

Autoklavierbarkeit als Schlüssel für zuverlässige Medizinkabel

Der unterschätzte Engpass: Wenn Sterilisation zur Systemschwachstelle wird



OP-Roboter und Silindo Kabel, alle Bilder © Hew-Kabel, außer sie sind anders gekennzeichnet

In modernen medizintechnischen Geräten steigt die Komplexität stetig. Entwickler arbeiten an kompakteren Formfaktoren, höheren Funktionsdichten und wachsender Konnektivität. Doch während Sensorik, Software und Elektronik immer weiter verfeinert werden, zeigt sich im klinischen Alltag ein erstaunlich häufiger Ausfallpunkt: Medizinkabel.

In vielen Anwendungen müssen Kabel wiederholt autoklaviert werden — teilweise täglich, teilweise mehrmals am Tag. Damit werden sie zu einem kritischen Bauteil im hygienischen Workflow. Doch unzureichend spezifizierte Materialien, ungeeignete Mantelwerkstoffe oder unklare Lebensdaueraussagen führen regelmäßig zu:

- Verformungen oder klebrigen Oberflächen
- Verlust der Biegsamkeit
- Rissen an hochbelasteten Bereichen
- Ausfällen im Patienten Monitoring
- erhöhtem Wartungsaufkommen und steigenden Kosten



Autor:
Torsten Möllers
Global Industry Manager Medical
Habia
www.habia.com/de/

Die Folge:

Die Zuverlässigkeit eines gesamten Medizinproduktes kann durch ein einziges Kabel kompromittiert werden — und die Verantwortung liegt beim Hersteller. Gleichzeitig steigen regulatorische Anforderungen und Dokumentationspflichten im Kontext der Wiederaufbereitung (vgl. Kernprozess Reinigung/Desinfektion/Sterilisation).

Dieser Fachbeitrag zeigt, welche technischen Parameter bei der Autoklavierbarkeit entscheidend sind, und warum Werkstoffkompetenz und Kabeldesign heute über Markterfolg entscheiden.

Was Autoklavierbarkeit wirklich bedeutet und warum 121 °C nicht immer der Standard ist (Bild 1 und 2).

Diese Belastungen wirken zyklisch und kombiniert.

Ein Kabelmantel muss deshalb:

- thermische Stabilität aufweisen
- Druckbelastungen schadfrei überstehen
- hydrothermale Alterung verhindern
- mechanisch flexibel bleiben
- chemische Beständigkeit gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln aufweisen

Wirksame Dampfsterilisation

Für viele Produktentwickler wirken die Vorgaben klar: 121 °C für 20 – 30 Minuten gelten als Standard für eine wirksame Dampfsterilisation, ergänzt durch 134 °C für kurze Zyklen, etwa in dentalmedizinischen Anwendungen (Bild 3 und 4).

Doch was trivial klingt, ist für Materialien eine enorme Belastung. Die Sterilisation findet statt bei gesättigtem Wasserdampf, unter Druck um 15 psi (103 kPa) sowie hohen Temperaturen bis 134 °C. Hinzu kommt eine hohe mechanische Beanspruchung durch Ausdehnung und Schrumpfung.

Sind diese Anforderungen nicht erfüllt, verlieren Silikon- oder Kunststoffoberflächen ihre Integrität: Sie werden klebrig, stumpf oder rissanfällig.



Bild 2: Blick ins Innere eines Autoklaven mit Kabeln

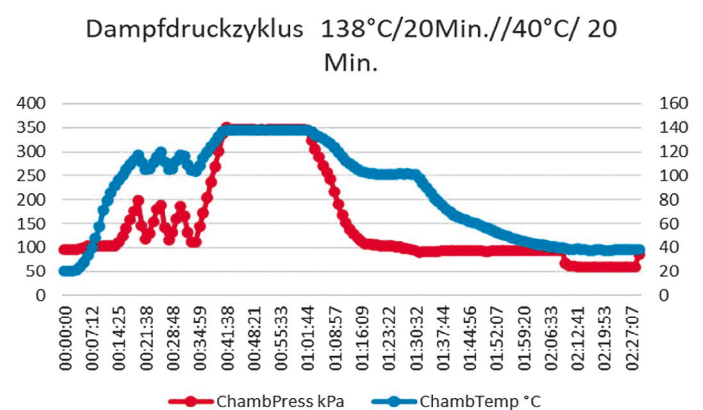


Bild 3: Darstellung eines Dampfdruckzykluses



Bild 1: Autoklav

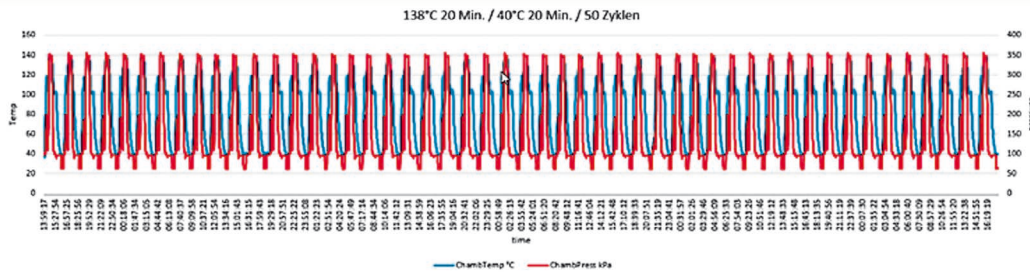


Bild 4: Sterilisationszyklus in Dauerschleife



Kabel aus unterschiedlichen Materialien mit unterschiedlichen Kabelquerschnitten

Die Herausforderung hybrider Funktionen

Warum verlangen moderne Geräte mehr? Moderne Medizinsysteme wie Patientenmonitoring, dentale Behandlungseinheiten oder mobile Diagnostikgeräte vereinen immer mehr Funktionen in immer weniger Bauraum.

Beispielsweise werden in einem einzigen Kabel gleichzeitig EKG-Signale, SpO₂-Messwerte, Blutdruck- und Temperaturdaten, sowie Energie übertragen und verarbeitet. Bei Dentalgeräten finden sich oft Luft- und Wasserleitung im selben Kabel (Bild 5).

Für Hersteller bedeutet dies: Die Materialwahl beeinflusst das

gesamte Zusammenspiel des Gerätes. Denn in Hybrid- oder Miniaturkabeln stehen die Leiter dichter beieinander; mechanische Flexibilität und formstabile Isolation werden wichtiger. Schon geringe Materialermüdungen können Funktionsketten beeinträchtigen.

Werkstoffe im Fokus

Warum Silikone nicht gleich Silikone sind: Silikone gelten als Goldstandard im medizinischen Umfeld, und das zu Recht. Ihre Polymerstruktur aus Silizium und Sauerstoffatomen erzielt eine deutlich höhere Bindungsenergie als organische Elastomere. Bild 6 zeigt Festsilikone, Bild 7 zeigt ein Fluid-Silikon.



Bild 6: Silikon Rohmaterial

Das Ergebnis:

- temperaturbeständig bis dauerhaft 180 °C, kurzzeitig bis 200 °C
- hohe Flexibilität auch nach vielen Sterilisationszyklen
- chemische Beständigkeit
- Biokompatibilität:
 - DIN EN ISO 10993-1 Biologische Beurteilung von Medizinprodukten
 - DIN EN ISO 109935 Prüfung auf Zytotoxizität
 - DIN EN ISO 10993-10 Prüfungen auf Hautsensibilisierung

Doch nicht alle Silikone sind in gleicher Qualität vernetzt. Unzureichend vernetzte Silikone altern schneller, werden klebrig oder verlieren ihre mechanische Festigkeit. Hochleistungswerkstoffe und Speziallegierungen im Inneren des Kabels sorgen zudem für:

- extreme Zugfestigkeit
- optimierte Haptik
- hochflexiblen Kabelaufbau
- minimalen Platzbedarf
- zuverlässige Signalintegrität

Diese Materialentscheidungen beeinflussen direkt die Produktlebensdauer — und damit auch die Wirtschaftlichkeit für Kliniken sowie die Reputation des Herstellers.

Die Realität in der Praxis

Warum bedeuten robuste Kabel Designsicherheit? Viele Hersteller fokussieren sich primär auf Elektronik, Sensorik oder Software. Doch in Praxen und Kliniken ist der Kabelsatz oft das am stärksten beanspruchte Bauteil. Er wird mehrfach täglich gebogen, gedreht, gezogen und eingeklemmt, thermisch belastet und chemisch gereinigt — und eben autoklaviert. Der Kabelmantel muss

daher nicht nur widerstandsfähig sein, sondern auch in seiner Haptik überzeugen, besonders in chirurgischen und dentalen Umgebungen.

Für Entwickler ergibt sich daraus eine einfache Gleichung:

Je robuster das Kabel, desto zuverlässiger das Gesamtsystem — und desto geringer das Risiko anwendungsbedingter Ausfälle.

Wirtschaftliche Perspektive

Lebensdauer schlägt Stückpreis: Einkäufer betrachten Kabel häufig als Kostenposition. Diese Perspektive ist zunächst verständlich, doch ein vermeintlich günstiges Kabel kann durch häufige Ausfälle, Reklamationen und Austauschzyklen schnell zum Kostentreiber werden.

Hochwertige autoklavierbare Kabel verlängern nicht nur die Einsatzdauer, sondern auch die Planbarkeit der Wartung und somit die Zuverlässigkeit des klinischen Betriebs. In einer Zeit steigender regulatorischer Anforderungen und hoher Qualitätsansprüche gewinnen diese Aspekte massiv an Bedeutung.

Fazit

Autoklavierbarkeit ist kein Detail — sie ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor. Moderne Medizinkabel müssen weit mehr leisten als nur Signale übertragen. Sie sind integraler Bestandteil komplexer Gerätearchitekturen und stehen im Zentrum des hygienischen Workflows.

Für Hersteller bedeutet dies, dass die Materialkompetenz maßgeblich über die Lebensdauer des Kabels entscheidet. Besondere Bedeutung kommt dabei der richtigen Silikonqualität zu, die Ausfälle und Reklamationen verhindert. Hybride Kabeltypen erweitern die Funktionsvielfalt bei minimalem Bauraum. Autoklavierbarkeit schützt nicht nur den Ruf des Herstellers, sondern auch die Sicherheit der Anwendung. In einer Branche, die von Präzision, Sicherheit und Zuverlässigkeit lebt, ist die Wahl des richtigen Kabels somit keine Randentscheidung, sondern ein strategischer Erfolgsfaktor. ◀



Bild 7: Fluid-Silikon, © Adobe Stock