

## Durchflußwiderstände an Schnellkupplungsleitungen

Der Durchflußwiderstand ist eine Größe, mit der jeder rechnet, der den Entwurf zu einer Beregnungsanlage bearbeitet oder der die Betriebsverhältnisse einer solchen nachprüft. Er hält sich dabei in der Regel an eine der bekannten Formeln oder Zahlentafeln von Kutter, Bazin, Lang und Strickler. Diese Formeln sind aus Messungen an einzelnen Rohren oder Rohrsträngen abgeleitet, wie sie für Erdleitungen verwandt wurden und auch heute noch werden. Die Kuttersche Gleichung, die oft recht genau mit der von Bazin im Ergebnis übereinstimmt, ist nicht für neue, sondern für gebrauchte Rohre verwendbar. Sie liefert wesentlich höhere Widerstandswerte als die von Lang.

Schon ein äußerlicher Vergleich zwischen den Erdleitungs- und den Schnellkupplungsrohren läßt darauf schließen, daß in ihnen die Durchflußverhältnisse sehr verschieden sein müssen. Die Gußrohre weisen eine rauhe Innenseite auf, gleichviel, ob sie geteert sind oder nicht. Die Stahlrohre sind zwar im allgemeinen glatt, werden aber als Erdleitungen der größeren Haltbarkeit wegen meist innen und außen geteert. Dadurch werden sie rau und die Reibung zwischen Wasser und Rohrwand wird vermehrt. Zu bedenken ist auch, daß bei allen geteerten Rohren der Innendurchmesser durch die eingelagerte Teerschicht, wenn auch nur etwas, vermindert ist, was besonders bei kleinen Rohrdurchmessern den Widerstand merklich zu steigern vermag.

Die Schnellkupplungsrohre aus Leichtmetall oder aus Stahl — nahtlos gezogen — sind durchweg innen glatt. Sie werden ungeteert benutzt und setzen dem Durchfluß einen nur geringen Widerstand entgegen. Weniger vorteilhaft in hydraulischer Beziehung haben sich Blechrohre mit Längsnaht bewährt.

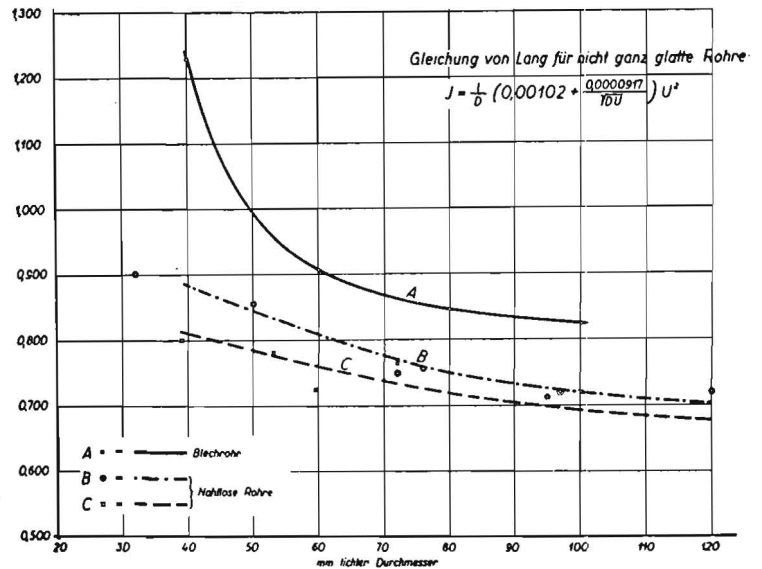
Zeigen sich die Schnellkupplungsrohre im Durchflußwiderstand meist günstiger als die Erdleitungsrohre, liegen die Verhältnisse bei den Kupplungen nicht selten umgekehrt. Das Bedürfnis, abwinkeln zu können, hat bei den Schnellkupplungsrohren zum Teil zu Formen geführt, die schon im geraden Zustand, noch viel mehr aber im abgewinkelten durch Wirbelbildung wesentlich größeren Druckverlust verursachen als die einfachen Muffen- und Flanschverbindungen bei Erdleitungsrohren.

Hierdurch wird nun ein gewisser Ausgleich der Widerstandsverhältnisse in beiden Leitungsarten herbeigeführt. Wieweit das aber wirklich zutrifft, soll an Hand der Gleichung von Lang gezeigt werden:

Die Schaulinien in der Abbildung bringen die Widerstandswerte von Schnellkupplungsleitungen im Verhältnis zu den nach Lang berechneten Werten für Rohrweiten von 40 bis 120 mm zur Darstellung. Sieht man von den Blechrohren ab, liegen die Widerstände der Schnellkupplungsrohre weit unter den Werten nach Lang. Doch weisen sie auch untereinander ziemlich erhebliche Unterschiede auf. Die Zeichnung legt die obere und untere Grenze der gemessenen Werte fest.

Stark abweichend verläuft die Linie für Blechrohre mit ausgezogener Längsnaht. Bei kleinen Rohrweiten — unter 50 mm — macht sich die Naht so stark geltend, daß die Widerstände weit über die nach Lang errechneten hinausgehen. Dagegen liegen sie bei größeren Durchmessern zwischen denen von Lang und den nahtlosen Schnellkupplungsrohren. Bei 50 mm Weite ist Übereinstimmung mit Lang erreicht (Ordinate 1). Das Maß der Abweichung von den Werten nach Lang beträgt bei Blechrohren von 40 mm Innenweite plus 23 bis minus 18 v.H. Für nahtlose Stahl- und Leichtmetallrohre liegen für

gleiche Rohrweiten die Abweichungen zwischen minus 11 bis minus 19 v.H. bzw. zwischen minus 18 bis minus 21 v.H. Diese Zahlenwerte haben für gerade verlegte Leitungen Gültigkeit. Bei Schnellkupplungsrohren, die auf dem Boden verlegt werden, muß man jedoch immer mit einer, wenn auch geringfügigen Abwinkelung rechnen. Sie muß notwendig den Durchflußwiderstand vergrößern. Die mit abgewinkelten Leitungen vorgenommenen Messungen haben ergeben, daß nur bei sehr starker Abwinkelung an jeder Verbindungsstelle (Zickzacklage mit Abwinkelungen bis zu 6° 40') der Widerstand beträchtlich steigt. Hierbei handelt es sich aber um ein ausgesprochenes Extrem, das stark von den in der Praxis



In der Abbildung gibt die Ordinate das Verhältnis der vom Verfasser gemessenen zu den nach der Langschen Gleichung errechneten Widerständen an, die Abszisse den lichten Durchmesser in mm. In der Gleichung von Lang bedeuten  $U$  die Durchflußgeschwindigkeit in m/s.

Zahlentafel  
Durchflußwiderstände von Schnellkupplungs-Formstücken

Innendurchmesser mm	Durchflußgeschwindigkeiten in m/Sekunde							
	1,00		2,00		2,50		3,00	
	max	min	max	min	max	min	max	min
	Durchflußwiderstände in cm							
Bogenrohre								
40	6,5	4,2	28	13	42	20	54	30
125	2,6	1,6	10	6	15	9	22	14
T-Stücke, gerade durchflossen								
40	5,6	3,3	24	18	27	22	41	30
100	1,4	1,2	5,2	4,7	7,8	7,1	11,7	11,0
Kreuz-Stücke, gerade durchflossen								
40	5,8	5,3	25	23	38	34	52	48
100	1,5	1,2	5,9	5,8	8,9	7,3	14	11
T-Stücke als Abzweig								
40	11	5,0	48	16	73	24	101	36
100	8,0	4,0	28	26	45	44	65	62
Kreuz-Stücke als Abzweig								
40	16	15	67	66	103	101	142	139
100	9,7	9,2	37	36	57	54	83	83

*Es spricht sich herum:*

**NORMAG**  
15 · 20 · 25 · 35 PS

**Dieselschlepper**  
*sind vielseitig und wirtschaftlich*

**NORMAG ZORGE & CO. · ZORGE SÜDHARZ HATTINGEN RUHR**

vorkommenden Fällen abweicht. Bei einer Abwinkelung von 3° an jeder Verbindung, die auch nur auf Teilstrecken überhaupt denkbar ist, vermehrte sich der Widerstand um höchstens 3 v.H. Mit Rücksicht auf die in der Regel nur leichte mittlere Abwinkelung dürfte es genügen — von Sonderfällen abgesehen —, einen Zuschlag von 0,5 bis 1,0 v.H. für Abwinkelungswiderstände in Rechnung zu stellen.

Wie weit in den Formeln von Lang und anderen die Durchflußwiderstände von Formstücken berücksichtigt sind, ist nicht bekannt. Bei Schnellkupplungsleitungen von Berechnungsanlagen müssen sie aber zusätzlich beachtet werden. Da die Abstände der Formstücke — es handelt sich hauptsächlich um T-Stücke für Abzweigung der Zwischenleitungen — je nach der Anordnung und je nach der Wurfweite der Wasserverteiler in weiten Grenzen schwanken und die Widerstände nach der Strömungsrichtung (gerade oder rechtwinklig abgelenkt) sehr verschieden sind, tut man gut, die Zuschläge für Formstücke nach der Anzahl der in gerader und abgewinkelter Richtung durchflossener T-Stücke in die Rechnung einzusetzen. Ist nur eine gerade Hauptleitung vorhanden, werden bei Benutzung des letzten Anschlusses alle T-Stücke in gerader Richtung mit Ausnahme des letzten durchflossen, das, um an Druckverlust zu sparen, auch durch ein Bogenrohr ersetzt werden kann. Wie aus der Zahlentafel ersichtlich, sind die Widerstände von T- und Kreuzstücken bei geradem Durchfluß meist nicht hoch, doch ergeben sich bei Hauptleitungen von größerer Länge unter Umständen Summenwerte, die nicht vernachlässigt werden sollten.

Sehr unzuweckmäßig ist es, den Anschluß von Regnerleitungen an die Hauptleitung durch zwei T-Stücke herzustellen, da diese beide die Strömung rechtwinklig ableiten und der doppelte Widerstand eines einzelnen als

Abzweig dienenden T-Stückes zu überwinden ist. Die Hinzurechnung der Formstückwiderstände zu den Widerständen der geraden Rohrleitungen ergibt für innen glatte Rohre eine gewisse Annäherung an die Langschen Werte. Sie reicht jedoch nicht aus, um die Differenzen auch nur angenähert auszugleichen. Die Anwendung der Formel von Lang gewährt deshalb für glatte Schnellkupplungsleitungen einen hohen Grad der Sicherheit, besonders bei Vorhandensein nur weniger Formstücke und bei hydraulisch befriedigenden Rohrverbindungen. In nicht seltenen Fällen dürfte die Sicherheit, mit der gerechnet wird, höher als erforderlich sein. Bei Anwendung der Langschen Berechnungsweise auf Blechrohre mit Längsnaht muß bei kleinen Durchmessern zur Vorsicht geraten werden, da sich hier zu kleine Werte ergeben können.

Neue Erdleitungen aus gezogenem Stahlrohr sind hydraulisch etwas günstiger als Schnellkupplungsleitungen; im Laufe der Zeit steigert sich aber der Durchflußwiderstand nicht unwesentlich. Anfängliche auffallend günstige Verhältnisse dürfen auf keinen Fall dazu verleiten, auch nach einer Reihe von Jahren noch mit ihnen zu rechnen. Schnellkupplungsrohre dagegen, die im Herbst gut gereinigt und über den Winter geschützt aufbewahrt werden, können über viele Jahre hindurch annähernd dieselbe Leitfähigkeit beibehalten. DK 631.347.01

**Résumé:**

*Prof. Dr. Th. Oehler: „Internal resistance in pipelines with rapid-couplings.“*  
*The known equations for the calculation of the internal resistance have been derived from measures taken on underground pipes. Rapid Couplings give smaller resistance within the pipes but the couplings themselves cause greater loss of pressure. The author shows by help of the equation of Lang how these influences compensate one another in both types of pipelines.*

*Prof. Dr. Th. Oehler: „Résistance interne dans les tuyaux mobiles avec couplages rapides.“*  
*Les équations connues pour la calculation de la résistance interne ont été dérivées des épreuves avec tuyaux souterrains. Les tubes mobiles donnent une moindre résistance mais les couplages rapides produisent une perte plus grande de la pression. L'auteur indique avec l'aide de la équation de Lang comment ces influences se composent dans les tuyaux des deux espèces.*

*Prof. Dr. Th. Oehler: „Resistencia interna in cañerías móviles con acoplamientos rápidos.“*  
*Las ecuaciones conocidas para la calculación de la resistencia interna han sido derivadas de mediciones en cañerías subterráneas. Las cañerías móviles dan una resistencia inferior pero los acoplamientos rápidos producen una pérdida mayor de la presión. El autor demuestra con ayuda de la ecuación de Lang como éstas influencias se componen inambos tipos de cañería.*

**VISCOBIL**

**Das bewährte deutsche Autoöl!**

Ferner:  
**Sämtliche Maschinen-Ole und Fette für Industrie und Landwirtschaft**

**DEUTSCHE VISCOBIL ÖL GESELLSCHAFT M. B. H. HAMBURG**