

## 8 Potenzial des Schmierfluids

In Bild 106 sind die Versuchsergebnisse aus Tabelle 19 qualitativ dargestellt. Der Graustufenverlauf stellt eine Konzentrationszunahme in Richtung der steigenden Scherrate dar. Eine Konzentrationszunahme ist gleichbedeutend mit einem zusätzlichen elastischen Anteil des Fluids im Bereich der höheren Scherraten.

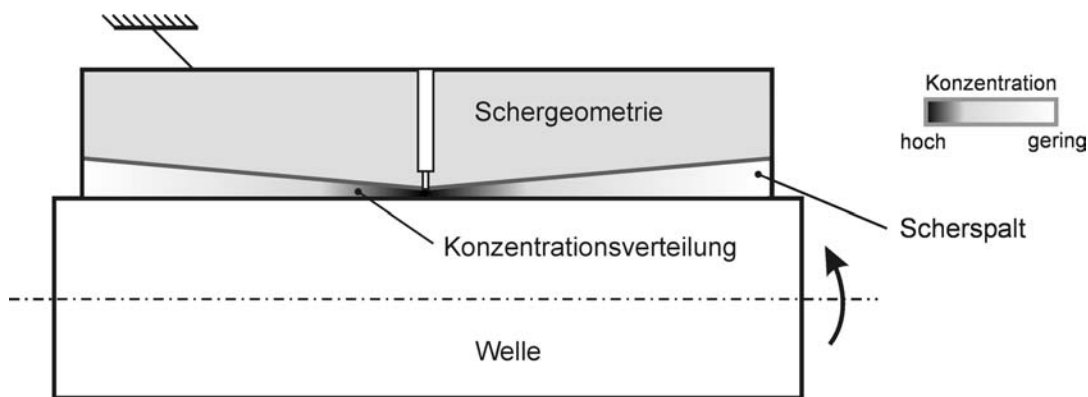


Bild 106: Konzentrationsverteilung im Scherspalt

In Abschnitt 4.4 wird der Einfluss von Viskositätsänderungen der Versuchsfluide auf das Reibmomentniveau von RWDR untersucht. Der gemessene Einfluss zeigt, dass nicht von einer rein hydrodynamischen Schmierung ausgegangen werden kann. Vielmehr gibt es Reibungsanteile, die von der Volumenviskosität unabhängig sind. Dazu zählt einerseits der Reibungsanteil aus Bereichen mit strukturviskosem Fluidverhalten, in denen die Viskosität kleiner als die Volumenviskosität ist und andererseits höher belastete Bereiche (z. B. Rauheitsspitzen), in denen die Fluidfilmdicke sehr klein ist und eine effektive Viskosität vorherrscht, die deutlich größer als die Volumenviskosität sein kann und einen starken Einfluss auf die Gesamtreibung besitzt. Eine **verbesserte Schmierungssituation** und effektive **Reibungssenkung** wäre durch eine Vergrößerung der Fluidfilmdicke zu erreichen, welche nicht auf einer Erhöhung der Viskosität beruht. Dies kann eindrucksvoll bei jedem Fördervorgang eines dichtfähigen RWDR gezeigt werden (Reibmomentabsenkungen bis zu 40% während der Förderung). Gleichzeitig tritt eine thermische Entlastung der Dichtzone auf, woraus ebenso ein **geringerer Verschleiß** resultiert (Abschnitt 6.3, Bild 65).

Beim Einsatz von Fluiden, die viskoelastische Bestandteile enthalten, die in stärker belastete Bereiche mit höheren Scherraten wandern, ergibt sich die Möglichkeit einer

effektiven Reibungsreduktion. Dies bedeutet für einen RWDR, der im Normalbetrieb nur von der Stirnseite her mit Fluid versorgt wird, die Ausbildung eines dickeren Fluidfilmes, der eine geringere effektive Viskosität aufweist, die Dichtfunktion erhält und das Reibmoment senkt. Mit dieser Reibmomentsenkung ergibt sich eine andere Gewichtung der Reibungsanteile ähnlich der des Fördervorganges. Die Volumenviskosität besitzt einen größeren Einfluss und der Anteil der effektiven Viskosität geht zurück, da die Bereiche mit Dünnschichtreibung insgesamt abnehmen. Dieser Vorgang wird anschaulich durch die Reibmomentzusammensetzung in Abhängigkeit der Fluidfilmdicke in Bild 107 dargestellt. Erfolgt während des Normalbetriebs eine geringe Erhöhung der Fluidfilmdicke, so ist der Effekt auf das Reibmoment groß. Die große Abhängigkeit der Reibung von der Fluidfilmdicke ist ein typisches Kennzeichen der Dünnschichtreibung (Bild 34).

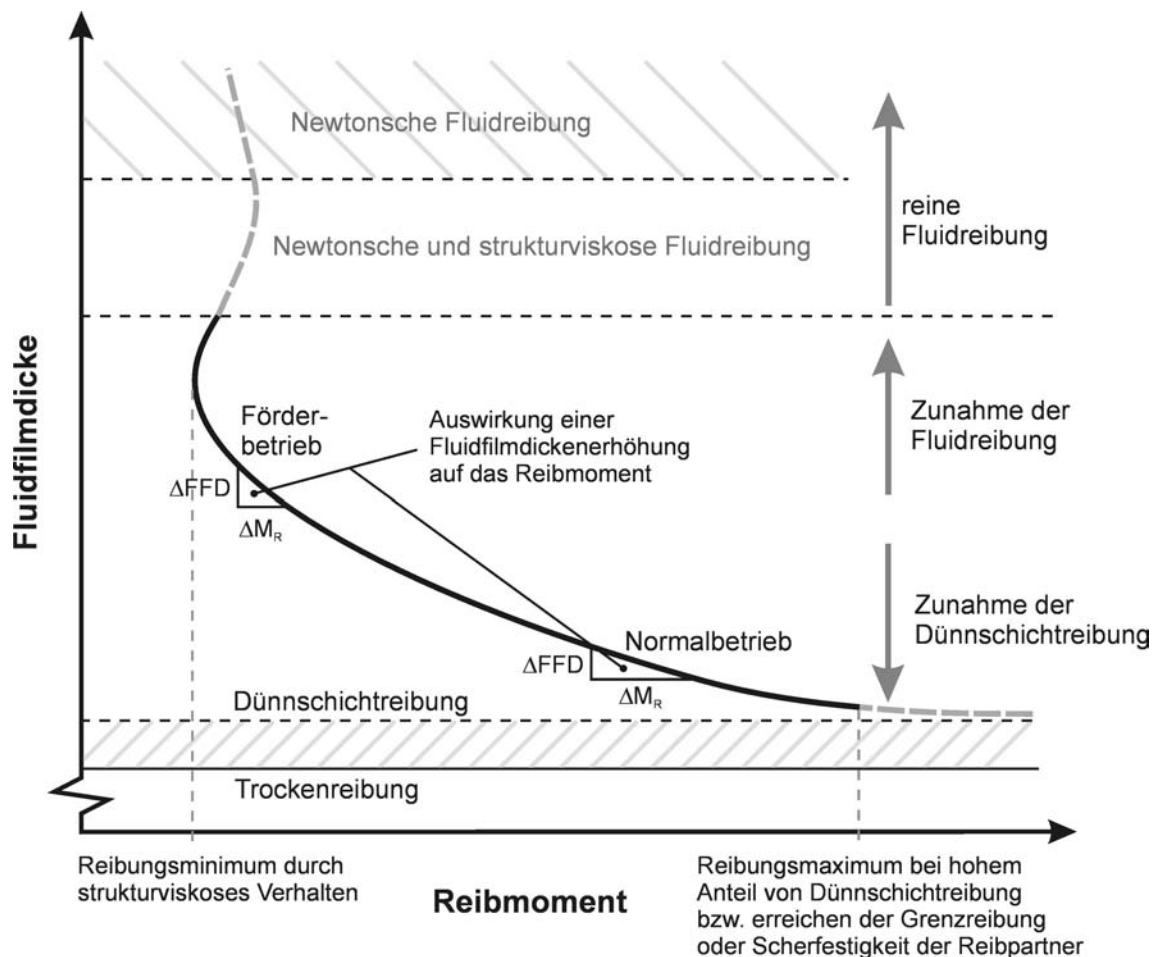


Bild 107: Veränderung der Reibungszusammensetzung bei einer Fluidfilmdickenerhöhung

Im Gegensatz dazu wird eine weitere Fluidfilmdickenerhöhung im Förderbetrieb geringere Auswirkungen auf das Reibmoment besitzen, da hier der Anteil der Fluidreibung größer ist. Der qualitative Verlauf der Kurve kann aus der allgemeinen Reibungskurve abgeleitet werden (Bild 54), wobei in Bild 107 besonderes Augenmerk auf die Veränderung der Reibungszusammensetzung bei einer Fluidfilmdickenzunahme im Übergangsbereich von

Fluid- und Dünnschichtreibung gelegt ist. Ein stetes Ansteigen der Reibung bei abnehmender Fluidfilmdicke wird durch Erreichen von Grenzscherbspannungen im Fluid bzw. an den Oberflächen oder im Werkstoff der Reibpartner begrenzt. Der schraffierte Bereich zwischen Dünnschicht- und Trockenreibung wird nicht betrachtet, da es sich um eine Reibungsform handelt, die im Normalbetrieb von RWDR nicht eintritt. Das Niveau des Trockenreibmomentes kann durchaus im Bereich des Reibmomentes bei Normalbetrieb liegen und nicht wesentlich darüber, da sich Abrieb in der Dichtzone befindet und nicht die gesamte Dichtzonenfläche als Reibfläche dient.

Bei zunehmender Fluidfilmdicke erreicht die Reibung ein lokales Minimum. Die Lage des Minimums kann im Bereich der reinen Fluidreibung oder auch noch im Bereich mit Dünnschichtreibung liegen (dargestellt). Das Minimum folgt aus einer abnehmenden Viskosität im strukturviskosen Bereich im Vergleich zur rein Newtonschen Fluidreibung. Bei rein Newtonscher Fluidreibung sinkt das Reibmoment gleichmäßig mit zunehmender Fluidfilmdicke, da die Proportionalität zwischen Scherrate und Schubspannungen gilt.