

Sicherheitsforschung Slacklines:

Kraft-Dehnungsdiagramme in der Realität

Christian Katlein

30.4.2010

Kraft-Dehnungsdiagramme

Kraft-Dehnungsdiagramme stellen neben der Bruchlastangabe den einzigen Parameter dar, über den die Charakteristik eines Bandes wissenschaftlich greifbar wird. Solche Diagramme werden von jedem Hersteller zu seinen Slacklines bereit gehalten, da sie beim Bruchlasttest auf der Zugmaschine automatisch mitgemessen werden.

Auf einem Kraft-Dehnungsdiagramm wird nach rechts die Dehnung in % und nach oben die bei dieser Dehnung erreichte Kraft aufgetragen. In erster Näherung liegen die Messpunkte dabei auf einer Gerade durch den Ursprung. Die meisten Bänder erzeugen eine deutliche Geradenform, was der theoretischen Annahme einer hookeischen Feder (Verformung ist proportional zur Last) entspricht. Die Steigung der Gerade gibt die Federkonstante, bzw. das Elastizitätsmodul der Slackline. Abweichungen von dieser Gerade zeigen die nichtlinearen Eigenschaften und damit die Unterschiede im (Dehnungs-)Feeling verschiedener Lines.

Woher kommen diese Diagramme?

Diese Diagramme werden von den Herstellern meist auf einer Zugprüfmaschine erstellt. Dort wird ein kurzes Stück Band (weniger als 1m) eingespannt und mit einer definierten konstanten Zuggeschwindigkeit (z.B. 1 mm/s) bis zum Bruch belastet und dabei kontinuierlich die Verformung und Last aufgezeichnet.

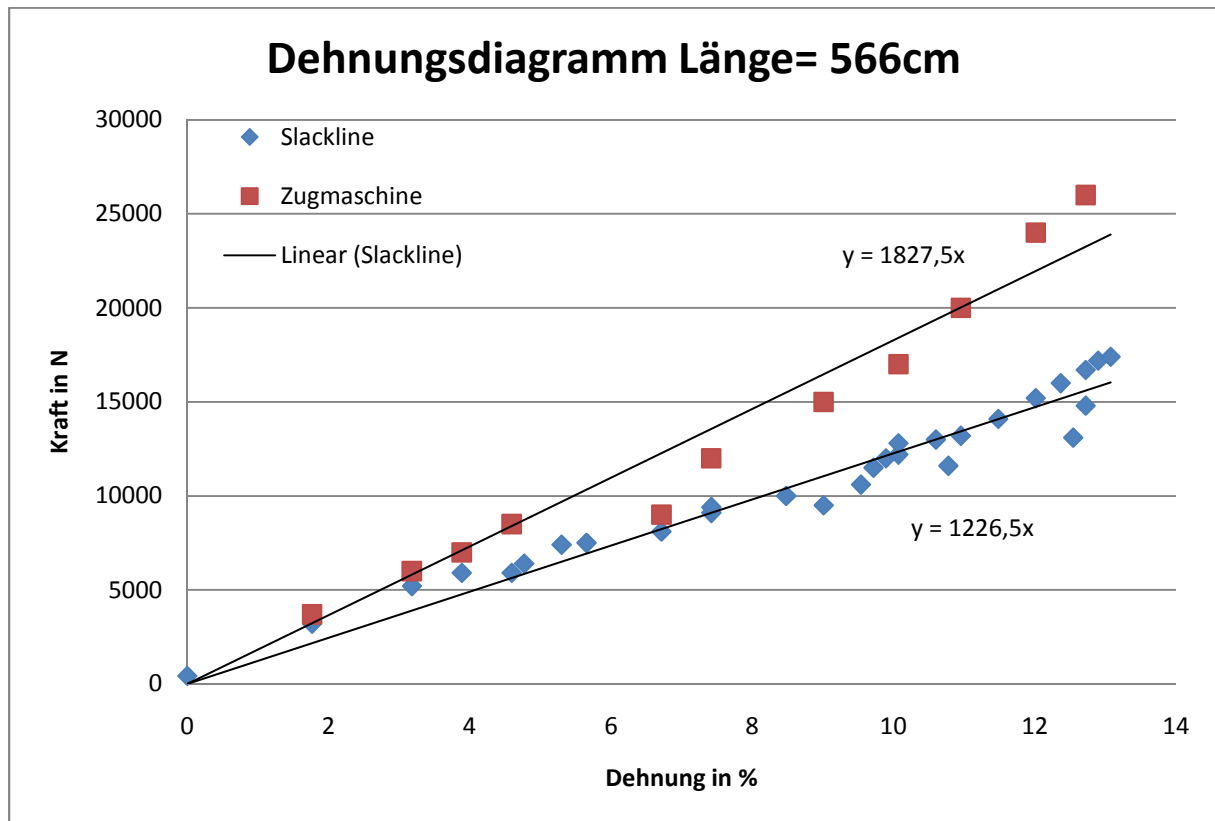
Manche Slackliner verwenden daher diese Diagramme um aus dem Weg, den sie aus ihrem Band „herausgezogen“ haben auf die Kraft zurückzuschließen. Ob jedoch die Werte der Zugmaschine mit den Werten, die in einem realen Slacklinesetup überhaupt verglichen werden können war bisher unbekannt. Aus diesem Grund wurden entsprechende Messungen in einem realen Slacklinesetup durchgeführt.

Messung in der Realität

In der Realität tritt beim Spannen eine deutlich langsamere und vor allem kontinuierlichere Zuggeschwindigkeit auf. Zwischen den einzelnen Flaschenzughüben hat das Band Zeit zu relaxieren. Die Kraft im Band fällt dabei exponentiell mit der Zeit wieder ab.

Weiterhin verwendet ein Slackliner äußerst selten fabrikneues Material, weshalb für die Messungen kein neues Material verwendet wurde. Gespannt wurde mittels unterpotenziertem externem Ellington-Flaschenzug und ein paar starken Jungs aus meinem Hochschulsportkurs. Die Bänder wurden mittels Banane eingespannt. Die Kraftmessung erfolgte mit einem geeichten Sensor von Lorentz-Messtechnik der direkt an der dem Flaschenzug gegenüber liegenden Seite in das Hauptsystem eingehängt war. Die Dehnung wurde mittels Zollstock ausgemessen.

Ergebnisse



Es bestätigte sich das lineare (hookesche) Verhalten auch im realen Slacklineaufbau, natürlich mit stärker gestreuten Messwerten, da Relaxationseffekte stärker zu Tage treten, als bei einer Messung auf der Zugprüfmaschine und da die Ablesegenauigkeit vor allem der Dehnungsmessung nur auf ein paar Zentimeter genau ist. Dies hat rein praktische Gründe, da ein zur genauen Messung notwendiges nahes Herantreten an den Aufbau bei hohen Spannungen kurz vor einem Riss zu gefährlich wäre.

Ein Vergleich mit den Daten von der Zugmaschine zeigt, dass die real gemessenen Geraden eine deutlich flachere Steigung aufweisen. Dabei müssten ältere Bänder an Elastizität verlieren und durch eine steilere Gerade auffallen. Zu erklären ist dies durch die gegenüber dem Zugmaschinenversuch stark geänderte Zuggeschwindigkeit und vor allem deren Variabilität, was die Relaxationseffekte deutlich hervortreten lässt.

Fazit

Die auf einer Zugprüfmaschine erworbenen Kraft-Weg Diagramme können nicht direkt mit der realen Situation in einem Slackline-Setup verglichen werden. Ein aus dem Diagramm abgelesener Spannungswert, wäre daher stets höher, als die tatsächlich erreichte Spannung. Das Gute daran ist, dass die Last also überschätzt und nicht unterschätzt wird und man sich somit auf der sicheren Seite bewegt. Es bleibt zu sagen, dass die Relation der Federkonstanten zwischen Realität und Zugmaschine für jeden Bandtyp verschieden sein kann.