

## Bildunterschriften zu Offline-Kodierungstechniken

- **Folie 5:** Die von einem Encoder benötigte Datenrate  $R$  bei gegebener Verzerrung  $D$  kann unter bestimmten Einschränkungen über eine Logarithmusfunktion (schwarz) beschrieben werden. Praktische Encoder können Kombinationen von Datenrate und Verzerrung (Arbeitspunkte) verursachen, die über, aber niemals unter der von der Logarithmusfunktion beschriebenen Kurve liegen. Ideale Encoder liegen exakt auf der Kurve, z.B. rot eingezeichnete Arbeitspunkt mit den rot strichliert angedeuteten Koordinaten, die höhere und niedrigere Werte von  $R$  und  $D$  entlang der Kurve erlauben (mit roten Pfeilen angedeutet). Der höchste Punkt der Kurve wird dabei durch die Entropie der Ausgangsdaten (Daten der Quelle) beschrieben, d.h. ohne Verzerrung ( $D = 0$ ) können die Daten verlustfrei ohne Redundanz kodiert werden. Der niedrigste Punkt der Kurve wird durch die minimal mögliche Datenrate ( $R = 0$ ) beschrieben, die gleichzeitig die maximal mögliche Verzerrung beschreibt. Praktisch kann  $R > 0$  sein, wenn z.B. Header benötigt werden, um einen gültigen Datenstrom zu erhalten.
- **Folie 8:** Das (in y-Richtung) kleinste lokale Minimum der gegebenen Funktion (schwarzer Punkt) befindet sich bei  $x = 1$ , wenn die Position nicht durch Nebenbedingungen beschränkt wird (links). Wird als Nebenbedingung verlangt, dass die Position des Minimums kleiner gleich  $x = -1$  sein muss, liegt das kleinste Minimum bei  $x = -2$  (rechts), da die Funktion für  $x > -1$  (grau) nicht berücksichtigt wird.
- **Folie 13:** RD-optimierte Encoder (farbige Linien) können in einem R-D-Diagramm miteinander verglichen werden. Liegt die Kurve eines Encoders (z.B. blau) über der eines anderen (z.B. rot), liefert dieser Encoder bei gleicher Datenrate eine geringere Verzerrung, d.h. höhere PSNR-Werte. Die Abstände zwischen den Kurven geben an, wie viel Qualität (negative Verzerrung) bei gleicher Datenrate gewonnen werden kann bzw. wie viel Datenrate bei gleicher Qualität gespart werden kann. Benötigt beispielsweise ein MPEG-2-Video-Encoder (braun) ca. 2.000 kbit/s, um 41 dB zu erreichen, benötigt ein H.264-Encoder (rot) weniger als 1.000 kbit/s. Analog benötigt ein H.265-Encoder (blau) weniger als 500 kbit/s für dieselbe Verzerrung.
- **Folie 14:** Die Abstände zwischen den R-D-Kurven einzelner Encoder sind nicht bei jeder Videosequenz gleich. Im dargestellten Beispiel benötigt zwar beispielsweise ein MPEG-2-Video-Encoder (braun) 8.000 kbit/s, um 38 dB zu erreichen und ein H.264-Encoder (rot) nach wie vor die Hälfte von ca. 4.000 kbit/s, aber die Vergleichsencoder (MPEG-4 Part 2, lila und H.263, grün) sind deutlich näher an der Leistung des MPEG-2-Video-Encoders als bei der Videosequenz auf der vorherigen Folie und sind damit bei dieser Videosequenz deutlich ineffizienter.
- **Folie 17:** Die von den unterschiedlichen Profilen (Zeilen) unterstützten Coding Tools (Spalten) unterscheiden sich teilweise sehr stark voneinander.

der. Das Baseline-Profil unterstützt beispielsweise nur 8 Bit pro Pixel mit 4:2:0-Subsampling, wohingegen das High-4:4:4-Predictive-Profil Bittiefen zwischen 8 und 14 Bit sowie Subsamplings von 4:2:0, 4:2:2 und 4:4:4 unterstützt. Umgekehrt unterstützt das Baseline-Profil Techniken wie FMO, die vom High-4:4:4-Predictive-Profil nicht unterstützt werden.

- **Folie 19:** Jedes Level (Zeile) definiert verschiedene Größenbeschränkungen (Spalten). Level 4.1 limitiert beispielsweise die Anzahl der Pixel pro Frame (Spalte Luma samples) auf 2.097.152, was bei einer Bildbreite von 1.920 Pixeln einer maximalen Höhe von 1088 Pixeln (auf ganze Makroblöcke gerundet) entspricht. Das Limit muss nicht ausgereizt werden, d.h. auch kleinere Bilder können mit Level 4.1 gekennzeichnet werden und genügen nach wie vor den angegebenen Beschränkungen.