# **Abrasion an Turbine durch volles Rohr/Regen: Unterschiede und Auswirkungen herausfinden**

## Ergebnis

Bei der Abnutzung der Turbine spielt nebst der Fallhöhe und der Fallgeschwindigkeit vor allem das Material der Turbine eine Rolle. Für unser Projekt kommen nur Kunststoff(Duroplast) und Metall(Chromstahl) in Frage.

Durch das fliessende Wasser findet eine Beanspruchung am Grundkörper statt, d.h. es stellt sich ein Materialverschleiss ein. Aufgrund der beteiligten Stoffe (Festkörper, Flüssigkeit) und der Beanspruchungen werden verschiedene Verschleissvorgänge unterschieden. Strömt Wasser ohne Feststoffe an einem Festkörper vorbei, wird von einer Flüssigkeitserosion gesprochen. Bei der Abrasion wird der Grundkörper durch das fliessende Wasser und zusätzlich von im Wasser mitgeführten Feststoffen abgenutzt. Ist der Schleifmittel weicher als der Grundkörper, so ist der Verschleiss meistens gering, und man spricht von einer Tieflage und bei umgekehrten Verhältnissen von einer Hochlage des Verschleisses. In schnell bewegten, unzureichend belüfteten Flüssigkeiten, die z.B. an Erhebungen der Oberfläche vorbeifliessen, kann der Druck in der Flüssigkeit absinken, was zur Bildung einer Dampfblase führen kann. Diese Hohlräume haben die Bezeichnung "Kavitation". Beim Kollabieren der Gasblasen durch eine strömungsbedingte Druckerhöhung prallen kleinste Flüssigkeitsstrahlen mit hoher Geschwindigkeit auf die Werkstoffoberfläche und zerrütten sie. Dieser Schadenmechanismus wird Kavitationserosion genannt. Kavitation kann aber auch durch eine starke Schwingung im Material ausgelöst werden, zudem kann Kavitation die Abrasion noch verstärken.

Das Abnutzen der Turbinenschaufel kann zu erhöhter Kavitation und zu einer Verminderung des Wirkungsgrades führen. Der durch Mikrozerspanung an der benetzten Oberfläche der Maschinenkomponenten verursachte Materialverlust ist von folgenden Parametern abhängig: Charakter des im Fluid transportierten Feststoffes:

* Korngrössenspektrum: allgemein gilt je gröber die Körner in der Siebanalyse, desto grösser der Schaden pro Zeiteinheit.
* Partikelform: je eckiger, desto abrasiver,
* Mineralogische Zusammenhäng: je härter, desto abrasiver.
* Konzentration: mit der höheren Konzentration steigt der Schaden

Strömungsbedingungen

* Mittlere, relative Strömungsgeschwindigkeit: der Schaden steigt mit mindestens dem Quadrat der Geschwindigkeit.
* Umlenkung der Strömung bedeutet Querbeschleunigung und damit erhöhte Anpresskraft der Partikel auf die Materialoberfläche: je kleiner der Krümmungsradius, desto grösser der Abrasion-Schaden.
* Mit steigendem Turbulenzgrad werden mehr Feststoffpartikel an die Materialoberfläche transportiert, damit steigt der Schaden.

Materialeigenschaften

* Hohe Härte wirkt bei vorwiegend tangentialer Beanspruchung der Abrasion entgegen.
* Hohe Resistenz gegen Kavitationserosion und Korrosion begünstigt auch die Abrasions Standfestigkeit.
* Zäher Grundwerkstoff beschichtet mit hartem Überzug ist die günstigste technologische Lösung solange die Beschichtung haftet.

Durchflussabnutzung von Kunststoff: Bei einer Durchflussgeschwindigkeit von 10m/s kommen folgende Werte bei unterschiedlichen Materialien zustande.

![Ein Bild, das Screenshot enthält.

Mit sehr hoher Zuverlässigkeit generierte Beschreibung]()

1[mm pro Lastspiele: Anzahl Durchflüsse]

Kunststoffe enthalten Weichmacher, welche sich mit der Zeit verflüchtigen, dabei wird der Kunststoff spröde und bruchanfälliger.

Chromstahl oder ein gleichwertiges Metall für die Turbine übertrifft Kunststoff in allen Material- & anwendungstechnischen Eigenschaften. Vor allem die höhere härte und die Tatsache das es die Eigenschaften nicht ändert (Weichmacher bei Kunstsoff) stechen hervor. Die Abnutzung von Metallturbinen kommt nur im Mittel- und Hochdruckwasserkraft in erheblichem Mass vor. Als Gegenmassnahme für eine solche erhöhte Abnutzung kann man Metallturbinen im Gegensatz zu Kunststoffturbinen mit Keramik beschichten. Doch ist die Herstellung komplizierter und teurer als wenn man Kunststoffturbinen verwenden würde.

## Fazit

Aus diesen Ergebnissen geht hervor das wir Turbine aus Metall verwenden sollten, da unser Einsatzgebiet eine Aufprallgeschwindigkeit von 10 m/s kaum überschreitet. Und keine harten und eckigen Gegenstände erwartet werden können. Sollte dies jedoch vorkommen besteht immer noch die Möglichkeit die Turbinenschaufeln zu beschichten. Ein weiterer Vorteil: Bei Wartungsarbeiten können allfällige Abnutzungen wieder aufgeschweisst werden. Die Abrasion würde bei einem vollen Rohr zunehmen gegenüber Regen.