

Abklärungskolposkopie: Warum Full HD nicht immer besser ist

# Analog schlägt digital

**In der Qualitätssicherungsvereinbarung des Programms zur Früherkennung von Zervixkarzinomen wird gefordert, dass Bildqualität und Auflösung volldigitaler Kolposkope den analogen Geräten entsprechen müssen. Doch ist das überhaupt möglich?**

Seit Januar 2020 gibt es ein organisiertes Programm zur Früherkennung von Zervixkarzinomen. Darin ist bei bestimmten Befunden eine Abklärungskolposkopie vorgesehen. Die dafür geltende Qualitätssicherungsvereinbarung schreibt für die Kolposkope sieben bis 15-fache Vergrößerungsstufen vor. Sie fordert, dass digitale Kolposkope „in Bildqualität und Auflösung mindestens dem Standard der analogen Geräte entsprechen müssen“. Für solche Screening-Untersuchungen sind typischerweise eher kostengünstige Standardgeräte im Einsatz – im Vergleich zu Highend-Kolposkopen, die für komplexere OPs genutzt werden. Deshalb drängt sich an dieser Stelle die Frage auf, ob volldigitale Kolposkope in der Praxis wirklich mit analogen Geräten mithalten können. Die volldigitalen

Kolposkope, die beim Zervixkarzinom-Screening zum Einsatz kommen, verfügen üblicherweise über eine HD- (High Definition) oder maximal Full-HD-Auflösung. Hinter Full HD (volle Hochauflösung) stecken zwei Megapixel. Damit stehen theoretisch 1.920 x 1.080 Pixel zur Helligkeitsdetektion zur Verfügung.

## Menschliches Auge im Plus

Analoge Kolposkope nutzen hingegen das menschliche Auge als ‚Sensor‘. Dessen Farbauflösung wird in einer anderen Einheit angegeben, nämlich in Linienpaaren pro Millimeter (Lp/mm). Bereits ohne weitere optische Vergrößerung liefert das menschliche Auge eine Auflösung von 6 Lp/mm. Beim Blick durch ein Kolposkop steigt sich diese Auflösung entsprechend der Realvergrößerung des optischen Systems. Das bedeutet: Bereits ab einer siebenfachen Realvergrößerung erzielt das menschliche Auge eine Auflösung von 42 Lp/mm. Rechnet man demgegenüber das digitale Full HD um, kommt man auf eine maximale Farbauflösung von 36 Lp/mm nach

Nyquist (Annahme: Sensor mit 2/3 Zoll, Pixelgröße: 4,6 µm). Schon diese kurze Gegenüberstellung zeigt: Analoge Kolposkope bieten dem Anwender bereits bei einer siebenfachen Vergrößerung eine höhere optische Auflösung als rein digitale Systeme. Hinzu kommt: Bei diesem Vergleich werden alle durch die Verwendung eines Kameraobjektivs möglicherweise entstehenden Fehler vernachlässigt – es wird also von einem idealen optischen digitalen System ausgegangen. Damit bleibt es eine theoretische Betrachtung, da in der Praxis durch die Verwendung eines Kameraobjektivs zusätzliche Fehler auftreten.

Verzeichnung und Abschattung sind die beiden am häufigsten auftretenden Fehler. Bei einer Verzeichnung werden gerade Linien gekrümmt dargestellt. Abseits der physikalisch-optischen Hintergründe ist dieser Fehler recht bekannt: Er kann die Gitterstruktur eines karierten Blattes bei der Betrachtung nach außen oder nach innen verzerren. Dann erinnert das Gitter an eine Tonne oder an ein Kissen, weshalb von tonnen- oder kissenförmiger Verzeichnung gesprochen wird. Bei der Abschattung kommt es am Rand trotz gleichmäßiger Ausleuchtung zu Bereichen, die sich dunkler darstellen. Mit der Helligkeit gehen dann gleichzeitig auch Kontrast und Auflösung verloren. Zwar finden beide Phänomene schon beim Blick durch das Kolposkop statt und übertragen sich sowohl auf das ‚analoge‘ menschliche Auge als auch auf das digitale Kameraobjektiv. Aber: Während das menschliche Auge die Fehler durch einen Wechsel des Blickwinkels aufheben kann, ist das dem Kameraobjektiv nicht möglich. Das bedeutet, dass sich die Fehler von Kolposkop und Kameraobjektiv sogar addieren. Bei einer Kolposkopie werden Blutgefäße betrachtet, die nicht größer sind als ein Haar. Sie sollen auf Veränderungen, wie beispielsweise atypische Gefäße, klinisch beurteilt werden. In Anbetracht dessen liegt es auf der Hand, dass Effekte wie Verzeichnung und Abschattung die Fähigkeit herabsetzen, kleinste



Für Abklärungskolposkopien sind typischerweise eher kostengünstige Standardgeräte im Einsatz.

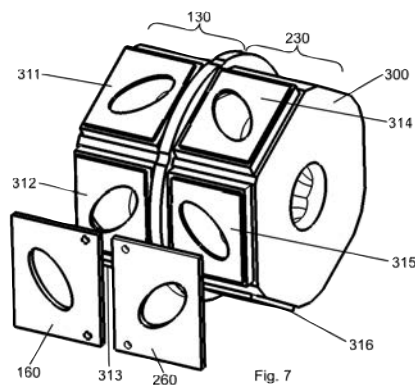
Strukturen noch wiedergeben zu können – und deshalb bestmöglich vermieden werden müssen.

### Dreidimensional mit analogem Kolposkop

Beim Vergleich volldigitaler und analoger Kolposkope schneiden analoge also deutlich besser ab. Wobei hier nochmals explizit darauf hingewiesen sei, dass es um eine Auseinandersetzung mit der üblicherweise eingesetzten digitalen Geräteklasse geht und nicht darum, digitale Geräte im Allgemeinen zu beurteilen. In diesem Zusammenhang ist auch die Meinung von PD Dr. med. Volkmar Küppers, Facharzt für Frauenheilkunde, zu sehen, der täglich mit Kolposkopen arbeitet: „Da ich im Rahmen meiner Dysplasiesprechstunde kolposkopisch dirigierte Operationen an der Zervix durchführe, ist es für mich schwer vorstellbar, die dreidimensionale Sicht aufzugeben, die der Blick durch ein analoges Kolposkop gestattet. Auch die Qualität der hochwertigen, lehrbuchreifen kolposkopischen Bilder ist nur durch ein analoges Gerät zu erreichen.“ Der Monitor, seine Größe und seine zur Verfügung stehenden Bildpunkte spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Betrachtung digital erzeugter Kolposkopie-Bilder. Ist er zu groß gewählt oder stimmt der Abstand



Bei einer Kolposkopie werden Blutgefäße betrachtet, die nicht größer sind als ein Haar. Sie sollen auf Veränderungen, wie beispielsweise ‚atypische Gefäße‘, klinisch beurteilt werden.



Mit Katzenaugenblenden (li.: schematische Darstellung), die nach dem Vorbild der elliptisch geformten Pupillen von Katzen gestaltet sind, lassen sich Schärfentiefe und Auflösung bei der Kolposkopie verbessern.

zwischen Betrachter und Bildschirm nicht, können Artefakte entstehen und die einzelnen Pixel sichtbar werden. Es ist also entscheidend, den passenden Monitor zur Betrachtung des digitalen Bildes zu verwenden und ihn korrekt zu platzieren. Analoge Systeme haben diese Problematik nicht. Denn der Blick live durch den Binokulartubus erzeugt immer ein einwandfreies Bild gleicher Größe. Mit gleichbleibendem Durchmesser des Okulars ändert sich bei unterschiedlichen Vergrößerungsstufen lediglich die Größe des Ausschnitts, der betrachtet wird.

### Vorteile dank binokularem Sehens

Mit Katzenaugenblenden, die nach dem Vorbild der elliptisch geformten Pupillen von Katzen gestaltet sind, lassen sich Schärfentiefe und Auflösung bei der Kolposkopie verbessern. In der Achse mit der langen Öffnung, also der großen Blende, wird eine hohe Auflösung erzeugt. Mit der kleinen Blende ist zwar die Auflösung entsprechend geringer, dafür erzeugt sie jedoch eine hohe Schärfentiefe. Werden solche Blenden in ihrer Ausrichtung um 90 Grad versetzt vor das rechte und das linke Auge gesetzt, erzeugt das menschliche Gehirn daraus ein helles, dreidimensionales Bild mit ungewöhnlich großem Schärfenbereich. Voraussetzung dafür ist jedoch das binokulare Sehen, also dass beiden Augen jeweils ein Bild präsentiert wird. Deshalb ist auch hier die Klasse volldigitaler Kolposkope, die in



Bild: Atmos

Screenings zum Einsatz kommt, ein limitierender Faktor: Denn sie arbeiten mit nur einem Kanal. Das heißt, die Kamera greift entweder den rechten oder den linken Kanal des Kolposkops ab. Da die Verbesserungen durch die Katzenaugenblenden auf der Überlagerung beider Kanäle basieren, lassen sie sich hier nicht realisieren. Eine Blende für ein volldigitales Kolposkop sollte rund sein und ist somit immer fix auf eine hohe Auflösung (zulasten der Schärfentiefe) oder eine hohe Schärfentiefe (zulasten der Auflösung) ausgerichtet. Fazit: Wer die Forderung, dass die Bildqualität und die Auflösung digitaler Geräte mindestens der analoger Geräte entsprechen müssen, in der Qualitätssicherungsvereinbarung zur Abklärungskolposkopie liest, geht wohl automatisch davon aus, dass dies problemlos zu erfüllen sei. Digital ist in diesem Fall jedoch nicht die bessere Wahl, das sollte bei der Entscheidung zur Ausrüstung bedacht werden. Wichtig ist jedoch: Dies ist keine generelle Digitalschelte. Es geht genau um die Geräteklasse, die üblicherweise in den Kliniken und Praxen für Abklärungskolposkopien zum Einsatz kommt. ■

### Kontakt

Atmos MedizinTechnik GmbH & Co. KG  
 Björn Boysen  
 Entwicklungsleiter HNO und Gynäkologie  
 Tel.: +49 7653 689-613  
 bboysen@atmosmed.de  
<https://atmosmed.link/kolposkop>