

## UNTERDRUCK

### LAMINATSCHLÄUCHE

#### 1. EINLEITUNG

Eine der wichtigsten Größen in einem Luftaufbereitungs- oder Belüftungssystem ist der Druck. Sowohl absoluter als auch relativer Luftdruck werden für das Bestimmen der Luftundurchlässigkeit in einem Raum verwendet. Wenn die Luftundurchlässigkeit groß ist wird der Druck auch hoch sein und umgekehrt. Um in einem Belüftungs- oder Luftaufbereitungssystem Luft zu verdrängen wird ein Unterschied im Luftdruck kreiert.

Der nominale Außendruck beträgt 1000 Hektopascal, dieser Druck wird schon seit Jahren als Standarddruck in der Umgebung verwendet.

Ein Luftabsauger, der Luft aus einem Raum in einen Schlauch hinein bringt kreiert einen höheren Druck in dem Schlauch als der Druck der Umgebung. Wenn Luft von einem Luftabsauger durch einen Schlauch angesaugt wird, um in einen Raum transportiert zu werden, entsteht ein Unterdruck in dem Schlauch. Ein Druck der niedriger ist als der nominale Druck.

Es handelt sich also um positiven und negativen Druck. Die maximale Belastung der DEC Schläuche, im Bereich des Überdrucks, wird auf den Produktinformationsseiten als Betriebsdruck (positiver Druck) wiedergegeben.

Ein Luftabsauger der, zum Beispiel, Außenluft ansaugt und diese Luft durch einen Schlauch in einem Raum hineinbringt wird einen negativen Druck in dem Transportmittel verursachen. Wenn dieses Transportmittel ein flexibler Schlauch ist, kann der Unterdruck bis zu einem unannehmbaren Niveau steigen, wodurch der flexible Schlauch zu viel belastet wird.

#### 2. DER UNTERSCHIED ZWISCHEN ÜBERDRUCK UND UNTERDRUCK

Der Effekt des *positiven* und des *negativen* Drucks auf einem Transportmittel kann man nicht miteinander vergleichen. Überdruck in einem Transportmittel äußert sich durch eine Kraft, welche nach außen gerichtet ist, vom Mittelpunkt des Transportmittels gesehen. Überdruck wird von einer großen Luftundurchlässigkeit verursacht, wodurch viele Moleküle zusammenstoßen, also auch gegen die Wand des Transportmittels.

#### 3. NEGATIVER DRUCK IN FLEXIBLEN SCHLÄUCHEN

Weil flexible Schläuche eine ganz andere Konstruktion haben als runde, ovale, quadratische oder rechtwinklige Luftkanäle beschreibt dieses Kapitel hauptsächlich den Einfluß eines negativen Luftdrucks auf flexible Schläuche.

Luft ist ein Gas. Ein Gas verteilt die Kräfte, die darauf ausgeübt werden, gleichmäßig in alle Richtungen. Ein Beispiel davon ist das Aufblasen eines Ballons. Wenn ein Ballon aufgeblasen wird, werden die Kräfte über die ganze Wand verteilt. Durch ihre Konstruktion wird der Ballon eine bestimmte Form annehmen. Wenn man den Druck dauernd erhöht, wird der Ballon sich bis zu einem bestimmten Maximum ausdehnen und dann platzen.

Gerade bevor der Ballon platzt ist der maximale Druck erreicht. Im Prinzip ergibt ein Unterdruck das gleiche Resultat. Die Kraft ist jetzt nicht nach außen gerichtet, sondern nach innen. Der Ballon wird aber jetzt nicht aufgeblasen, sondern zusammengedrückt. Die Belastung auf die Wand ist dann genau umgekehrt.

Die Effektivität des Drucks auf den Volumenträgern hängt unter anderem mit dem Volumen des Volumenträgers zusammen. Ein Druck von 1000 Pa hat das gleiche Resultat auf einem Quadratmeter wie ein Gewicht von 100 Kilogramm. Vergrößerung des Volumens größerer Durchmesser, bei gleichbleibendem Druck, wird also zu einer größeren, hervorgehenden Kraft auf die Wand des Schlauches führen.

Unterdruck ergibt ein vergleichbares Resultat, aber die Richtung der Kraft ist umgekehrt. Flexible Schläuche können auf zwei Arten durch Unterdruck beschädigt werden:

- der Schlauch wird zusammengedrückt
- die Spirale des Schlauches zeigt den sogenannten DOMINO-Effekt

Beide Fälle werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

#### HAFTUNG:

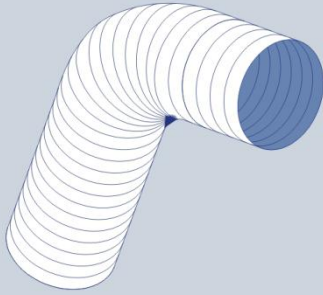
Die Informationen in diesem technischen Datenblatt sind gültig ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung. DEC INTERNATIONAL behält sich jederzeit das Recht vor, gegebenenfalls Anpassungen und Änderungen von Details durchzuführen. Um Mißverständnisse auszuschließen, sollten Interessenten Kontakt mit dem Unternehmen aufnehmen um festzustellen, ob seit dem Erstellungsdatum dieser Datenblätter Material- und/oder Informationsänderungen stattgefunden haben.

#### ACHTUNG:

Der Objektberater ist für die eigentliche System- und Montage des Produkts verantwortlich. Angegebene Werten bezüglich Temperatur können nicht benützt werden um die physischen Eigenschaften festzustellen. Diese Eigenschaften sind auch abhängig von der Luftfeuchtigkeit sowie von der Temperatur der Luft innerhalb und außerhalb der Klimaanlage.

#### WARENZEICHEN:

Das DEC Logo und DEC International sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Dutch Environment Corporation BV in den Niederlanden und / oder anderen Ländern.



## UNTERDRUCK LAMINATSCHLÄUCHE

### 4. DER DOMINO-EFFEKT

Der DOMINO-Effekt kann sich auf verschiedenen Arten offenbaren. Das hängt vor allem mit dem Aufbau des Schlauches zusammen. Der wichtigste Effekt wird mit Hilfe einiger Abbildungen erklärt.

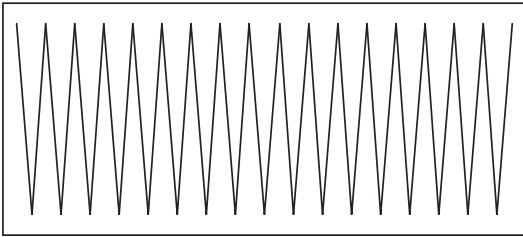


Abb. 1.

In obenstehender Abbildung wird die normale Lage eines Spiraldrahts, die sogenannte Helixstruktur, gezeigt. Einfachheit halber sehen wir die Helixstruktur als einige einzelne Windungen, durch eine Laminatfolie miteinander verbunden. Der Draht ist das Gestell des Schlauches.

Im Falle eines Überdrucks hilft der Spiraldraht der Folie den Druck aufzufangen. Diese Konstruktion ist im Hinblick auf den Überdruck hergestellt.

Bei einem Unterdruck ist das ganz anders.

Ein Unterdruck verursacht einen, nach innen gerichteten, Druck auf die Außenwand. In Abbildung 2 wird das gezeigt.

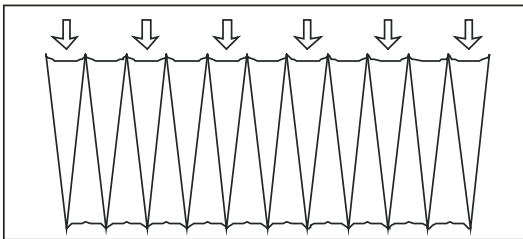


Abb. 2.

Es wird ungefähr der gleiche Effekt wie ein Überdruck mit dem gleichen Wert haben. Das wird in Abbildung 3 gezeigt.

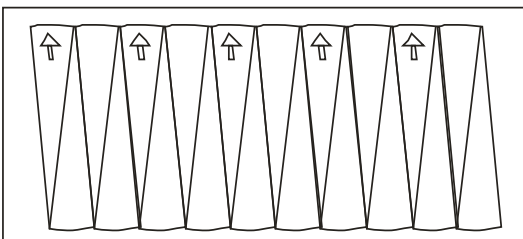


Abb. 3.

#### HAFTUNG:

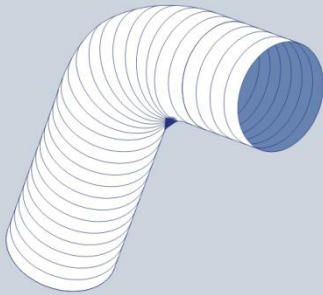
Die Informationen in diesem technischen Datenblatt sind gültig ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung. DEC INTERNATIONAL behält sich jederzeit das Recht vor, gegebenenfalls Anpassungen und Änderungen von Details durchzuführen. Um Mißverständnisse auszuschließen, sollten Interessenten Kontakt mit dem Unternehmen aufnehmen um festzustellen, ob seit dem Erstellungsdatum dieser Datenblätter Material- und/oder Informationsänderungen stattgefunden haben.

#### ACHTUNG:

Der Objektberater ist für die eigentliche System- und Montage des Produkts verantwortlich. Angegebene Werten bezüglich Temperatur können nicht benutzt werden um die physischen Eigenschaften festzustellen. Diese Eigenschaften sind auch abhängig von der Luftfeuchtigkeit sowie von der Temperatur der Luft innerhalb und außerhalb der Klimaanlage.

#### WARENZEICHEN:

Das DEC Logo und DEC International sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Dutch Environment Corporation BV in den Niederlanden und / oder anderen Ländern.



## UNTERDRUCK LAMINATSCHLÄUCHE

Das ist aber nicht der Fall. Der Spiraldraht macht eine kippende Bewegung, vergleichbar mit fallenden Dominosteinen. Hierdurch wird das innere Volumen des flexiblen Schlauches verringert (Abbildung 4).

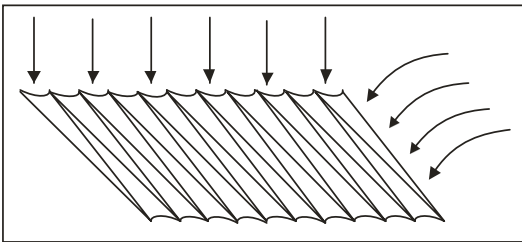


Abb. 4.

Ein Unterdruck, der viel kleiner ist als der maximal gestattete Überdruck, kann diesen Effekt schon verursachen. Um zu wissen welche Parameter den größten Einfluß auf dieser Erscheinung ausüben, werden wir sie unter die Lupe nehmen. Wir werden unterstehende Abbildung als Ausgangspunkt verwenden.

Wir nehmen an, dass die linke Seite von Abbildung 5 ein Rechteck ist. Wenn das Rechteck durch Unterdruck verformt wird, (der DOMINO-Effekt) entsteht ein Karree. Das wird rechts auf Abbildung 5 gezeigt.

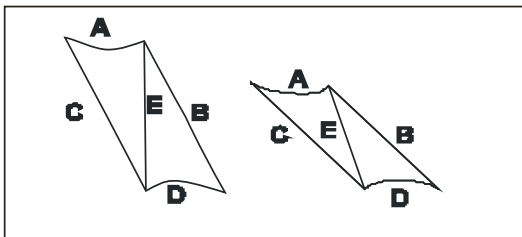


Abb. 5.

Diese Verformung wird von zwei Effekten verursacht:

**Effekt 1** - Der Spiraldraht E wird kürzer und die Drähte B und C werden länger. Das geschieht nicht durch Dehnung oder Schrumpfung. Die Länge wird weitergegeben weil die Windungen miteinander verbunden sind. Das passiert in der Richtung der Helix. Draht E wird unter einen schärferen Winkel kommen und B und C unter einen weniger scharfen Winkel. Die Verformung der originalen Struktur wird von dem Draht selbst verstärkt.

**Effekt 2** - Das Laminat A in Abbildung 5 ist nicht der Verformung unterworfen, weil der Abstand zwischen den Windungen gleich bleibt. Dasselbe gilt für das Laminat D. Aber das Material innerhalb des Schlauches, zwischen B und C, wird gegen die Verformung Widerstand leisten. Auf diese Art wird versucht von einem Winkel einen Karree zu machen. Dasselbe passiert mit einem Laminat zwischen zwei Windungen. Das Laminat bestimmt ob diese Verformung leicht oder schwierig geschieht. Versuchen Sie dasselbe mit Küchenfolie oder Alufminiumfolie.

Abhängig von dem verwendeten Laminat oder der Folie kann der Übergang von rechteckig, Abbildung 5, nach einer Karreeform schon bei einem kleinen Unterdruck stattfinden.

Deshalb kann man konkludieren, dass der maximale Überdruck den ein flexibler Schlauch widerstehen kann, viel größer ist als der maximale Unterdruck.

**HAFTUNG:**

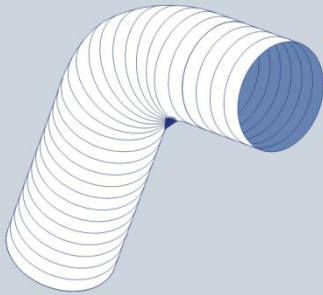
Die Informationen in diesem technischen Datenblatt sind gültig ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung. DEC INTERNATIONAL behält sich jederzeit das Recht vor, gegebenenfalls Anpassungen und Änderungen von Details durchzuführen. Um Mißverständnisse auszuschließen, sollten Interessenten Kontakt mit dem Unternehmen aufnehmen um festzustellen, ob seit dem Erstellungsdatum dieser Datenblätter Material- und/oder Informationsänderungen stattgefunden haben.

**ACHTUNG:**

Der Objektberater ist für die eigentliche System- und Montage des Produkts verantwortlich. Angegebene Werten bezüglich Temperatur können nicht benutzt werden um die physischen Eigenschaften festzustellen. Diese Eigenschaften sind auch abhängig von der Luftfeuchtigkeit sowie von der Temperatur der Luft innerhalb und außerhalb der Klimaanlage.

**WARENZEICHEN:**

Das DEC Logo und DEC International sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Dutch Environment Corporation BV in den Niederlanden und / oder anderen Ländern.



## UNTERDRUCK LAMINATSCHLÄUCHE

Nach dieser Schlußfolgerung, muss noch erwähnt werden, welche Faktoren einen großen Einfluß auf dem DOMINO-Effekt haben und wie die Möglichkeit auf eine DOMINO-Effekt zu minimalisieren ist.

Hierfür gibt es verschiedene Punkte:

1. Man kann ein hartes Laminat verwenden, wodurch der Widerstand des Laminats gegen die Verformung größer wird. Das resultiert aber in einen weniger flexiblen Produkt. In der Praxis hat sich zum Beispiel ergeben, dass ein ALUDECC112 einen größeren Widerstand gegen den DOMINO-Effekt bietet, als ein PVC-Produkt.
2. Das Verwenden von einem dickeren Draht. Ein dickerer Draht ergibt mehr Widerstand auf Effekt 1, wie oben beschrieben.
3. Ein kleinerer Drahtabstand. Hierdurch wird die Verformung, wie auf Abbildung 6-5 wiedergegeben, mehr Widerstand leisten, weil die Abstände zwischen A und D kleiner geworden sind und dadurch auch der Abstand zwischen C und B. Es wird schwieriger sein C in Bezug auf B zu versetzen. Ein kleinerer Drahtabstand ergibt also eine bessere Resistenz in Bezug auf Unterdruck, aber wird auch zu einem höheren Selbstkostenpreis führen, weil mehr Draht verwendet wird.
4. Die letzte Lösung ist sehr wichtig! Die ersten drei Methoden sollen, wegen der unterschiedende Schlauchstruktur vom Fabrikant ausgeführt werden. Die letzte Methode kann, ohne die Struktur des Schlauches zu ändern, von den Kunden ausgeführt werden. Weil der Schlauchwiderstand gegen Druck von der letzten Methode sehr beeinflusst wird, werden wir das "Wie und Warum" erklären. In Abbildung 6 ist der Schlauch dem Dominoeffekt unterworfen.

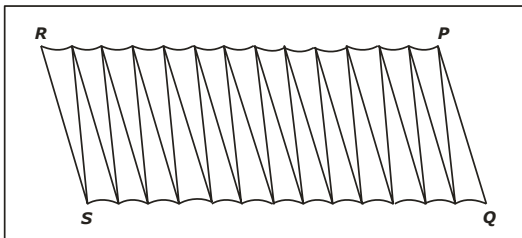


Abb. 6

Normalerweise werden P, Q, R und S an das Hauptluftaufbereitungs-system befestigt. Deshalb soll P sich genau über Q befinden. Das gilt auch für R und S. In Wirklichkeit sollte den Schlauch in Abbildung 6 wie in Abbildung 7 montiert sein.

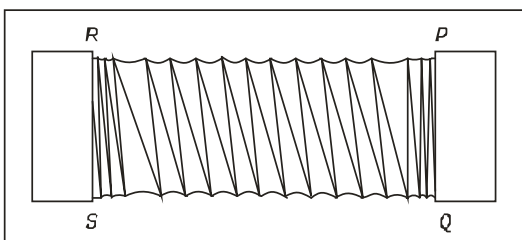


Abb. 7

P befindet sich jetzt über Q und R befindet sich über S. Die Erste und die Letzte Spiraldrahtwicklung sollte senkrecht positioniert sein. Die Wicklungen in der Mitte sind durch den negativen Innendruck zusammengefallen. Diese Windungen können sich dem Dominoeffekt unterwerfen, wenn zwischen P und S genug Zwischenraum im Material ist. Das Material bei Q ist komprimiert und das Material bei P ist gestreckt, daß gibt der Windung die Möglichkeit sich gemäß dem Domino-effekt zu bewegen.

**HAFTUNG:**

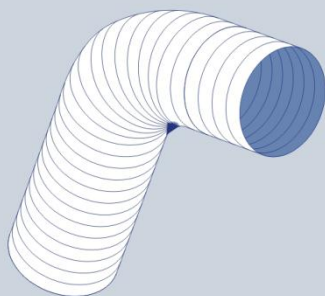
Die Informationen in diesem technischen Datenblatt sind gültig ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung. DEC INTERNATIONAL behält sich jederzeit das Recht vor, gegebenenfalls Anpassungen und Änderungen von Details durchzuführen. Um Mißverständnisse auszuschließen, sollten Interessenten Kontakt mit dem Unternehmen aufnehmen um festzustellen, ob seit dem Erstellungsdatum dieser Datenblätter Material- und/oder Informationsänderungen stattgefunden haben.

**ACHTUNG:**

Der Objektberater ist für die eigentliche System- und Montage des Produkts verantwortlich. Angegebene Werten bezüglich Temperatur können nicht benutzt werden um die physischen Eigenschaften festzustellen. Diese Eigenschaften sind auch abhängig von der Luftfeuchtigkeit sowie von der Temperatur der Luft innerhalb und außerhalb der Klimaanlage.

**WARENZEICHEN:**

Das DEC Logo und DEC International sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Dutch Environment Corporation BV in den Niederlanden und / oder anderen Ländern.



## UNTERDRUCK LAMINATSCHLÄUCHE

Wenn kein Zwischenraum zur Verfügung steht, wird das Laminat den Draht in der Position halten (Abbildung 8). Das passiert wenn der flexible Schlauch völlig gestreckt und zwischen den Einzelteilen mit einer leichten Spannung verbunden ist. Jede Wicklung ist von beiden Seiten gezogen und deshalb nicht in der Lage sich zu bewegen.

### So wird dem Dominoeffekt vorgebeugt!

Diese Installationsmethode wird schwieriger sein wenn sich in dem Schlauch Biegungen befinden. Auch dann ist es wichtig den Schlauch in der optimalen Position zu montieren, zu strecken und zu befestigen.

Wir haben die Erste Art von zwei Arten einen flexiblen Schlauch durch negative Druck zu beschädigen erwähnt. Die zweite Art ist das Komprimieren.

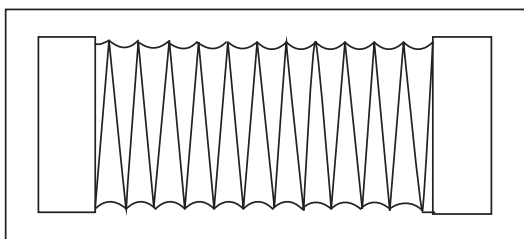


Abb. 8

## 5. KOMPRIMIEREN

Dieser Effekt findet statt, wenn die Helixstruktur des Spiraldrahtes weniger stark ist als das verwendete Laminat. Das Laminat hat dann eine bessere Resistenz gegen den DOMINO-Effekt als die Helixstruktur gegen das Zusammendrücken. Die Verformung, entstanden beim Zusammendrücken eines Schlauches, kann man vergleichen mit dem Setzen eines großen Gewichtes auf einen Schlauch. Der Schlauch nimmt eine Ovalform an, in extremen Situationen eine platte Form. Für diese Verformung ist es notwendig, dass alle Helixwindungen zusammengedrückt werden. Die Windungen sind auf zwei Stellen, pro Windung, zusammengedrückt.

Mit einem dickeren Draht oder einem kleineren Drahtabstand, kann man dem Zusammendrücken vorbeugen. Hierdurch wird die Resistenz eines Schlauches gegen diese Verformung größer. Um dieser Erscheinung vorzubeugen hat, zum Beispiel, der Schlauch eines professionellen Staubsaugers einen dicken Draht und einen kleinen Drahtabstand.

Es ist sehr wichtig sich vorzustellen, dass die Resistenz gegen Verformung verringert wird, wenn der Durchmesser eines Schlauches zunimmt. Ein Schlauch mit einem größeren Durchmesser hat mehr Druck zu verarbeiten. Wenn ein zu dünner Draht verwendet wird, könnte der Schlauch sogar durch sein eigenes Gewicht zusammengedrückt werden. In diesem Fall kann ein kleiner Unterdruck schon zum Zusammendrücken eines Schlauches führen.

Ein Konsument kann nicht viel unternehmen, um dem Zusammendrücken entgegenzutreten, außer eine richtige Montage und eine richtige Wahl des Schlauches. Deshalb ist es sehr wichtig, dass in Fällen, wo ein Unterdruck entsteht, ein Schlauch mit einer größeren Resistenz gegen Unterdruck verwendet wird. Also ein Schlauch mit:

- ▶ ein härteres Laminat
- ▶ einem kleineren Drahtabstand
- ▶ einem dickeren Draht

## 6. SCHLUßFOLGE

Im allgemeinen kann man sagen, dass flexible Schläuche eine bessere Resistenz gegen Überdruck als gegen Unterdruck haben. Abhängig von dem Durchmesser und der Konstruktion der verwendeten Folie kann entweder das Zusammendrücken oder der DOMINO-Effekt auftreten. Die Möglichkeit des DOMINO-Effekts kann durch die Wahl des Schlauches und durch eine richtige Montage minimalisiert werden. Wenn der Schlauch zusammengedrückt ist, ist die maximale Resistenz erreicht; dann soll man ein anderes Produkt suchen.

Unter Laborbedingungen kann man nicht pro Schlauch bestimmen welchen Unterdruck der Schlauch verarbeiten kann. Labore können nur einen Wert unter bestimmte Bedingungen angeben. Verformungen durch eine unvorsichtige Behandlung während der Montage, als auch die Art des Montierens, können einen negativen Einfluß haben.

### HAFTUNG:

Die Informationen in diesem technischen Datenblatt sind gültig ab dem Zeitpunkt der Veröffentlichung. DEC INTERNATIONAL behält sich jederzeit das Recht vor, gegebenenfalls Anpassungen und Änderungen von Details durchzuführen. Um Mißverständnisse auszuschließen, sollten Interessenten Kontakt mit dem Unternehmen aufnehmen um festzustellen, ob seit dem Erstellungsdatum dieser Datenblätter Material- und/oder Informationsänderungen stattgefunden haben.

### ACHTUNG:

Der Objektberater ist für die eigentliche System- und Montage des Produkts verantwortlich. Angegebene Werte bezüglich Temperatur können nicht benutzt werden um die physischen Eigenschaften festzustellen. Diese Eigenschaften sind auch abhängig von der Luftfeuchtigkeit sowie von der Temperatur der Luft innerhalb und außerhalb der Klimaanlage.

### WARENZEICHEN:

Das DEC Logo und DEC International sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Dutch Environment Corporation BV in den Niederlanden und / oder anderen Ländern.