



Die Anwendungen für Hochdruckgeräte sind in der Industrie zahlreich. Je effizienter die Technik ist, desto mehr Einsparungen lassen sich erzielen.

Quelle: WOMA

## Vollständige Automatisierung setzt Meilenstein in der Wasserstrahltechnik

■ Stephan Venhoeven

Automatische Getriebe sind in der Industrie bereits seit Jahren im Einsatz. Mit einer neuartigen Steuerung können sie aber erst jetzt ihren Nutzen voll entfalten. In der Wasserstrahltechnik bringt das vor allem Anwendern mit häufig wechselnden Reinigungsaufgaben enorme Effizienzvorteile. Der Wasserverbrauch wird reduziert, die Sicherheit des Bedienpersonals nimmt zu. Die optimal abgestimmten Arbeitsparameter erhöhen die Wirtschaftlichkeit des Geräts, verkürzen Revisionszeiten und verlängern die Produktivzeiten. Der Anwender wird zum Operator eines smarten Kontrollzentrums.



Hochdruckgeräte sind aus der industriellen Reinigung nicht wegzudenken. Sie sind ein elementares Werkzeug in der Reinigung von Wärmetauschern, Rohrleitungen, Tanks und allen Arten von Flächen. Ob im Energiesektor oder auch der Chemieindustrie, die Anwendungen sind zahlreich. Die Reinigungsleistung beruht dabei allein auf der Kraft des Wassers. Die Effizienz der Reinigungsaufgabe ergibt sich aus der Kombination aus Wasserwerkzeug, Wasserdruck und Volumenstrom. Diese Faktoren werden über die innovative Steuerungstechnik mit dem Hochdruckgerät gekoppelt. So lassen sich die Reinigungsaufgaben zukünftig noch effizienter, schneller und sicherer durchführen und die benötigte Wassermenge kann passend und ressourcenschonend dosiert werden.

#### Mehr Effizienz senkt Kosten

Die Einsparungen sind signifikant. Bei einem kontinuierlichen Einsatz eines Geräts mit Zwischengetriebe werden pro Stunde durchschnittlich bis zu 40 Liter Dieselmotorkraftstoff weniger verbraucht. In der Spitze können durch das Getriebe bis zu 35 % der gesamten Betriebskosten im Vergleich zu einem Gerät ohne Zwischengetriebe eingespart werden. Über unterschiedliche Getriebegehänge wird die Motordrehzahl immer genau auf den optimalen Leistungspunkt der Anwendung abgesenkt. Dies hat zur Folge, dass zu jedem Zeitpunkt die erforderliche Wassermenge zur Verfügung steht und auch im Kleinverbraucherbetrieb kein überflüssiges Volumen als Bypasswasser abgeführt werden muss. Verschleiß und Energiekosten werden minimiert und die vom Motor gelieferte Energie kann nun zu nahezu 100 % in hydraulische Leistung umgesetzt werden. Auch im Vergleich zu Alternativmethoden ist das Wasserstrahlen eine kostengünstige und umweltfreundliche Reinigungsmethode. Beispielsweise können im Vergleich zu Sand- oder Feuchtstrahlen bis zu 60 % der Kosten eingespart werden.

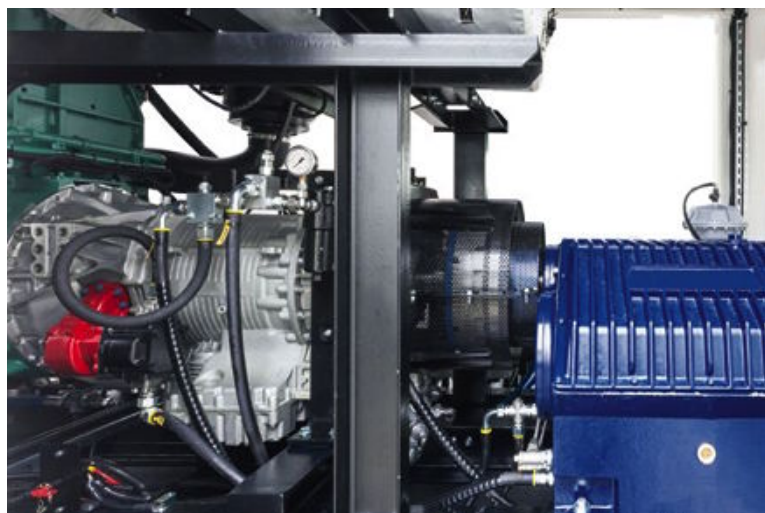
#### Das Automatikgetriebe – schonend, sicher und flexibel

Das Automatikgetriebe in Hochdruckgeräten stellt einen Meilenstein in der Wasserstrahltechnik dar. Durch das zwischen Hochdruckpumpe und Motor integrierte Aggregat kann die Drehzahl der Pumpe in einem Leistungsbereich von 50 bis 500 kW geregelt werden. Die zum Werkzeug passende Wassermenge wird dadurch exakt dosiert. Fünf Getriebegehänge

ermöglichen eine feine Abstimmung passend zu diversen Anwendungen. Das mehrstufige Getriebe ist zudem mit einer Overdrive-Funktion ausgestattet, einem besonders energiesparenden Gang, in dem der Motor im effizienten Verbrauchsbereich bei gleichzeitig hohem Output liegt. Das bietet die volle Leistung des Geräts bei einem vergleichbar niedrigen Kraftstoffverbrauch. Gleichzeitig lässt sich neben der Schadstoff- auch die Schallemission erheblich reduzieren.

**Durch die aus einer Drehzahlabstimmung resultierende Kraftstoffeinsparung verringert sich auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Gleichzeitig lässt sich neben der Schadstoff- auch die Schallemission erheblich reduzieren.**

Das robuste und zuverlässige Getriebe selbst wurde aus jahrzehntelanger Erfahrung für raue Arbeitsbedingungen und lange Standzeiten entwickelt. Dabei ist der Einsatz in unterschiedlichen Anwendungen mit ständigen Lastwechseln und Schaltungen sowie dauerhaftem Betrieb an der Tagesordnung. Die sechs Gänge sorgen für die feine Abstimmung, einen verbrauchsgünstigen Drehzahlbereich und für den optimalen Wasserfluss. Vergleichbare Getriebe mit weniger Gängen weisen ein hartes Schaltverhalten und eine gröbere Abstimmung auf, die zu hohem Verschleiß in den Gerätekomponenten führen.



Quelle: WOMA

Abb. 1: Das Automatikgetriebe wird zwischen Motor und Pumpe verbaut.



Quelle: WOMA

Abb. 2: Gesamtaufbau mit Zwischengetriebe

Die breite Getriebespreizung von 11,92 sorgt für einen schonenden Übergang zwischen den einzelnen Gängen. Ein solch großes Verhältnis zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Gang ist ein Qualitätsmerkmal des Getriebes. Das gilt neben handgeschalteten auch für automatisierte und ebenso für stufenlose Getriebe. Der Drehmomentwandler zum sanften Anfahren unterstützt bei Gangwechseln und trägt zum Ausgleich größerer Spreizungsstufen bei. Dabei wird das Material im Vergleich zu direktem Anfahren auf Motordrehzahl stark

**Auch im Bereich der Pumpentechnik wirken sich die niedrigeren Arbeitsdrehzahlen, die aus den Getriebeübersetzungen resultieren, schonend auf alle Komponenten aus.**

geschont. Drei Planetensätze mit Lamellenkupplungen sorgen dafür, dass Lastschaltungen ohne Kraftflussunterbrechung und ohne Reduktion der Motordrehzahl oder des Drehmoments durchgeführt werden können. Die adaptiven Schaltvorgänge wählen situationsabhängig die Schaltparameter und schonen dadurch die Antriebskomponenten. Der integrierte Drehmomentwandler unterstützt als dämpfendes Glied zwischen Antrieb und Hochdruckpumpe den sanften Anlauf und dient zur Verstärkung des Motormoments für schnellere Anfahrprozesse.

Der Wandler verfügt über eine Überbrückungskupplung für effizientes Arbeiten mit direktem Durchtrieb von Motor zum Getriebe. Die Kupplungen arbeiten parallel, d. h., Kupplung 2 schließt im gleichen Maße, wie Kupplung 1 öffnet. Das hat zur Folge, dass die Schaltung ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt. Durch das Wegfallen der Anfahrkupplung treten Kupplungsschäden und -wechsel, die bei manuellen und auch automatisierten Getrieben vorkommen, nicht auf. Der sanfte nahtlose Volllastschaltvorgang schützt den gesamten Antriebsstrang und erleichtert den Arbeitsablauf auch bei wechselnden Anwendungen. Der Motor muss nicht abgeschaltet werden und das Bedienen schwergängiger Hebel erübrigt sich.

Mit der Continuous Power Technology wird das Getriebe selbst im Falle eines Schadens innerhalb von Millisekunden in Neutral geschaltet und verhindert somit potenziell teure Folgeschäden an der Hochdruckmaschine. Lediglich die routinemäßigen Öl- und Filterwechsel müssen als Wartungsarbeiten an den Getriebekomponenten durchgeführt werden. Sie sorgen dafür, dass das Getriebe und die Kupplungen praktisch nicht verschleifen. Dabei werden mit synthetischen Spezialölen Wartungszyklen von 4 Jahren oder auch bis zu 6.000 Betriebsstunden erreicht, ohne nennenswerten Verschleiß an Getriebe oder Kupplung zu verzeichnen.

#### **Die Hochdruckplungerpumpe – weiterentwickelt für neueste Anforderungen**

Auch im Bereich der Pumpentechnik wirken sich die niedrigeren Arbeitsdrehzahlen, die aus den Getriebeübersetzungen resultieren, schonend auf alle Komponenten aus. Sie sorgen nicht allein für eine höhere Lebensdauer der Hochdruckpumpe, sondern reduzieren ebenfalls die Geräuschemission des gesamten Systems erheblich. Bei Pumpen ab einem Betriebsdruck von 1.000 bar werden in der Wasserstrahltechnik Hartmetallplunger eingesetzt. Diese sind besonders standfest und gewährleisten daher eine lange Lebensdauer und damit verbunden geringe Wartungskosten. Die optimierte Führung des Plungers sorgt zudem für eine ebenfalls hohe Standzeit des Dichtungssystems. Mit der Zentralventilbauweise im Wasserteil wird ein hoher volumetrischer Wirkungsgrad erzielt. Leckage sowie das Eindringen von Luft werden durch das eingesetzte Sperrwassersystem verhindert, wodurch wiederum die Hochdruckdichtungen besonders beständig sind.



In Verbindung mit einem vollautomatischen Zwischengetriebe werden bevorzugt Pumpen mit 400 bis 700 PS eingesetzt. Diese Leistungsklasse erreicht bei einem Wasserdruck von bis zu 1.500 bar einen maximalen Nennförderstrom von bis zu 744 Litern pro Minute. Einige Pumpen dieser Leistungsklasse, die in explosionsgefährdeten Gasatmosphären eingesetzt werden, sind auch mit ATEX-Zertifizierung für den Sicherheitsgrad 2 (Zone 2) erhältlich.

#### Die Steuerung – ein Schritt zur automatisierten Reinigung

Die Forderung nach einem hohen Grad an Automatisierung und der Wunsch einer einfachen Darstellung der komplexen Abläufe führen auch die Wasserstrahltechnik auf neue Wege. Elektrische Steuerungen haben sich zur Steigerung der Effizienz in vielen Teilen der Welt bereits vor einiger Zeit durchgesetzt. Die Kombination aus technologischer Effizienz und steuerungstechnischem Know-how führt dazu, dass die effizienten Plungerpumpen nahezu vollautomatisiert arbeiten. Die vollauto-



Quelle: WOMA

**Abb. 3:** Die Hochdruckplungerpumpe hat mit ihren 700 PS einen maximalen Betriebsdruck von 1.500 bar.

matisierte Getriebeansteuerung und die innovativen Funktionen der modernen Steuerungstechnik stellen einen weiteren Sprung der Wasserstrahltechnik in Richtung automatisierter Reinigung dar.



Die Steuerung kombiniert die Funktionen von Motor-, Pumpen-, Ventil- und Sensorsteuerung und ermöglicht es, den Betriebszustand und alle Betriebsparameter zu jedem Zeitpunkt übersichtlich unter Kontrolle zu halten. Mit einem 7"-HMI-Farbdisplay wird eine hohe Auflösung und die Ausgabe aller Maschinendaten über eine intuitive Menüführung garantiert. Die Symbole und kurzen Klartexte, über die sich alle Betriebsparameter wie Betriebsdruck, Temperatur oder die Gangvorwahl im Zwischengetriebe übersichtlich auf einer Seite darstellen lassen, erleichtern dem Anwender die intuitive Orientierung und Umsetzung der Reinigungsaufgabe. Zahlreiche Schnittstellen, unter anderem CAN-Bus, Ethernet, RS-232 und USB 2.0, und die leicht und auch mit Arbeitshandschuhen bedienbaren, integrierten Tasten und Drehbedienelemente am Display machen das Handling der Maschine sehr einfach. Das Aufspielen von Updates erfolgt zukünftig ohne komplexen Programmieraufwand über eine USB-Schnittstelle. Ebenso einfach können Fehlermeldungen auf einen USB-Stick ausgelesen, analysiert und ggf. Fehlbedienungen ermittelt werden. Die Steuerung mit ihrer Vielzahl von Anbindungsoptionen ist eine Antwort auf die Nachfrage der Anwender nach flexiblen Schnittstellen auch in der Höchstdrucktechnik. Die zeitsparende Bedienung sowie die einfache Erweiterbarkeit um weitere Funktionen oder die Integration von Anwendungslösungen standen ebenfalls im Fokus der Entwicklung.

Das automatisierte Steuerungssystem, das den Volumenstrom regelt, erleichtert dem Anwender die Auslegung des Wasserwerkzeugs passend zur Geräteeinstellung. Die Düsenbestückung und der vorgewählte Betriebsdruck dienen hierbei als Indikatoren. Die Abstimmung von automatisierten Wasserwerkzeugen auf die Hochdruckmaschine ermöglicht eine enorme Zeitersparnis. Sind bei nicht optimalen Betriebsparametern mehrere Reinigungsdurchgänge nötig oder muss sogar manuell nachgearbeitet werden, ist auf die Wahl eines richtig ausgelegten Wasserwerkzeugs zu achten. Apps für Smartphone und Tablet helfen zudem bei der richtigen Vorauslegung von Wasserwerkzeugen und unterstützen den Anwender bei der Wahl seiner Hilfsmittel. Das Feintuning und die daraus entstehende finale Abstimmung zwischen Werkzeug und Maschine übernimmt die Steuerung.

#### Mehr Sicherheit durch RFID-Technik

Komplexe Maschinen sollten speziell im Bereich der Wasserstrahltechnik nur von geschultem Personal bedient werden. Dadurch wird sichergestellt, dass sowohl der Mensch als auch die Maschine und ihre Komponenten geschützt werden. Mit dem neuen Steuerungssystem wird über RFID-Technik sichergestellt, dass jedem Bediener als Operator, Supervisor oder Servicetechniker die seiner Erfahrung entsprechende Rolle zugewiesen wird. Über ein in der Steuerung verbautes Lesegerät wird den Anwendern über einen Transponder eine Berechtigungsstufe bzw. ein Anwendungsprofil zugewiesen. Während der Operator über unterschiedliche Berechtigungen speziell im Bereich der Anwendung, wie beispielsweise Starten der Maschine, Wechseln der Betriebsart, Vorwahl von Solldruck und Solldrehzahl sowie Starten des Hochdruckbetriebs, verfügt, erhalten Supervisor und Servicetechniker weiterführende Berechtigungen.

Der Supervisor ist zusätzlich berechtigt, den Druckbereich vorzugeben, die Betriebsparameter wie die Wasserhärte und die Leerlaufdrehzahl einzustellen oder den Ereignisspeicher auszulesen bzw. neue Updates aufzuspielen. Der Servicetechniker kann zudem den Servicebetrieb aktivieren und darüber Wartungsintervalle der einzelnen Komponenten festlegen oder zurücksetzen oder auch minimale und maximale Einstellungen für Lastdrehzahl, Regeldruck oder Betriebsdruck der Maschine



Quelle: WOMA

Abb. 4: Das Steuerungsdisplay zeigt übersichtlich den Maschinenzustand und alle Betriebsparameter.

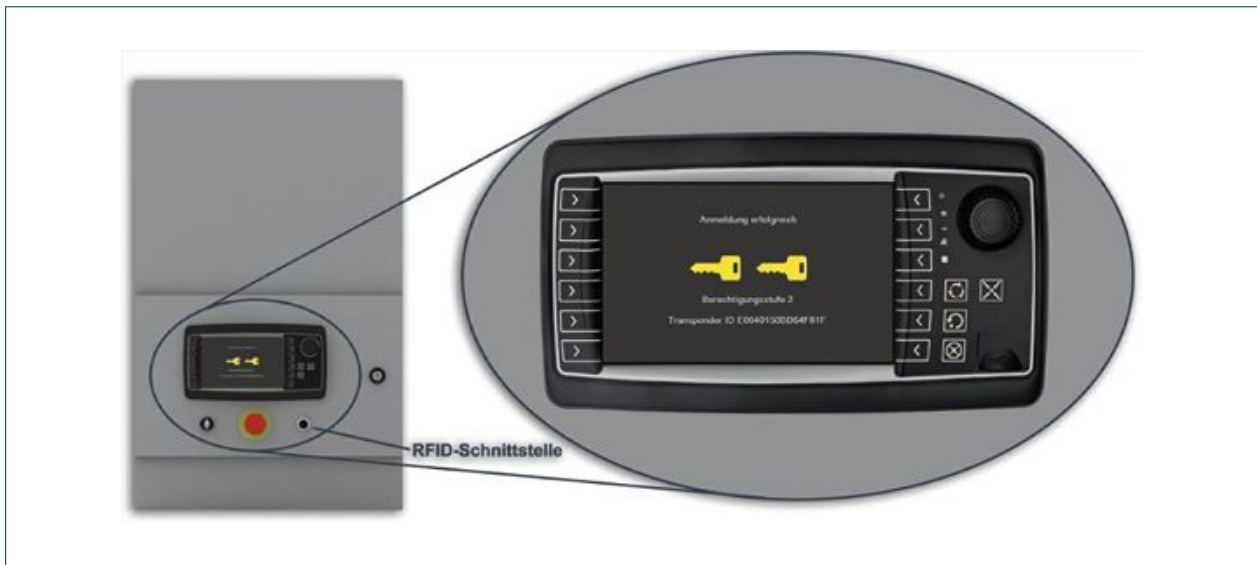


Abb. 5: Nach RFID-Authentifizierung wird die Gerätefreigabe im Display angezeigt.

definieren. Mit der RFID-Berechtigungsvergabe wird vermieden, dass die Maschine fahrlässig oder mutwillig falsch bedient oder sogar im schlimmsten Fall manipuliert wird. Die Profilvergabe ermöglicht die eindeutige, schnelle und einfache Nachverfolgbarkeit von Ereignissen und schützt außerdem gegen unbefugte Nutzung oder unerlaubte Eingriffe in den Arbeitsablauf.

#### Verringertes Verletzungsrisiko

Zudem unterstützt die Steuerung des Hochdruckgeräts dabei, gesundheitlichen Schäden durch Fehlhandhabungen vorzubeugen, und senkt auch das Verletzungsrisiko entscheidend. Durch die automatische Vorwahl des Volumensstroms passend zu Düsendurchmesser und Betriebsdruck wird bei der Arbeit mit handgehaltenen Spritzeinrichtungen auf die vor-



geschriebenen maximalen Rückstoßkräfte hingewiesen. Anwender sind zwar dazu verpflichtet, sich an diese Vorschriften zu halten. Die Realität sieht jedoch oft anders aus. Viele Anwender berechnen die Rückstoßkräfte nicht richtig, sondern arbeiten nah an den Grenzen oder überschreiten sie sogar, um bessere Reinigungsergebnisse zu erzielen oder die Reinigungsaufgabe in kürzerer Zeit abzuschließen. Die erhöhte körperliche Belastung führt langfristig aber zu Krankheit und Ausfällen. Über die Transparenz der Steuerung und gezielte Profilvergaben mit automatischer Volumenstromregelung sowie mit Hilfsmitteln wie Düsenvorwahl via Steuerung oder App kann dem gezielt vorgebeugt werden.

### Durch das Condition Monitoring wird erstmals das komplette Management ganzer Flotten im In- und Ausland möglich.

#### Immer auf dem Laufenden dank Condition Monitoring

Ein neu eingebrachtes Telematik-Modul informiert jederzeit über den aktuellen Betriebszustand des Hochdruckgeräts. Über ein GPS-Signal kann zu jeder Zeit und von jedem Ort aus der aktuelle Betriebszustand der Maschine

abgerufen werden. Darüber hinaus bietet ein Onlineportal die Möglichkeit, den aktuellen Standort aller persönlichen Anlagen einzusehen oder Wartungsintervalle zu beobachten und vorausschauend zu planen. Neben Zustandsinformationen und Fehlermeldungen besteht die Möglichkeit zur Information und Warnung des Supervisors bei Fehlbedienung der Maschine durch den Operator.

Der Vorteil dieses Condition Monitoring wird besonders deutlich, wenn viele Geräte an unterschiedlichen Orten im In- oder Ausland im Einsatz sind. Die proaktive Überwachung und das Management ganzer Flotten werden erheblich vereinfacht. Die Effektivitätsüberwachung ermöglicht Auswertungen über den Kraftstoffverbrauch, die Motorauslastung oder die Verfügbarkeit über definierte Zeiträume. Alle Daten werden transparent zu jeder Zeit online dargestellt oder können über einen Servicetechniker aus der Steuerung ausgelesen werden. Über die optionale Weitergabe von Störungen können gezielt Maßnahmen zur Wartungsvorbereitung eingeleitet werden. Dadurch verkürzen sich Stillstandszeiten auf ein Minimum. Das Flottenmanagement hilft nicht allein bei der Kapazitäts- bzw. Investitionsplanung, sondern ermöglicht eine optimale Auslastung von Einzelmaschinen und ganzen Flotten.

#### Großer Schritt nach vorn

Mit Telematik, RFID-Benutzerprofilen und der Vollautomatisierung der Maschinensteuerung sind Hochdruckgeräte mit Automatikgetrieben zukunftsweisend für die Reinigungsaufgaben der Industrie mit Wasserstrahltechnik. Neben signifikanten Einsparpotenzialen in den Bereichen Kraftstoff und Emissionen und einem Höchstmaß an Bediener-sicherheit profitieren die Anwender von einer wesentlich höheren Variabilität und Flexibilität, um die stetig wechselnden Aufgaben der Industriereinigung besser und schneller zu erfüllen als bisher. Sicherheit und Effizienz, die überzeugen.

Autor:  
Stephan Venhoeven  
Produktmanager  
WOMA GmbH, Duisburg



Quelle: WOMA

Abb. 6: Die Cloud analysiert Betriebszustände und ermöglicht damit die bessere Planung von Wartungszyklen.