

Kosteneinsparungen in der Sterilisation: Wasser oder Elektrizität?

von Dominique Goulet, *Spitalpraktiker, ZSVA Hôpital Edouard Herriot – 69 437 Lyon Cedex 03

Danksagungen

Emmanuel RICHARD, Ingenieur, Direction des Affaires Techniques, Hospices Civils de Lyon, 49 Rue Villon, 69 373 Lyon Cedex 08, für die enge Zusammenarbeit bei der Verfasserung dieses Artikels.

Olivier BERTOLINI, Ingenieur, GETINGE France SAS, Immeuble le Portant – 152 Grande Rue de Saint Clair, 69 300 Caluire, für die Durchführung und Genehmigung einer Veröffentlichung des Tauschsystemsschemas von Eco-System Getinge

Jean-Luc CLAVEL (Belimed), Serge BENEZECH (Matachana) und Eric SAUVETRE (Aldor-Dechosal) für die Weiterleitung der Informationen über Wassersparsysteme

Einleitung

Wasserdampfsterilisatoren verbrauchen viel Wasser und Strom. Ein kleines Beispiel als Anekdote: 1985 wurde in der ZSVA des Hôpital Edouard Herriot in Lyon ein Sterilisator mit einem Nutzvolumen von 1000 Liter (= 15 Körbe) installiert, der 96 kWh und pro Zyklus 1200 Liter Wasser für die Vakuumpumpe verbrauchte. In einer Arbeitswoche füllt (oder leert?) dieser eine Sterilisator allein (!) ein mittelgrosses Schwimmbad.

Die Hersteller von Sterilisatoren haben sich, von den pessimistischen Umweltprognosen noch stärker dazu angehalten, zunehmend um energie- und wassersparende Lösungen bemüht.

Zu diesen zählen auch die Wassersparsysteme für Vakuumpumpen, die auf den ersten Blick sehr interessant erscheinen. Aber sind sie wirklich so interessant?

Stromeinsparungen

Ein Wasserdampfsterilisator ist und wird auch immer ein grosser Energieverbraucher bleiben, egal ob es um sich bei dieser Energie um Dampf, mit oder ohne Wärmetauscher, oder Elektrizität handelt: Um Wasser in Dampf zu verwandeln braucht es immer 539 kcal/kg.

Das Aufheizen der Wände und Kanalisierungen/Rohre (?) kostet ebenfalls Energie.

Wenn es sich beim Vakuumsystem um eine Wasserringpumpe handelt (meist Pumpen mit 4 bis 6 PS), dann zählen auch sie mit rund 1,3 kWh pro Zyklus zu den Grossverbrauchern. Systeme mit Venturi-Wirkung wie in den Matachana-Sterilisatoren verbrauchen an sich zwar keinen Strom, dafür aber viel mehr Wasser als Systeme mit Wasserringpumpen.

Bei vollelektrischen Sterilisatoren mit 8 Waschkörben beläuft sich der Stromverbrauch für einen Sterilisator mit Wasserringpumpe pro Zyklus auf 12 bis 17 kWh. Überraschenderweise verbraucht ein Sterilisator mit Venturi-System in diesem Fall 20 kWh. Die Kosten belaufen sich auf von € 1,20 - 1,60 (Preis/kWh im Hôpital de Lyon: € 0,08 alle Steuern inbegriffen).

Beim Stromverbrauch werden die Einsparungen am geringsten ins Gewicht fallen, denn die Umwandlung von Wasser in kochendes Wasser und anschliessend in Dampf ist ein fast unveränderliches physikalisches Phänomen: Um ein Kilo Wasser in eine Kilo Dampf umzuwandeln braucht es immer 539 kcal.

Bei Speisung mit Strom können an drei voneinander unabhängigen Punkten

Einsparungen erzielt werden: Dampfreserve/Isolierung des Generators, Leistung/Wirkung der «Schlangen» und Speisung dieser Heizschlangen:

- sehr reaktive, effiziente, leistungsstarke Heizwiderstände («Schlangen»), die je nach Bedarf eingesetzt werden können
- weniger grosser Dampfvorrat im Generator (Generatoren mit kleinen Kapazitäten, Druck immer leicht über dem in der Kammer); wobei nicht vergessen werden darf, dass heute die doppelte Kammerwand die grösste Dampfreserve darstellt. Dank der Reaktionsschnelligkeit heutiger Widerstände ist der Dampfreiservedruck heute bei verschiedenen Geräten mit dem der Kammer fast identisch
- Isolierung von Generator, Kammer und Kanalisierungen, deren Qualität heute viel besser ist als früher.

Wassereinsparungen

Ein Sterilisator wird mit zwei Wassersorten gespeist, die es gut zu unterscheiden gilt:

- Wasser für den Generator: Es handelt sich hierbei um Osmosewasser, das in Dampf umgewandelt wird. Ein Sterilisator mit 8 Waschkörben verbraucht rund 25 Liter. Die Kondensate werden oft über die Ventile wiedergewonnen.
- Wasser für die Vakuumpumpe.

Eine «gute Sterilisation» hängt von der Qualität des Vakuums ab. Die verschiedenen Vakuumerzeugungssysteme, d.h. Venturi-Wirkung oder Wasserringpumpe, weisen

ungefähr den gleichen Wasserkonsum auf. Beispiel eines Sterilisators mit 8 Waschkörben:

- 260 Liter für ein System mit Wasserringpumpe
- 300 Liter für ein System mit Venturi-Wirkung

Im Idealfall könnte man bei jedem System das gesamte für die Erzeugung des Vakuums verwendete Wasser wiederverwenden.

Da die physikalischen Gesetze jedoch universell und unveränderlich sind, und auch von den machthabenden politischen Parteien der Länder nicht beeinflusst werden können, variiert die Qualität des Vakuums proportional umgekehrt zur Temperatur des verwendeten Wassers. Für die Erzeugung eines qualitativ hochstehenden Dampfes darf das Wasser nicht wärmer sein als 20 bis 30 Grad. Wasserdampf hat bei 10°C einen Druck von 13 mbar, bei 20°C von 23 mbar, bei 40°C von 74 mbar und bei 60°C von 199 mbar etc).

Wasser, das mit Dampf in Kontakt gekommen ist, kann deshalb nicht wiederverwendet werden oder zumindest nur in sehr begrenzten Mengen (Bei modernen Sterilisatoren können auf diese Weise jedoch mindestens 30% des Wasserverbrauchs eingespart werden: Vor 25 Jahren verbrauchte ein Sterilisator mit 8 Waschkörben 450 bis 600 Liter Wasser pro Zyklus, heute sind es «nur» noch 250 bis 300 Liter.)

*** Wassersparsysteme**

Verschiedene Hersteller haben unlängst Wassersparsysteme auf den Markt gebracht: BELIMED, CISA, GETINGE, MATACHANA

Funktionsweise

Das Prinzip ist einfach: Der Sterilisator wird mit einem Wärmetauscher ausgerüstet und an das «Eiswasser-Netz» des Spitals oder aber an einen autonomen Generator angeschlossen. Das gekühlte Wasser zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf. Die Erzeugung des Vakuums erfolgt theoretisch ohne realen Wasserverbrauch, praktisch werden dennoch pro Zyklus 5 bis 10 Liter verbraucht.

Die Tabelle Nr. 1 zeigt die derzeit auf dem Markt erhältlichen Systeme mit ihren Merkmalen sowie Leistungen für einen Sterilisator mit 8 Waschkörben.

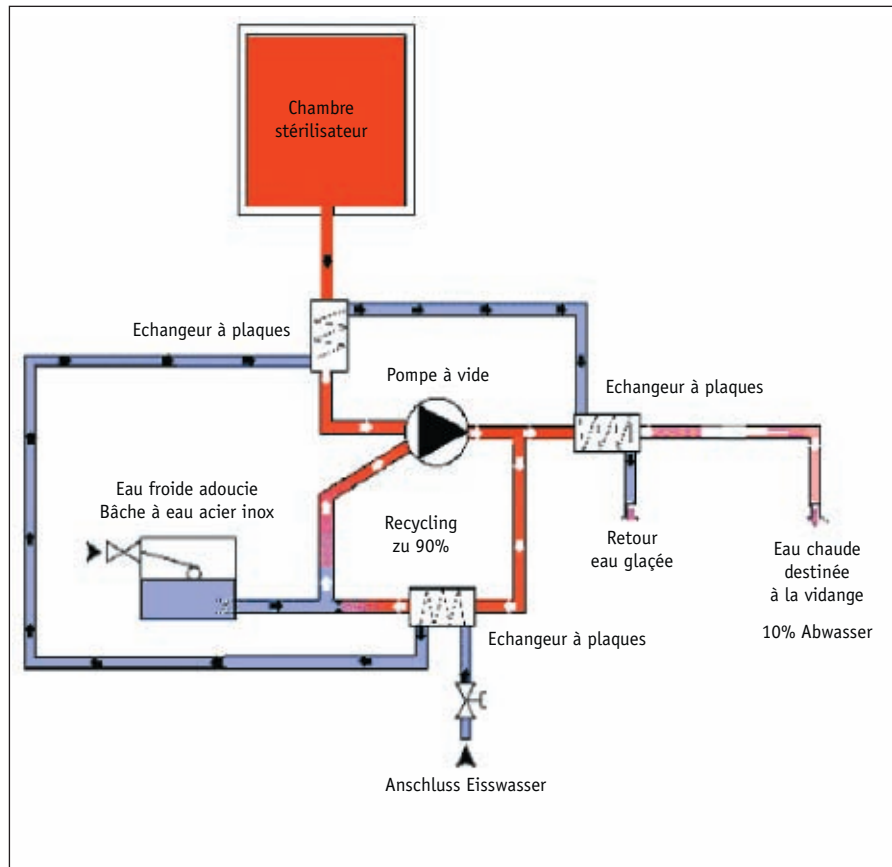


Abb. 1 Funktionsweise eines Wassersparsystems (ECO SYSTEM Getinge).

Tabelle 1 Auf dem Markt erhältliche Systeme mit ihren Merkmalen und Leistungen für einen Sterilisator mit 8 Waschkörben.

	HERSTELLER A	HERSTELLER B	HERSTELLER C	HERSTELLER D
Autonomer Betrieb oder mit Wärmetauscher und Anschluss ans Eiswassernetz	Wärmetauscher	Wärmetauscher	Wärmetauscher mit geschlossenem Kreislauf; Anschluss ans Eiswassernetz oder autonomer Generator	Wärmetauscher mit geschlossenem Kreislauf, Anschluss ans Eiswassernetz oder autonomer Generator
Gewünschte Wassertemperatur	ca. 10°C	7 bis 9°C	4 bis 12 °C	5°C
Anschaffungs- und Installationskosten Wärmetauscher	2000 € vor Steuer + Montage = 3200€ nach Steuern	1924 € vor St. davon 800 € vor St. für den Wärmetauscher = 2300€ nach St.	2037 € vor St. + 9000 € vor St. für Wasserproduktions-system = 11037€ nach St.	2631 € nach St. für Eiswassernetzanschluss oder 3588€ nach St. für autonomes System
Lebensdauer Wärmetauscher	ca. 7 Jahre	3 bis 5 Jahre	15 bis 20 Jahre	10 bis 15 Jahre autonomes System: 7 bis 8 Jahre
Geschätzte Abschreibungs-dauer für Kaltanlage (Eis-wasserproduktion)	ca. 12 Jahre	Je nach Abschreibung Kaltgruppe	Über 10 Jahre	< 1 Jahr
Jährliche Wartungskosten		Wärmetauscher 800€ vor St. alle 3 bis 5 Jahre	keine Auskunft	98 € vor Steuern

Tabelle 1 Auf dem Markt erhältliche Systeme mit ihren Merkmalen und Leistungen für einen Sterilisator mit 8 Waschkörben (Fortsetzung).

	HERSTELLER A	HERSTELLER B	HERSTELLER C	HERSTELLER D
Verbrauchsgüter	Nein	Nein	keine Auskunft	Nein ausser für autonomes System: Gaswechsel alle 3-4 Jahre: 350€ v. St. d.h. ca 139€ nach St./Jahr
Pro Zyklus dank Kälтанlage gewonnene thermische Energie	2 kWh	5 kWh	3 kWh	0,83 kWh
Wasserverbrauch des Vakuumsystems (teilweise enthärtet) pro Zyklus	5 L d.h. 0,012 €	10 L d.h. 0,025 €	10 L d.h. 0,025 €	< 5 L d.h. 0,012 €
Wasserverbrauch pro Zyklus des Vakuumsystems für Sterilisator ohne Wassersparsystem	260 L d.h. 0,585 €	300 L d.h. 0,675 €	300 L d.h. 0,675 €	235 L d.h. 0,562 €
Durchschnittl. Stromkosten pro Zyklus (Aufheizen & Vakuumsystem)	1,36 €	1,04 €	1,60 €	1,16 €

Tabelle 2 Einschätzung des Selbstkostenpreises dieser Wassersparsysteme.

	HERSTELLER A	HERSTELLER B	HERSTELLER C	HERSTELLER D
Wasser- und Stromkosten ohne Wärmetauscher	Wasser: 0,585 € Strom: 1,36 € Total: 1,94 €/Zyklus d.h. 5 830 €/Jahr	Wasser: 0,675 € Strom: 1,04 € Total: 1,715 €/Zyklus d.h. 5145 €/Jahr	Wasser: 0,675 € Strom: 1,60 € Total: 2,275 €/Zyklus d.h. 6825 €/Jahr	Wasser: 0,562 € Strom: 1,60 € Total: 2,162 €/Zyklus d.h. 6486 €/Jahr
Jährliche Wasser- und Stromkosten mit Wärmetauscher	Wasser: 0,012 € Strom: 1,36 + 0,064 € Total: 1,436 €/Zyklus d.h. 4308 €	Wasser: 0,025 € Strom: 1,04 + 0,16 € Total: 1,225 €/Zyklus d.h. 3675 €	Wasser: 0,025 € Strom: 23 x 0,08 = 1,84 € Total: 1,865 €/Zyklus d.h. 5595 €	Angeschlossen: Wasser: 0,012 € Strom: 1,36 + 2,65 = 1,39 € Total: 1,402 €/Zyklus d.h. 4206 € Autonom: Wasser: 0,012 € Strom: 1,36 + 0,07 = 1,43 € Total: 1,442 €/Zyklus d.h. 4326 €
Abschreibungskosten Wärmetauscher/Jahr	456 €	200 €	120 €	131 €
Abschreibungskosten Vergrößerung Eiswasserproduktionszentrale oder autonomer Generator	für 20 Jahre: 100 € für 12 Jahre: 166 €	für 20 Jahre: 250 € für 12 Jahre: 416 €	für 20 Jahre: 450 € für 12 Jahre: 750 €	für 20 Jahre: 54 € für 12 Jahre: 81 €
Jährliche Wartungskosten	30 €	75 €	keine Auskunft	117 €
Gesamtkosten mit Wassersparsystem pro Jahr	4867 € - 4933 €	4200 € - 4366 €	> 6165 € - > 6465 €	> 4443 € - > 4535 €

Stromverbrauch und Kosten von Wassersparsystemen

Wir gehen von einem Konsum pro Zyklus von 1 kWh (Wärmeenergie) sowie 1 Zyklus pro Stunde aus. Dies entspricht einem stündlichen Verbrauch von 1 kWh (Wärmeenergie inbegriffen).

Die Vergrößerung der Ausrüstungen für die Produktion von und Versorgung mit Eiswasser) muss folglich + 1kWh entsprechen (Wärmeleistung).

Die Kosten für eine Eiswasseranlage mit grosser Produktionskapazität, Eiswasserkreislauf und Installation inbegriffen, liegen bei rund € 1000 nach Steuern (kW (Wärmeleistung). Die Lebensdauer wird auf maximal 12 bis 20 Jahre geschätzt.

Die jährlichen Wartungskosten belaufen sich auf € 15 nach Steuern/kW.

Für die Extraktion von 1 kWh (Wärme) braucht es 1/2,5x8=3,2 c€ nach Steuern (2,5 = Leistungsgrad der Ausrüstungen für die Produktion und den Transport von Eiswasser - Leistungsgrad = 2,5 bedeutet, dass die Extraktion von 1kWh Wärme 0,4 kWh Strom verbraucht werden).

Gemäss dieser Hypothese (1 kWh/Zyklus) belaufen sich die Mehrkosten für eine Vergrößerung des Produktionssystems für die Sicherstellung der Abkühlung des Sterilisators auf € 1000 nach Steuern. Bei einer Abschreibung über 20 Jahre liegen die Mehrkosten pro Jahr bei € 50 nach Steuern und bei 12 Jahren bei € 83 pro Jahr.

Die Mehrkosten für die jährliche Wartung des Produktionssystems für die Sicherstellung der Abkühlung des Sterilisators auf € 15 nach Steuern/Jahr.

Der Stromverbrauch kostet € 3,2 c/Zyklus. Nota bene: Die Eiswasseranlage verbraucht kein Wasser.

Das Endergebnis für 10 Zyklen/Tag und 300 Tage/Jahr ergibt wie folgt (Tabelle 2).

Diskussion

Wirtschaftlichkeit

Die Tabelle Nr. 1 zeigt deutlich, dass die Wasser- und Stromkosten für das Wassersparsystem sprechen.

Diese auf den ersten Blick bedeutend günstigere Variante relativiert sich jedoch durch die Abschreibungskosten von Wärmetauscher und Eiswasserproduktionsanlage (Tabelle Nr. 2).

Die Abschreibungsdauer (hier mit der Lebensdauer gleichgesetzt) der Eiswasseranlage wurde in diesem Fall von den

Herstellern auf rund 12 Jahre geschätzt. In Wirklichkeit haben diese Installationen jedoch eine längere Lebensdauer (15 bis 20 Jahre). In die Investitionskostenberechnungen wurden die Eiswasserversorgungsnetze bereits integriert. Diese Kanalisierungen halten länger als 20 Jahre. Die genannten 20 Jahre rechtfertigen sich also aufgrund dieser zwei in der Berechnung berücksichtigten Elemente.

Doch auch nach Berücksichtigung all dieser Faktoren sind Wassersparsysteme immer noch deutlich günstiger, sogar beim Hersteller C, dessen Betriebskosten mit oder ohne Wassersparsystem viel höher ausfallen als bei den anderen.

Sterilisatorenleistung

Je kälter das Wasser desto besser das Vakuum.

Auch hier schneidet das Wassersparsystem eindeutig besser ab, weil es im Sommer wie im Winter eine konstante Vakuumqualität garantiert. Dies kann je nach geografischem Standort von Bedeutung sein, auch wenn wir damit keinesfalls die Behauptung aufstellen wollen, dass das Vakuum in Lille besser sei als in Marseille!

Umweltverträglichkeit

Sollte man lieber Strom oder Wasser verbrauchen?

Wasserversorgung reimt immer mit Stromverbrauch.

Die Wasserversorgung erfolgt normalerweise immer mit einem Druck von 3 Bar (~30 m Wassersäule) oder mehr direkt am Anschluss an das öffentliche Versorgungsnetz. Dafür muss das Wasser zuvor jedoch erst noch gepumpt werden und zwar meist aus dem Grundwasser und anschliessend über mehrere Kilometer bis zum Konsumenten transportiert werden.

Wir gehen hier davon aus, dass Wasser 30 m tief aus der Erde gepumpt wird, der Netzverlust bei 1 Bar liegt (~10 m Wassersäule, Abkürzung mWS) und der Druck beim Verbraucher 4 Bar beträgt.

Dementsprechend braucht es einen Druck von 80 mWS (8 Bar), um das Wasser zu pumpen und bis zum Anwender zu transportieren. Die dafür benötigte Wasserkraft entspricht $80 \text{ m} \times 10\,000 \text{ N/m}^3 = 8 \cdot 10^5 \text{ Joule/m}^3$.

Wir wissen, dass elektrische Pumpen über eine Leistung von rund 45% verfügen und

dass $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Joule}$ entspricht, braucht es rund $0,5 \text{ kWh/m}^3$ elektrische Energie.

Dieser Energieberechnung für die Erzeugung von 1 m^3 Wasser unter den angegebenen Umständen ist aber noch nicht vollständig, da ausserdem die Abwasserentsorgung, die für den Netzbau benötigte Energie etc. miteinberechnet werden müssten. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die für die Wasserversorgung benötigte Energie im Vergleich zu der für die Produktion verhältnismässig gering ausfällt, zumal das aus den Sterilisatoren kommende Wasser sauber ist und die Abwasseranschlüsse (Kanalisierungen) normalerweise über Gefälleleitungen verfügen. Bezüglich des Netzaufbaus kann in diesem Zusammenhang, bei dem es uns um den Vergleich zwischen Wasser- oder Stromverbrauch geht, die vereinfachende Feststellung getroffen werden, dass Strom- und Wassernetze ähnliche Umwelteinflüsse aufweisen.

Wir gehen also davon aus, dass ein Konsum von 250 Litern Trinkwasser einen Stromverbrauch von rund $0,125 \text{ kWh}$ benötigt, was in keinem Verhältnis zu der für die Abkühlung von Wasser notwendigen Energie steht.

Bei einem noch umfassenderen Vergleich hätten wir auch noch das Dampfproduktionssystem mittels Gasöfen miteinbeziehen müssen, was die Angelegenheit jedoch noch viel komplizierter macht. Hier ein paar Analysehinweise für einen solchen Ansatz: Gasöfen sowie Dampfversorgungsnetz haben eine Leistung von 90% und die kWh Gas kostet rund € 4 Cents alle Steuern inbegriffen. Die Anschaffungs- und Wartungskosten sind hingegen nicht unerheblich.

Für unsere Frage «Soll man lieber Wasser oder Strom verbrauchen?» konnten wir uns leider nicht an eine einzige Behörde oder Stelle wenden, die sich auf Wasser und Strom spezialisiert hat, da die geforderten Kompetenzen a priori keine Gemeinsamkeiten aufweisen.

Wir haben uns deshalb an Umweltschutzorganisationen gewandt:

- La France en action
- Ministère de l'écologie, du développement et de l'Aménagement Durables (Umweltministerium)
- Greenpeace
- Die Grünen
- Fondation Nicolas Hulot

- Génération écologie
- Mouvement Ecologiste Indépendant d'Antoine Wechter
- C.I. Eaux
- WWF

und ihnen folgende Frage gestellt:

«Ist es von einer rein ökologischen Warte aus gesehen besser 24 kW Strom und 120L Wasser pro Sterilisator/Tag zu verbrauchen oder aber 3600 Liter Wasser pro Sterilisator/Tag? Soll man lieber Strom oder Wasser verbrauchen?»

Es gab überhaupt nur wenige Antworten:

- Greenpeace: Bei der Frage handelt es sich nicht um eine globale Herausforderung. Uns wurden nur ein paar Website-Adressen als Informationsquelle übermittelt.
- Das Umweltministerium schickte uns zur Agentur für Umwelt und Kontrolle des Energieverbrauchs (die uns nicht antwortete). Eine Verantwortliche des Wasserausschusses erklärte uns am Telefon, dass es keine Antwort gibt, aber dass wir Wasser in diesem Zusammenhang als vollständig erneuerbare Energiequelle betrachten müssen.
- J.F. Perard, der Organisation «La France en action», übermittelte uns an andere Gremien wie den WWF.

Aus den Diskussionen mit den Personen, die geantwortet haben ergab sich:

- Strom verbraucht viel Energie nicht erneuerbarer Ressourcen. Atomstrom muss gesondert analysiert werden: Eine Organisation fragte uns nach der Stromherkunft im Raum Lyon: Atomstrom oder nicht, spielt eine Rolle bei der Entscheidungsfindung.

Je nach Land kann die Entscheidung dann anders ausfallen als beim Nachbarn.

Anteil Atomstrom pro Land:

- Frankreich: 78,5%
- Belgien: 55,6%
- Schweiz: 32,1%
- Deutschland: 31,1%
- UK: 19,9%
- Spanien: 19,6%
- Italien 0%
- Wasser ist eine erneuerbare Energiequelle
Das in den Sterilisatoren genutzte Wasser wird nicht verbraucht sondern kehrt in den Wasserkreislauf zurück.

Nur als zusätzliche Informationen zu den Daten der «Umweltorganisationen»: Für den Verbrauch von 1kWh Strom brauchte es 0,2 bis 0,3 kWh für den Transport bis zum Verbraucher (Netzverluste) und rund 3,6 kWh für die Herstellung (Antriebsmaschine), d.h. insgesamt rund 4 kWh fossile oder Atomenergie bzw. Biomasse. Bei Wind- oder Wasserkraft sind die Produktionsleistungen deutlich besser.

Atomstrom produziert zwar wenig Treibhausgase dafür aber radioaktive Abfälle. Auf rein ökologischer Grundlage handelt es sich wirklich um eine Gretchenfrage.

Alternative: Vakuumpumpe ohne Wasserverbrauch

Im November 2007 präsentierte das Unternehmen CISA (in Frankreich durch das Unternehmen Aldor-Dechosal vertreten) einen Sterilisator auf dem Markt, dessen Vakuumpumpe ganz ohne Wasser funktioniert: AQUAZERO.

Anbei die Beschreibung des Herstellers: *Das Vakuumsystem funktioniert mit einer Flügelpumpe mit Öl, wie sie CISA bereits für Niedrigtemperatur-Plasmasterilisatoren verwendet. Mit dieser Art Pumpe kann ein Vakuum von rund 1 mbar erzielt werden. Bei Wasserdampfsterilisatoren ist es jedoch unvorstellbar, dass die Luft, das Luft-Dampf-Gemisch oder der Dampf mit dem Öl der Pumpe in Kontakt kommt.*

CISA hat dafür eigens ein neues System entwickelt, wie ein Ballast, der jeglichen Kontakt zwischen den oben angeführten Elementen vermeidet: Das spezielle Hochdrucköl für die Pumpe erhitzt sich während des Zyklus auf rund 134°C, die freigegebene Energie wärmt die in einem Ballast enthaltene komprimierte Luft. Das Element (Luft, Gemisch Luft/Dampf oder Dampf) wird von der Pumpe durch den Ballast in die Kammer gesogen. Der Ballast dient dabei in erster Linie zur Verdampfung der Wassertröpfchen, die sich noch im abgesogenen Element befinden könnten und stellt somit sicher, dass es nie zu einem Kontakt mit dem Öl kommt.

Das aus der Kammer gesogene Elemente wird beim Passieren des Ballasts auf rund 130°C aufgewärmt und anschliessend in einen Wärmetauscher geleitet. Die über die Ventile aus der doppelten Kammerwand, dem Dampfabscheider und der Kammer extrahierten Kondensate werden in einem zweiten Wärmetauscher recycelt.

Beide Wärmetauscher sind in einem dichten und mit für den Dampfgenerator bestimmten Osmosewasser gefüllten Reservoir montiert. Der Wärmetauscher erwärmt das Osmosewasser bevor es in den Dampferzeuger geleitet wird auf 60°C. Auf diese Weise werden Leistungseinbussen des Erzeugers beim Füllen vermieden und Energie gespart (60°C statt 20°-25°C aus dem klassischen Hausnetz).

Die Leistung des Vakuumsystems verkürzt die Vor- und Nachbereitungszeit eines Sterilisationszyklus. Daraus ergeben sich folgende Ergebnisse (für einen Sterilisator mit 8 Waschkörben, Dampferzeuger 45 Kw):

Tabelle 3 Vergleich herkömmlicher Sterilisator CISA und Sterilisator AQUAZERO.

	Herkömmlicher Sterilisator	Sterilisator Aquazero
Zyklusdauer	70 min	50 min
Stromverbrauch	14,5 kW	8,2 kW
Verbrauch enthärtetes Wasser	225 L	0 L
Energieverlust	2500 W	1980 W

Neben den ökologischen und ökonomischen Vorteilen bietet AQUAZERO auch Vorteile im Bereich der Wartung, da zahlreiche Bestandteile des Wasserkreislaufs nicht mehr benötigt werden wie Kondensator, Luftventile, Klappen, Pumpe etc.

Eine auf der gleichen Grundlage wie zuvor durchgeführte Kosteneinschätzung zeigt, dass mit dem neuen System jährlich bedeutende Einsparungen erzielt werden können:

Tabelle 4 Vergleich herkömmlicher Sterilisator CISA und Sterilisator AQUAZERO.

	Herkömmlicher Sterilisator	Sterilisator mit Wassersparsystem	Sterilisator Aquazero
Stromkosten/Zyklus			0,656 €
Wasserkosten/Zyklus			0,58 €
Jähr. Gesamtkosten	6486 €	> 4443 € - > 4535 €	3708 €

Ohne Erfahrungswerte und genügend Abstand ist es schwer, die Zuverlässigkeit eines solchen Systems bewerten zu wollen. Die Einsparungen sprechen hingegen Bände.

Fazit

«Wasser oder Strom?» ist vielleicht gar nicht die richtige Frage. Vielleicht muss man noch viel pragmatischer an das Problem herangehen.

Aus ökologischer Sicht stellen sich für den Anwender und übrigens auch den Hersteller von Autoklaven noch zwei weitere Fragen:

- Arbeiten Sie in einem Land oder einer Region mit einem Risiko bezüglich Wassermangel oder -einschränkungen?
- Haben oder könnten Sie ein Problem mit der Stromversorgung haben?

Beim Bau der ZSVA der Hospices Civils de Lyon wurden beide Fragen mit Nein beantwortet. Rein wirtschaftlich gesehen spricht alles eindeutig für die Wassersparsysteme. Da mit diesen Systemen aber noch keine Erfahrungswerte gesammelt werden konnten, die Daten nicht vollumfänglich zur Verfügung standen und angesichts der Tragweite einer solchen Entscheidung wagten sich die Hôpitaux de Lyon nicht sofort an ein solches Abenteuer heran, verfolgen die Entwicklung solcher Systeme aber weiterhin mit grösstem Interesse.

Aber wer weiss, vielleicht gehört die Zukunft ausschliesslich den «wasserlosen» Pumpen? ■