

Vergleichbarkeit von Wasserstrahlschneidsystemen

Antriebskonzepte, hydraulische Leistung und Oberflächenqualität

Oft versuchen die Menschen, die sich mit der Anschaffung einer Wasserstrahlschneidmaschine befassen, die Angebote der unterschiedlichen Hersteller anhand der Prospektaten zu vergleichen. Dieser Ansatz führt selten zum Erfolg denn letztlich ausschlaggebend ist nur die Qualität und die Schneidzeit des Bauteils.

Pumpentechnologie

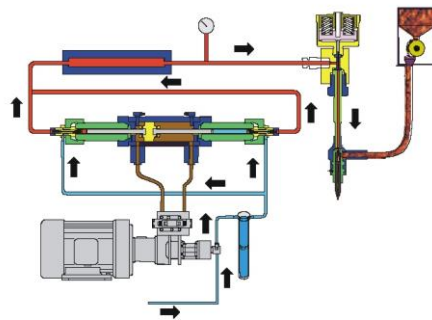
Auf dem Markt findet man zwei verschiedene Konzepte: Die Direktpumpe und die Druckübersetzerpumpe. Bei der Druckübersetzerpumpe wird mittels einer Hydraulik Vorpumpe ein Öldruck von etwa 200 bar erzeugt, der dann in einem doppelt wirkenden Zylinder den Druck im Verhältnis 20:1 – 30:1 auf Wasserdrücke von ca. 4.000 bis ca. 6.000 bar übersetzt.

Vom Prinzip kann man sich das vorstellen wie eine große Fahrradluftpumpe, mit der man seinen Reifen aufpumpt. Auch hier wird ein Volumen komprimiert und ein hoher Druck erzeugt. Druckübersetzerpumpen arbeiten üblicherweise mit etwa 60 – 100 Hübten pro Minute. Dementsprechend wird ein Drucksignal erzeugt, dass mit einer Frequenz von 60-100/min pulsiert.

Um dieses Signal zu glätten, muss ein nachgeschalteter Druckspeicher verwendet werden der gemäß Herstellerangabe und/oder gesetzlichen Vorgaben, regelmäßig geprüft und wieder für den Betrieb zugelassen bzw. ausgetauscht werden muss.

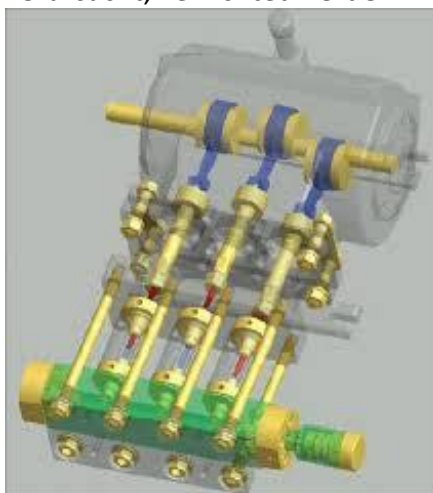
Auf der Ölseite muss zusätzlich das Hydrauliköl gekühlt werden.

Um genug thermische Reserven zu haben, werden hier für eine Mittelklassepumpe mit 37 kW Antriebsleistung, ca. 100 Liter Hydrauliköl verwendet die mit einem externen Kühler gekühlt werden müssen. Die Energieaufnahme dieses Kühlers beträgt zusätzlich 1-2 kW.



Prinzipskizze Druckübersetzer Copyright KMT

Demgegenüber steht die Direktpumpe. Hier werden mittels eines Dreizylinderkurbeltriebs drei Keramikkolben mit einer Kurbelwellendrehzahl von 600 bis 800/min bewegt. Durch die überlagerten Drucksignale der drei Kolben wird hier eine Schwingung mit einer Frequenz von 1800 bis 2400/min erzeugt. Diese muss nicht mehr geglättet werden und so kann auf einen separaten Druckspeicher, der Folgekosten verursacht, verzichtet werden.



Direktpumpen verwenden das Schneidwasser zur eigenen Kühlung. Bei einfachen Konstruktionen wird das Kühlwasser nur mit dem Leitungsdruck durch die Pumpe bewegt und es wird auf den Vorlagebehälter verzichtet. Bei Eilgangfahrten mit geschlossenem Schneidkopf, wird das Wasser dabei über einen Bypass in den Abfluss geleitet. In dem Beispiel links wird das Frischwasser durch die Kühlelemente gepumpt, in einem Vorlagebehälter aufgenommen und anschließend zum Schneiden genutzt.

Prinzipskizze Direktpumpe copyright OMAX

Der wichtigste Punkt ist jedoch der Wirkungsgrad.

Während die Druckübersetzer Wirkungsgrade von 62-67% (Herstellerangaben) erreichen, liegen Direktpumpen bei 89-92% (Herstellerangaben)

Deutlich erkennbar wird das, wenn man sich die Leistungsangaben dieser Pumpen anschaut.

Beispiele:

Druckübersetzer 37 kW Antrieb, 3,7 l/min bei 4200 bar

Druckübersetzer 37 kW Antrieb, 2,5 l/min bei 6000 bar

Direktpumpe 37 kW Antrieb, 4,5 l/min bei 4200 bar

Direktpumpe 30 kW Antrieb, 3,5 l/min bei 4200 bar

Die tatsächlich an der Schneiddüse erzeugte Leistung liegt somit rechnerisch bei:

Druckübersetzer 37 kW Antrieb / 4200 bar – Düsenleistung 26,2 kW

Druckübersetzer 37 kW Antrieb / 6000 bar – Düsenleistung 23,0 kW

Direktpumpe 37 kW Antrieb / 4200 bar – Düsenleistung 34,3 kW

Direktpumpe 30 kW Antrieb / 4200 bar – Düsenleistung 26,3 kW

Wenn wir also die Konzepte vergleichen, so benötigt die Direktpumpe aus dem Beispiel oben für die *gleiche Schneidleistung* ca. 18,9% weniger Energie, die Direktpumpe mit *gleicher Antriebsleistung* erzeugt ca. 30,9% mehr Düsenleistung als eine Druckübersetzerpumpe.

Die Düsenleistung der 6000 bar Druckübersetzerpumpe fällt hier nochmals ab. Das zeigt deutlich, dass mit steigendem Druck der Wirkungsgrad schlechter wird. Aus diesem Grund nehmen auch die meisten erfahrenen Anwender den Dauerarbeitsdruck um 200-400 bar zurück um ein optimales Verhältnis von Schneidleistung zu Standzeit zu erzielen.

In diesen Beispielen ist die zusätzlich erforderliche Kühlung der Druckübersetzerpumpen noch nicht berücksichtigt!

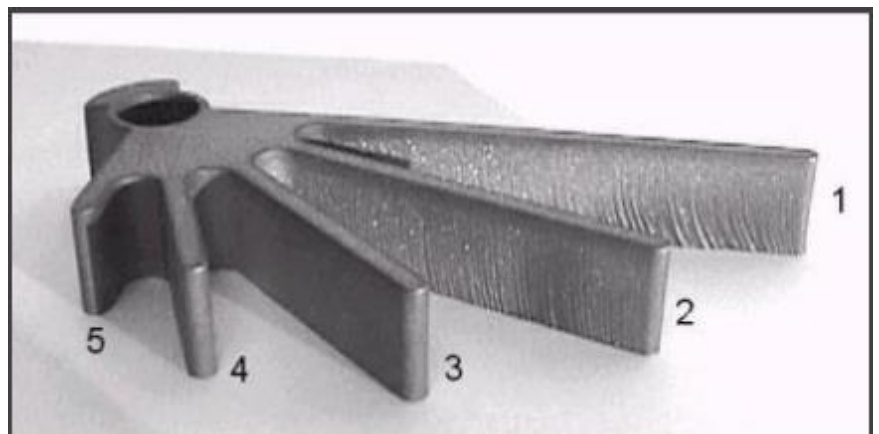
Kommen wir nun zum zweiten wichtigen Kriterium für die Vergleichbarkeit - der Oberfläche:

Auf dem Markt befinden sich zwei grundverschiedene Herangehensweisen für die Aussage über Schneidqualitäten.

Einige wenige Hersteller beziehen sich bei der Angabe der Qualitäten bereits auf die VDI / NCG Richtlinien aus 2014 und stellen damit eine Vergleichbarkeit sicher.

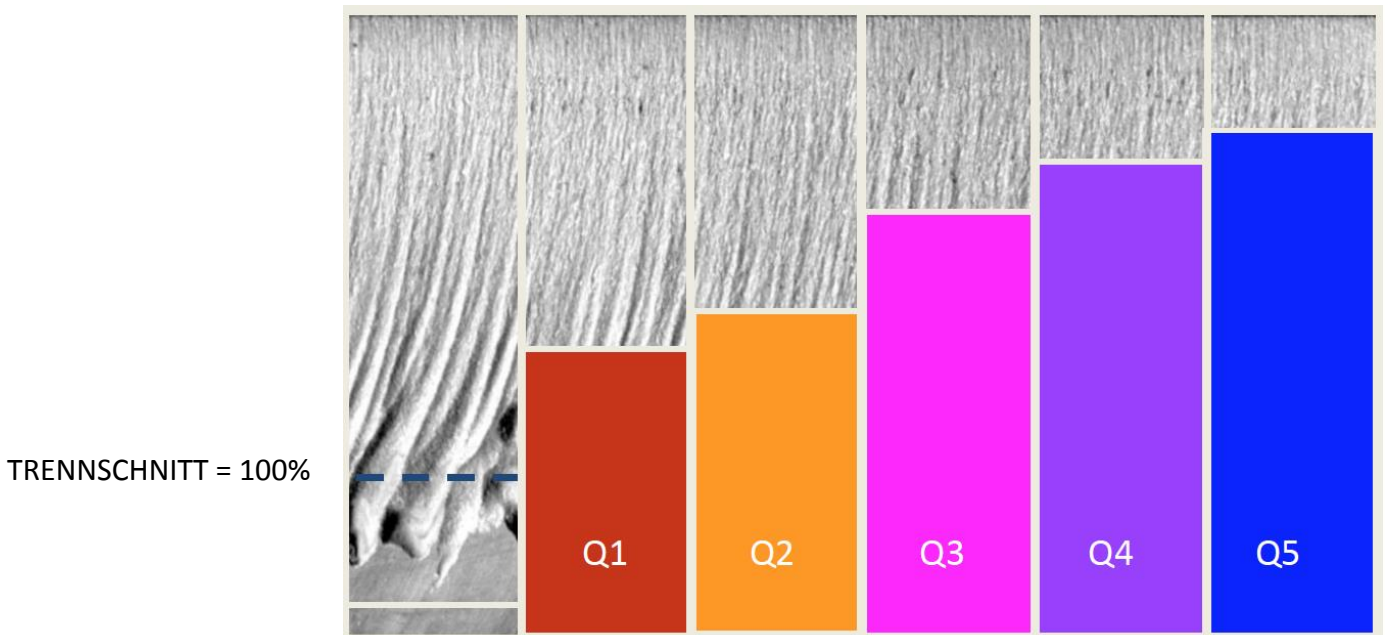
Die Qualitätsstufen heißen Q1 bis Q5 wobei Q1 ein „rauhes Schnitt“ und Q5 ein „Qualitätsschnitt“ ist.

Bei dieser Einteilung geht man davon aus, dass selbst der rauhe Schnitt nach Q1 noch eine Qualität zeigt, die marktfähig ist.



Ganz anders sieht es bei den Herstellern aus, die ihre Qualitätsstufen als Geschwindigkeitsstufen definieren. Hier wird von 20%, 40%, 60%, 80%, 100% gesprochen. Die Prozentangaben beziehen sich dabei

auf die maximale Trenngeschwindigkeit, bei der das Material gerade eben noch getrennt wird. Ein solcher 100% Schnitt ist natürlich weder verkäuflich, noch prozesssicher.



Der 100% Trennschnitt ist in der VDI / NCG Richtlinie nicht erfasst, da nicht relevant.

Will der Kunde nun „eine mittlere Qualität“ vergleichen, so entsteht oft der Irrtum, ein „60% Schnitt“ würde einer „Qualität Q3“ entsprechen. Dem ist aber nicht so.

Die Qualitätsstufen nach VDI / NCG entsprechen etwa:

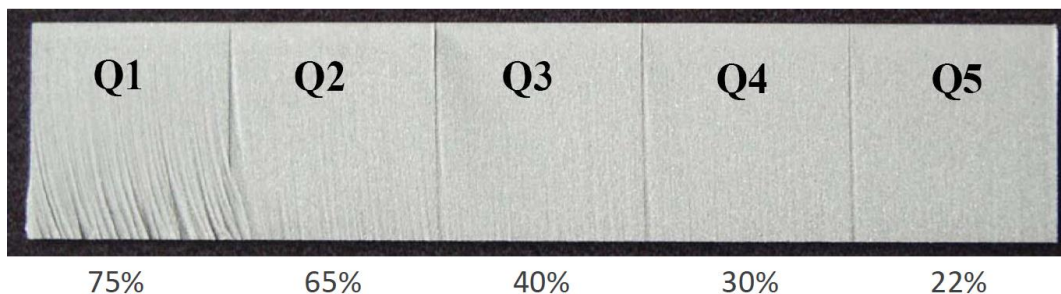
Q1 – 75% der maximalen Trenngeschwindigkeit

Q2 – 65 %

Q3 – 40%

Q4 – 30%

Q5 – 22%



Anhand dieser Beispiele kann man sehr gut ablesen, dass sich Bauteile mit einer 30 kW Direktpumpe in „Q2“ etwa 8,5% schneller schneiden lassen als mit einer 37 kW Druckübersetzerpumpe in „60%“ – bei gleicher Oberflächenqualität.

Sie merken also, man sollte nicht Äpfel mit Birnen vergleichen und für jede Entscheidung zu Gunsten einer Wasserstrahlschneidmaschine sollten Sie vorher die in Frage kommenden Hersteller einem Benchmark Test unterziehen.