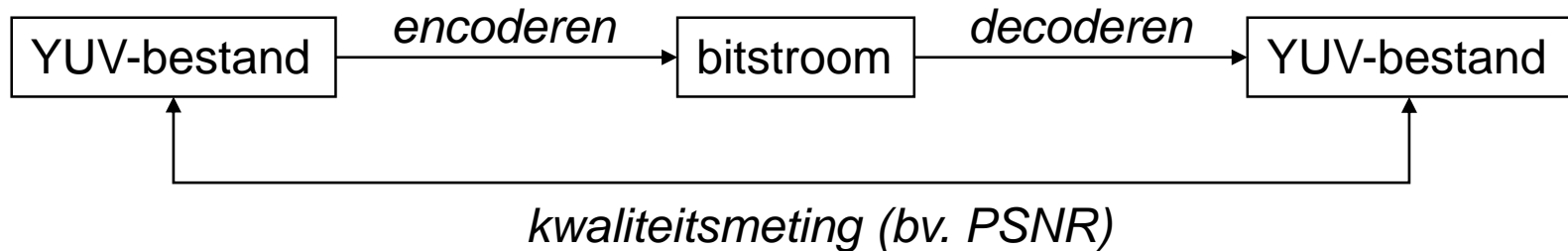


Gemiddelde bitsnelheid:

$$\frac{\text{totaal aantal bits} \times \text{aantal beelden per seconde}}{\text{totaal aantal beelden}}$$

eenheid: kbit/s, Mbit/s (k=1000, M=1000000)

PSNR is gebaseerd op het verschil in energie tussen het gecodeerde en originele beeld.



twee videostromen worden **beeld per beeld** vergeleken

gemiddelde van alle beelden in videostroom

PSNR {
uitgedrukt in **decibel** (dB)
gebaseerd op **MSE** (Mean Squared Error)

Hardere compressie betekent lagere kwaliteit.

PSNR – illustratie



origineel



3733 bytes
38,3 dB

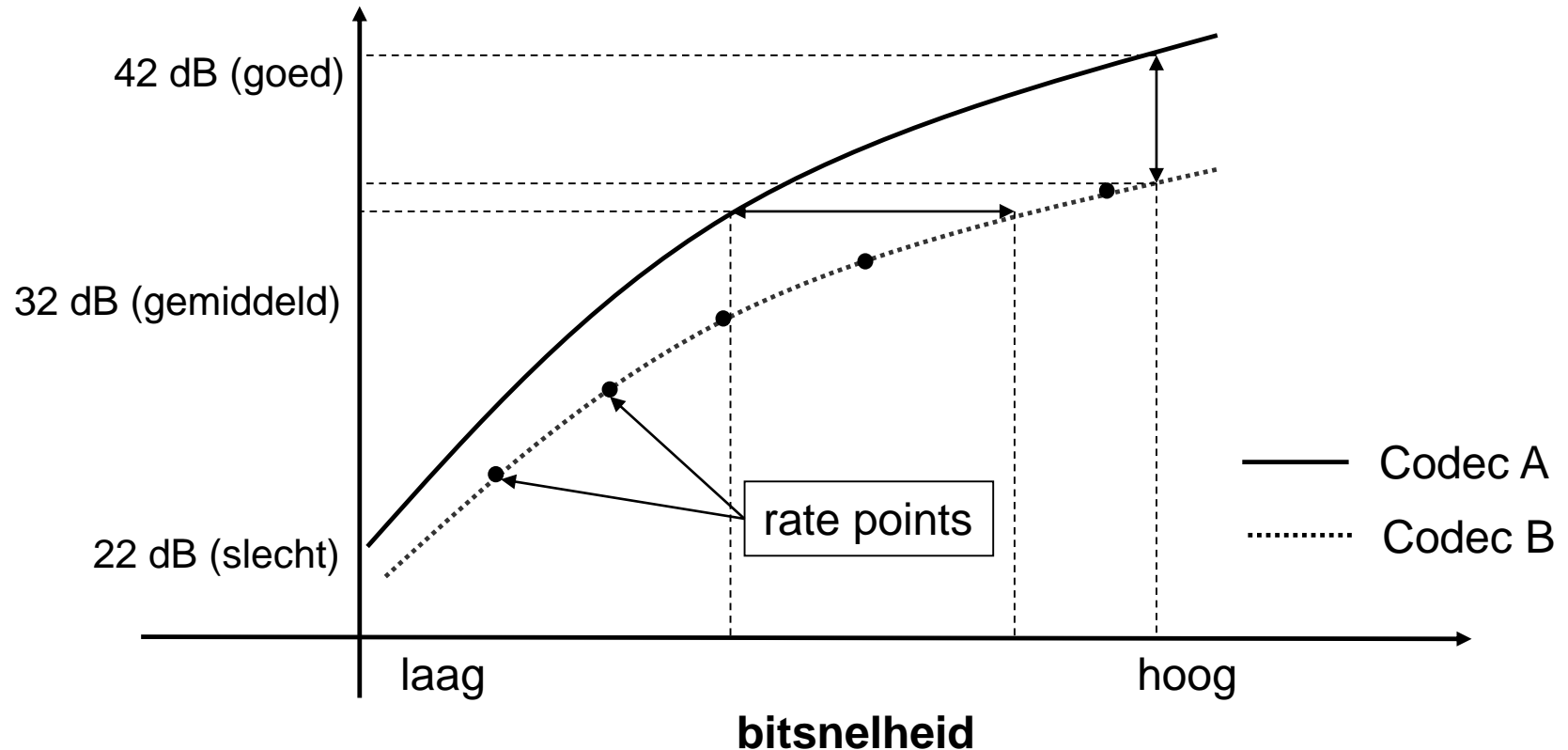


2030 bytes
33,4 dB



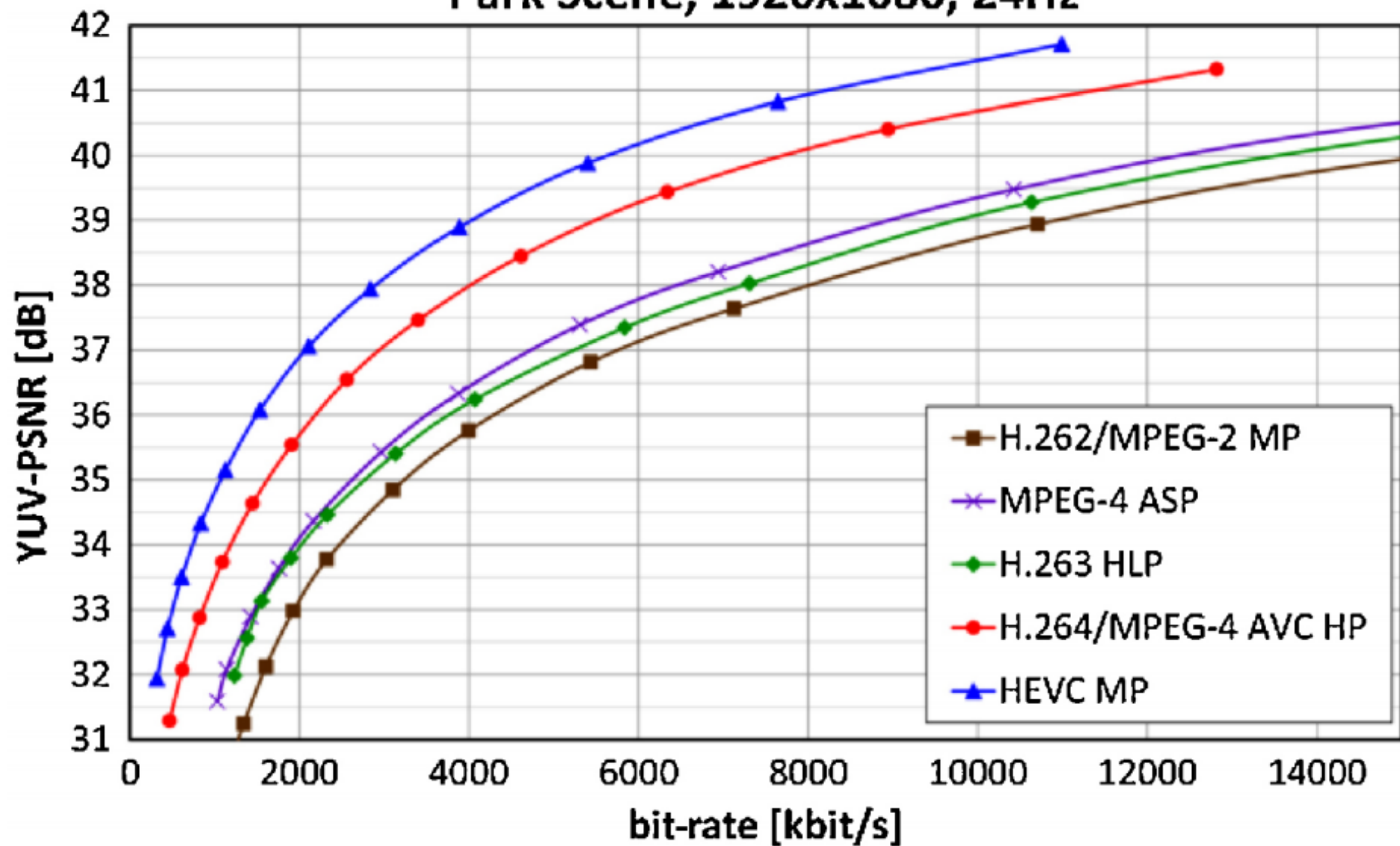
787 bytes
26,4 dB

Rate-distortion curves laten toe om codecs en technieken te vergelijken.



Punten volgen vaak ongeveer een derdegraadsvergelijking

Park Scene, 1920x1080, 24Hz



Rate control is een mechanisme dat afwegingen maakt tussen bitsnelheid en kwaliteit.

CBR (*constant bit rate*)

- + constante bitsnelheid
- fluctuerende kwaliteit in de tijd

VBR (*variable bit rate*)

- + constante kwaliteit
- fluctuerende ogenblikkelijke bitsnelheid

Inleiding Practicum Video 2

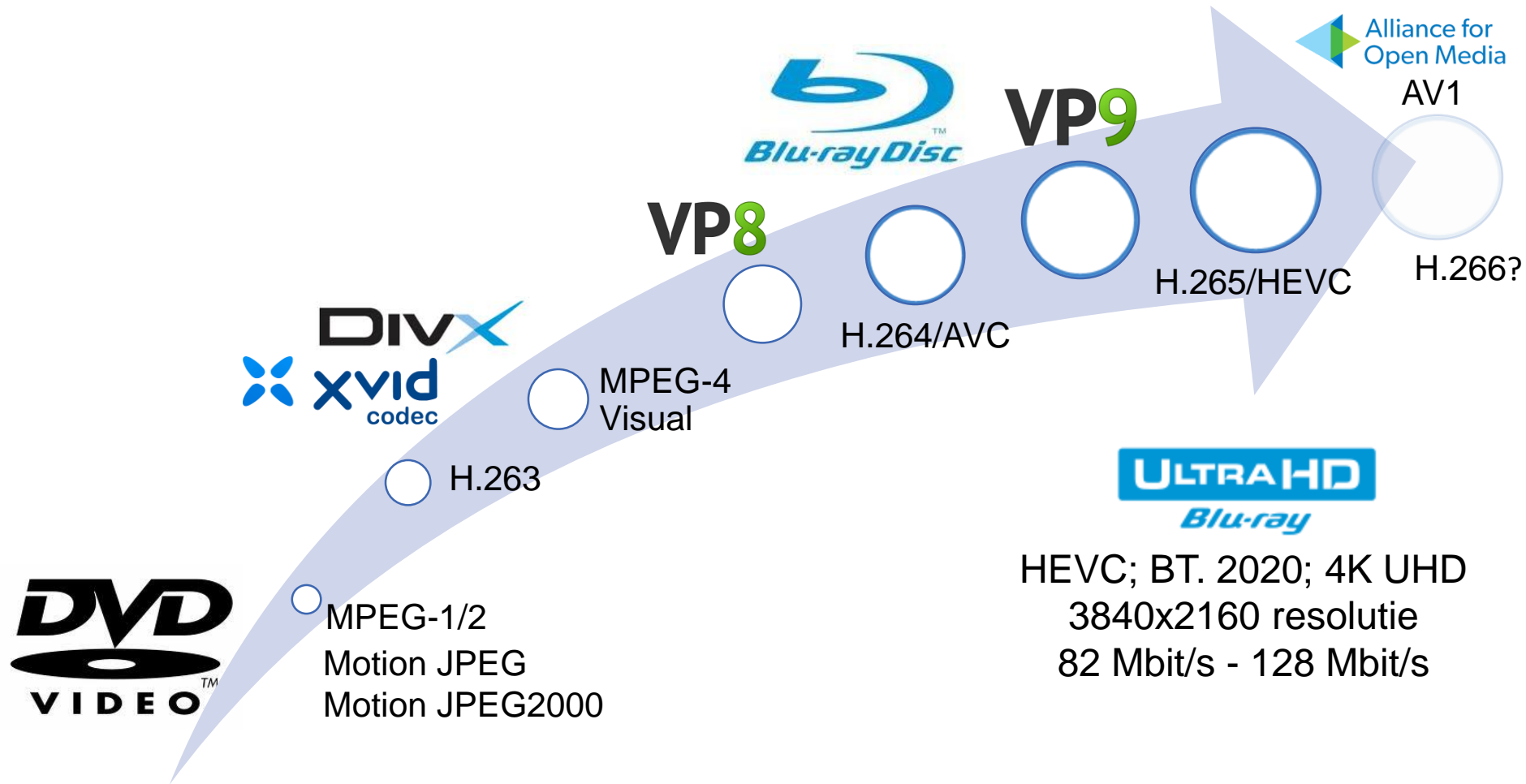


Hoe comprimeren?

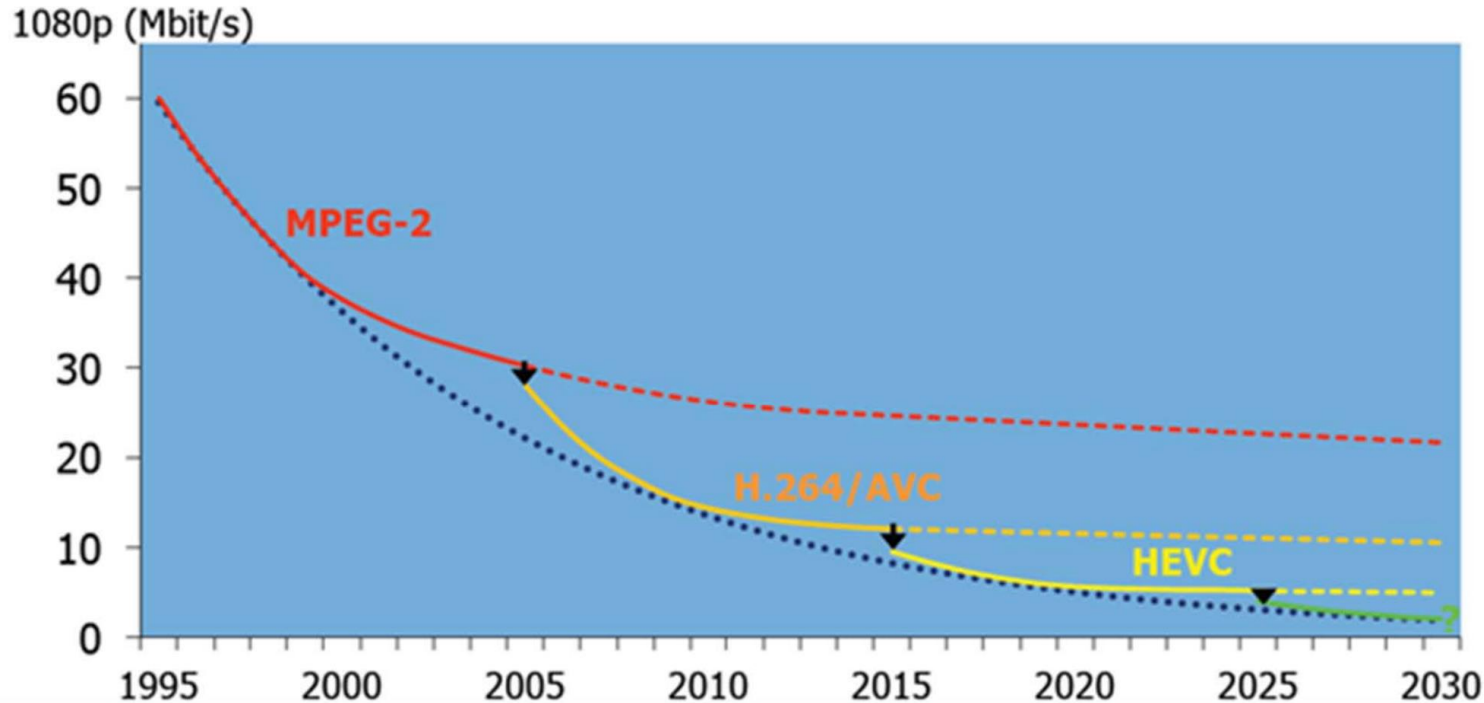
Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

Enkele standaarden voor videocompressie.



Elke 10 jaar verdubbelt de compressie-efficiëntie



Ken's Law
Ken McCann
Zetacast

Compressie↑↑ ; rekentijd↑↑↑↑↑↑

Codecs zijn encoder- en/of decoder-
implementaties van compressiestandaarden.

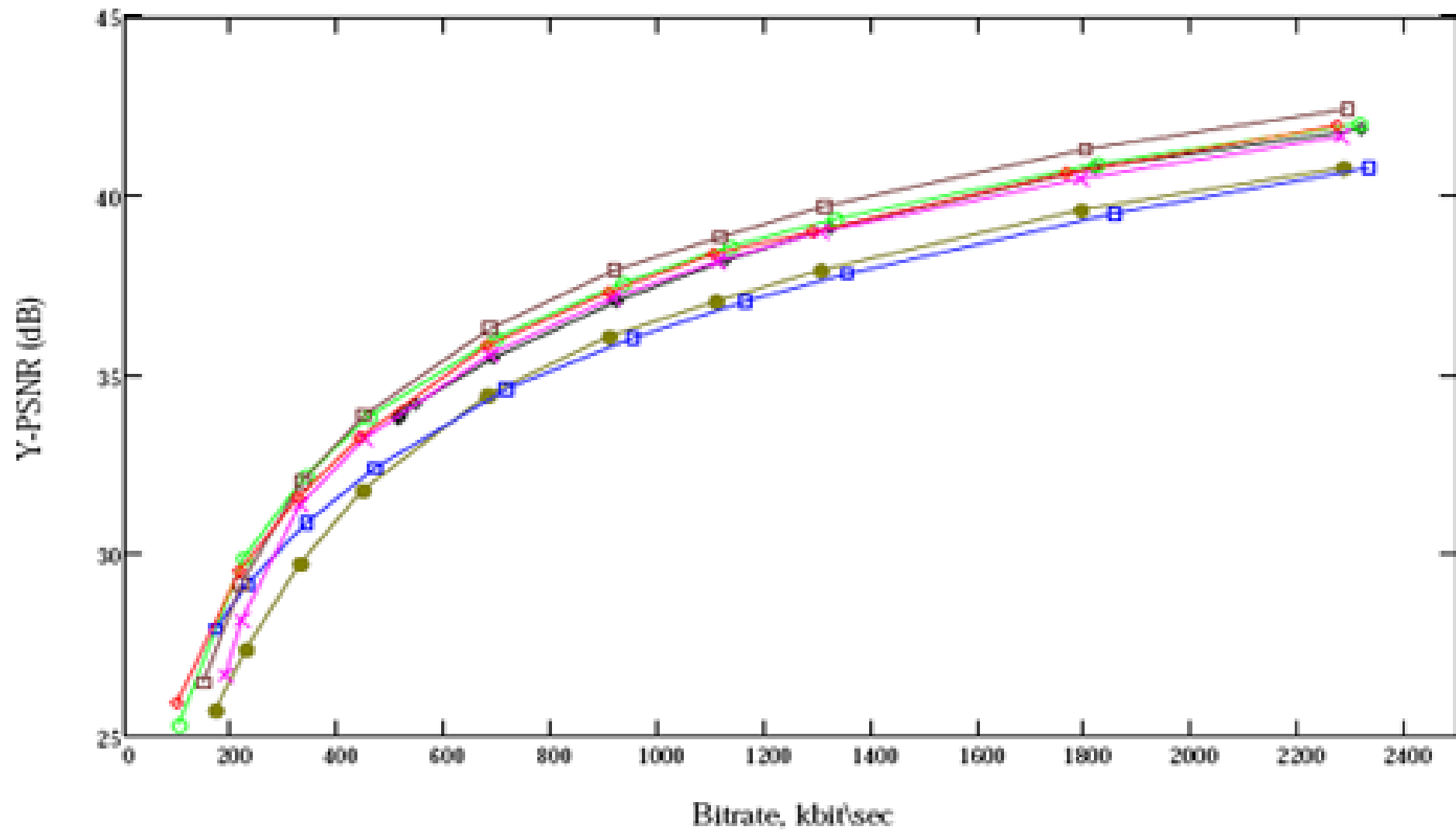


Standaard



Codec

Beide zijn open-source codecs



- ◆◆◆ DivX 6.0
- x264
- ArcSoft
- VSS
- ××× Elecard
- ▢▢▢ Atime
- ◆◆◆ Fraunhofer IIS

H.264/AVC

Inleiding Practicum Video 2



Hoe comprimeren?

Wat is efficiënt?

Welke standaarden?

En nu is de opdracht aan jullie

Meten van codeerefficiëntie

- van verschillende **codeertechnieken** in x264
- van **x264 tegenover x265**
- voor verschillende soorten **beeldinhoud**



Inschatting maken van de **financiële kost** van video streaming



Enkele praktische richtlijnen

Details van de opgave staan in het PDF-document op Minerva

Lees aandachtig de uitleg bij de oefeningen + bekijk appendices!

In te dienen op Minerva

- een MS Word- of PDF-document met alle antwoorden
- 3 Python scripts

Gebruik van Python (lokaal of via Athena) om te automatiseren

Gebruik IDE met syntax highlighting!

Enkele praktische richtlijnen

Het verslag telt **maximum 2000 woorden**.

Het modelverslag telt 9 pagina's en ongeveer 1200 woorden

Antwoord bondig, zonder afbreuk te doen aan correctheid

*Voor veel deelvragen volstaat een antwoord van 1 tot 3 regels tekst
(exclusief grafieken en commando's).*

Benoem **assen** van grafieken en zorg voor leesbaarheid, ook in **zwart-wit**!

Meestgestelde vragen

Hoe bitsnelheid berekenen?

Bestandsgrootte

$$\text{\#bits per seconde} = \frac{\text{totaal \#bits}}{\text{tijdsduur in sec.}} = \frac{\text{totaal \#bits}}{\text{totaal \#beelden}} * \text{\#beelden per sec.}$$

Speelduur

Waarden worden niet juist ingelezen in Excel?

Controleer of Excel **komma** of **punten** verwacht in decimalen.

Gebruik van Matplotlib voor het maken van grafieken?

OK.

MULTIMEDIA(TECHNIEKEN)

PRACTICUM VIDEO 2

Deadline: donderdag 26 april, 14:00 uur

Johan De Praeter

johan.depraeter@ugent.be