

Prozessoptimierung durch schnelle Einblicke

Frauke Kapler, Hendrik Schumann, Polytec GmbH, Waldbronn

Auch bei schnellen Abläufen steckt der Teufel im Detail – und manche Probleme lassen sich nur lösen, indem man die Prozesse bei Originalgeschwindigkeit beobachtet.

Siege mit deutlichem Abstand wie die des Amerikaners Michael Phelps und des Jamaikaners Usain Bolt bei den Olympischen Spielen in Peking sind eine Seltenheit. Im Leistungssport heute geht es normalerweise um winzigste Vorsprünge, die vor allem durch möglichst perfekt optimierte Bewegungsabläufe erreicht werden, kleinste Unterschiede in der Drehung einer Hand, der Streckung eines Beines oder Rückens (**Bild 1**). Hochgeschwindigkeitskameras helfen, die Bewegungen des Sportlers zu analysieren, um sie so zu ändern, dass die entscheidenden Millimeter überwunden oder Millisekunden gespart werden können.

Auch die Industrie ist bestrebt, ihre Produktionsprozesse zu optimieren. Wiederkehrende Störungen, die einen Produktionsstillstand verursa-

chen oder zu qualitativen Mängeln der Endprodukte führen, sollen vermieden werden. Sind die Abläufe zu schnell und somit für den Betrachter mit bloßem Auge „unsichtbar“, werden häufig Vermutungen der Techniker als Basis für die Problemlösung herangezogen, die nicht selten erst nach mehreren Anläufen zu befriedigenden Ergebnissen führen. Längere Produktionsausfälle und die Bindung von Technikern führen zu hohen Stillstandskosten. Aufnahmen mit Hochgeschwindigkeitskameras können hier Abhilfe schaffen.

dünnen Draht elektrisch mit der Trägerplatte verbunden wird. Der Durchmesser eines solchen Drahtes beträgt zwischen 25 und 50 µm. Aufgrund erhöhten Kostendrucks musste die Taktgeschwindigkeit des Bondvorganges erhöht werden, um in gleicher Zeit mehr Ausstoß zu erreichen. Mit der Erhöhung der Geschwindigkeit traten Fehler ein, die den Ausschuss erhöhten. Wurde der Vorgang langsam ausgeführt, so dass er mit dem Auge verfolgt werden konnte, waren keine Fehlfunktionen zu beobachten. Sobald die Taktgeschwindigkeit erhöht wurde, traten sporadische Fehler auf. Die Aufnahmen einer Hochgeschwindigkeitskamera mit einem Makroobjektiv (Bildfeld 1 x 1 mm²) bei der gewünschten Produktionsgeschwindigkeit verdeutlichten das Problem: beim Abbremsen der Zuführung des Bonddrahtes geriet dieser in Schwingung. Im ungünstigen Fall wurde er daher neben der vorgesehenen Kontaktfläche platziert, was zur Fehlfunktion führt. Durch eine kurze Pause zwischen der Zuführung und dem eigentlichen Bondprozess hatte der Draht Zeit sich zu beruhigen, so dass er präzise platziert werden konnte. Eine weitere Erhöhung der Zuführgeschwindigkeit egalisierte die Pausenzeit. Nach dieser Änderung funktionierte der Produktionsprozess einwandfrei



Bild 1: Mit Hochgeschwindigkeits-Videosequenzen lassen sich auch im Sport Bewegungsabläufe analysieren

Beispiel Leiterplattenherstellung

Bei einem Leiterplattenbestücker gab es immer wieder Probleme beim Drahtbonden, bei dem ein Chip über einen sehr

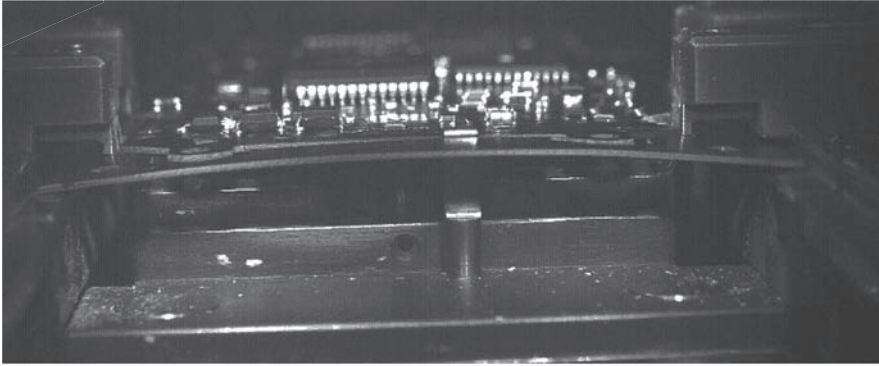


Bild 2: Die Verformung des Nutzens beim Ausbrechen einzelner Prints wird erst durch die Hochgeschwindigkeitsaufnahmen sichtbar (aufgenommen mit einer X-pri Kamera bei 1000 fps und 1280 x 600 Pixeln)

und in kostengünstigerer kürzerer Produktionszeit.

In einem anderen Fall häuften sich bei einem Leiterplattenhersteller die Fehler an einer immer gleichen Stelle der bestückten Leiterplatte. Auch hier half der zeitaufgelöste Blick auf die Fertigungsschritte: die im Nutzen gefertigten und bestückten Leiterplatten werden über einen kombinierten Stanz/Scher-Vorgang vereinzelt. Die Hochgeschwindigkeitsaufnahmen haben gezeigt, dass die Prints beim Ausbruchvorgang stark gebogen werden und anschließend in die Ausgangslage zurückspringen (**Bild 2**). Dabei können Lötstellen und SMD-Komponenten beschädigt werden. Nachdem das Problem erkannt war, konnte es mit verbesserter Abstützung des auszubrechenden Prints sowie einem optimierten Stanzwerkzeug behoben werden. Die erfolgreiche Umsetzung der Optimierungsschritte selbst ließ sich anhand weiterer Highspeed-Aufnahmen überprüfen und dokumentieren.

Bewegungsanalyse

Bewegungen schneller Objekte können mit Hilfe von Beschleunigungsaufnehmern aufgezeichnet und analysiert werden. Allerdings muss dazu jeder interessierende Ort mit einem Beschleuni-

gungssufnehmer bestückt und eine Datenverbindung über ein Kabel zum Aufzeichnungsgerät hergestellt werden. Der Aufwand ist enorm und man erhält lediglich Messwerte und keine Bildsequenz.

Mit extrem langen Belichtungszeiten lassen sich schnelle Bewegungsabläufe sichtbar machen, indem sie mit Stroboskoplicht beleuchtet werden, so dass das aufzunehmende Objekt mehrfach in einem Bild zu sehen ist (**Bild 3**). In der Medizin wird der Stroboskopeffekt u.a. zur Analyse der Stimmlippenbewegungen genutzt. Das beobachtete Objekt sollte allerdings möglichst isoliert betrachtet werden können, eine dunkle Umgebung ist von Vorteil.

Extrem schnelle Vorgänge können heute mit Hochgeschwindigkeitskameras aufgezeichnet werden, die mehr als 1 Mio. Bilder pro Sekunde erzeugen. Allerdings ist der Aufwand hierbei sehr hoch, da eine extrem exakte Triggerung notwendig ist, weil wegen der großen anfallenden Datenmengen nur eine sehr kurze Zeitspanne, wenige μs , aufgezeichnet werden kann.

Für Aufgabenstellungen wie die oben skizzierten, sind Kamerasysteme mit VGA-Auflösung und einer Bildrate von 200 Bildern pro Sekunde meist ausreichend.



Bild 3: Stroboskopaufnahme eines springenden Balls, aufgenommen mit 25 Bildern/s

(Bild: M. Maggs / R. Bartz, Wikimedia Commons)

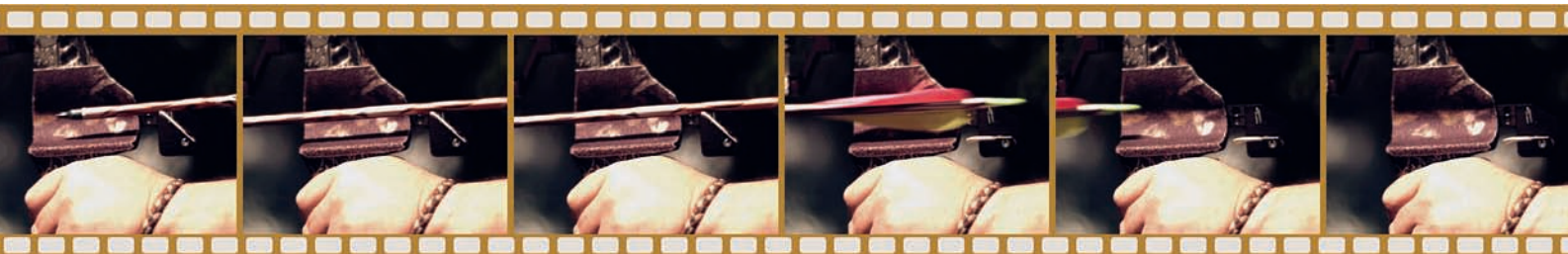


Bild 5: Ablauf beim Lösen der Bogensehne. Aufgenommen mit 1000 fps, 800 x 600 Pixel

Die Bildsensoren solcher schnellen Hochgeschwindigkeitskameras wurden speziell für hohe Bildwiederholraten entwickelt. Zudem wird sowohl hardwaretechnisch als auch auf der Softwareseite bei der Entwicklung auf die schnelle Datenübertragung Wert gelegt. So kommen bei den Kameras auch nur die Datenübertragung über Firewire B oder Gigabit Ethernet zum Tragen. Da die Speichergeschwindigkeit normaler Speichermedien, wie Festplat-

ten, häufig nicht ausreicht, gerade auch wenn sie mit dem Betriebssystem belastet sind, wird der Bildspeicher entweder in der Kamera integriert, z.B. bei der X-Pri, oder es wird wie beim System Promon der Arbeitsspeicher eines PCs verwendet. So sind mit handelsüblichen Notebooks Aufzeichnungszeiten von einigen Sekunden bis zu wenigen Minuten möglich, was für eine Vielzahl von Anwendungen ausreichend ist.

Vielfältige Anwendungen

Neben der Prozessoptimierung in der Fertigung eignen sich Hochgeschwindigkeits-Kamerasysteme für zahlreiche weitere Anwendungsbereiche. So etwa für die Prozessentwicklung, für Materialtests, für die Werkzeugoptimierung oder die Dokumentation von Entwicklungsreihen. Für einige Anwendungen ist zusätzliche Ausrüstung hilfreich, beispielsweise kann eine Hochgeschwindigkeitskamera an ein Endoskop angeschlossen werden und so auch schwer zugängliche Stellen beobachten, wie es beispielsweise bei Druckmaschinen sehr häufig notwendig ist. Ein wenige Millimeter großes Loch im Gehäuse reicht dann aus, um in der Maschine Aufnahmen direkt am Entstehungsort des Fehlers durchzuführen.

Noch schneller

Um noch kürzere Ereignisse aufzunehmen, werden hochauflösende Hochgeschwindigkeitskameras eingesetzt. Bei einer Auflösung von bis zu 1280 x 1024 Pixel werden kleinste Details sichtbar und bei Bildfrequenzen bis zu 32 000 Bilder pro Sekunde werden schnellste Vorgänge eingefroren. So werden z.B. Zerreißvorgänge analysiert, oder Produktionsabläufe beispielsweise von Getränkedosen. Und auch im Sport finden solche Systeme ihren Einsatz: Für die Untersuchung der Vorgänge beim Bogenschießen (Bild 5) werden Bildfrequenzen von 1000–2000 Bilder pro

Sekunde benötigt, wobei sich das Hochgeschwindigkeitskamerasystem leicht an vielfältige Aufnahmebedingungen anpassen lassen muss.

Fazit

Hochgeschwindigkeitskamerasysteme sind für viele Anwendungsbereiche eine gute Unterstützung, sei es in der Produktionstechnik, bei der Forschung oder auch im Sport. Die Systeme zur Aufzeichnung schneller Vorgänge sind heute nicht mehr zwangsläufig nur von Spezialisten zu bedienen – für die unterschiedlichsten Ansprüche der Anwendungen gibt es jeweils das passende System.

Kontakt

Frauke Kapler
Polytec GmbH
Polytec-Platz 1–7
D-76337 Waldbronn
Tel. 07243/604-0
Fax 07243/69944
fr.kapler@polytec.de
www.polytec.de

Hendrik Schumann
Leitung Vertrieb Bildverarbeitung
Polytec GmbH
Polytec-Platz 1–7
D-76337 Waldbronn
Tel. 07243/604-180
Fax 07243/69944
bv@polytec.de
www.polytec.de

VISION 2008: Stand 6 D41

www.photonik.de

► Webcode 5007



Bild 4: Portables System für Hochgeschwindigkeitsaufnahmen: Promon PC, bestehend aus Kamera, Software und Notebook

ten, häufig nicht ausreicht, gerade auch wenn sie mit dem Betriebssystem belastet sind, wird der Bildspeicher entweder in der Kamera integriert, z.B. bei der X-Pri, oder es wird wie beim System Promon der Arbeitsspeicher eines PCs verwendet. So sind mit handelsüblichen Notebooks Aufzeichnungszeiten von einigen Sekunden bis zu wenigen Minuten möglich, was für eine Vielzahl von Anwendungen ausreichend ist.

Systeme dieser Art sind ab wenigen tausend Euro erhältlich und somit schnell amortisiert. Insbesondere dann, wenn die