

# Seminar über

# Dichtheitsmessungen

# und

# Lecksuchmethoden

LDS Leak Detection Service GmbH  
Fraunhoferstr. 11  
82152 Martinsried  
Germany

T: +49 (0)89 958990 0  
F: +49 (0)89 958990 29  
E: [info@lds-europe.com](mailto:info@lds-europe.com)  
W: [www.lds-europe.com](http://www.lds-europe.com)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> _____	<b>5</b>
<b>Etwas Theorie:</b> _____	<b>5</b>
<b>Was ist Druck ?</b> _____	<b>5</b>
<b>Was ist Vakuum?</b> _____	<b>5</b>
<b>Was ist Wärme?</b> _____	<b>6</b>
<b>Zusammensetzung der Luft.</b> _____	<b>6</b>
Zusammensetzung der Luft _____	6
<b>Was ist Partialdruck ?</b> _____	<b>7</b>
Partialdrucke in der Luft _____	7
<b>Dalton's Gesetz</b> _____	<b>7</b>
<b>Was ist Gas ?</b> _____	<b>8</b>
<b>Was ist Dampfdruck ?</b> _____	<b>8</b>
Dampfdruck des Wassers bei verschiedenen Temperaturen. _____	8
Dampfdruck von verschiedenen Flüssigkeiten bei 20° Celsius _____	9
<b>Was versteht man unter "Freier Weglänge" ?</b> _____	<b>9</b>
Die mittlere freie Weglänge verschiedener Gase _____	9
<b>Avogadro´s Gesetz:</b> _____	<b>10</b>
Avogadro'sche Zahl: _____	10
<b>Was ist ein Mol?</b> _____	<b>10</b>
<b>Boyle's Gesetz:</b> _____	<b>11</b>
<b>Charles Gesetz:</b> _____	<b>12</b>
<b>Das Gesetz von Gay-Lussac:</b> _____	<b>12</b>
<b>Die Skala der absoluten Temperatur.</b> _____	<b>12</b>
<b>Das allgemeine Gasgesetz:</b> _____	<b>13</b>
<b>Leckraten:</b> _____	<b>14</b>
<b>Leckraten in vorstellbaren Größen:</b> _____	<b>15</b>
Leckraten beim Blasentest: _____	15
<b>Die Strömung von Gasen durch Leckagen.</b> _____	<b>16</b>
<b>Viskose Strömung:</b> _____	<b>16</b>
a.) <b>Turbulente Strömung:</b> _____	<b>16</b>
b.) <b>Die laminare Strömung:</b> _____	<b>17</b>
<b>Berechnung eines Beispiels:</b> _____	<b>18</b>
<b>Viskosität einiger bekannter Gase.</b> _____	<b>18</b>
Umrechnung von Heliumleckrate bei laminarer Strömung auf andere Gase _____	19
<b>Molekulare Strömung:</b> _____	<b>19</b>
<b>Umrechnung von Gewichts- auf Volumen-Leckrate.</b> _____	<b>21</b>

Umrechnung von Heliumleckrate bei molekularer Strömung auf andere Gase _____	24
<b>Die Strömung im Übergangsbereich. _____</b>	<b>24</b>
<b>Strömung von Flüssigkeiten in Leckagen: _____</b>	<b>25</b>
a.) Turbulente Strömung: _____	25
b.) Die laminare Strömung: _____	26
<b>Umrechnung von Gasleckrate auf Flüssigleckrate _____</b>	<b>27</b>
1.) Berechnungsbeispiel: _____	27
2.) Berechnungsbeispiel : _____	29
3.) Beispielberechnung: _____	29
<b>Anhang: _____</b>	<b>31</b>
Das griechische Alphabet _____	31
<b>Lecksuch- und Messverfahren _____</b>	<b>32</b>
<b>Visuelle Verfahren: _____</b>	<b>32</b>
<b>Die Wasserstandsprobe: _____</b>	<b>33</b>
<b>Die Wasserdruckprobe: _____</b>	<b>33</b>
<b>Der Farbeindringtest: _____</b>	<b>33</b>
<b>Leckortung durch sich verfärbende Chemikalien: _____</b>	<b>34</b>
Lecksuche mit Ammoniak: _____	34
Verfärbung einer Brennerflamme: _____	34
<b>Leckortung durch Beobachtung von Blasenbildung: _____</b>	<b>35</b>
Blasentest - Eintauchen: _____	36
Blasentest mit schaubildenden Mitteln: _____	37
Glockenmethode (auch Vakuumtest genannt): _____	37
Blasentest durch Eintauchen in eine heiße Flüssigkeit: _____	38
<b>Druckänderungsverfahren: _____</b>	<b>39</b>
<b>Druckabfallmessung: _____</b>	<b>39</b>
Druckabfallmessung mit Flüssigkeiten: _____	39
Druckabfallmessung mit Gasen: _____	39
<b>Druckanstiegsmessung: _____</b>	<b>40</b>
<b>Druckdifferenzmessung: _____</b>	<b>41</b>
<b>Nachweisgrenze der Druckänderungsverfahren: _____</b>	<b>42</b>
<b>Leckortung mit Wärmeleitfähigkeitssensoren: _____</b>	<b>42</b>
<b>Weitere Methoden: _____</b>	<b>43</b>
<b>Beispiel: Dichtheitskontrolle durch Strömungswächter. _____</b>	<b>43</b>
<b>Halogengas - Lecksuche _____</b>	<b>44</b>
<b>Nachweisgrenzen: _____</b>	<b>46</b>
Schlussbemerkung: _____	47
<b>Die Lecksuche mit Helium. _____</b>	<b>48</b>
<b>Wirkungsweise eines Massenspektrometers: _____</b>	<b>49</b>
<b>Wirkungsweise eines Quadrupol-Massenspektrometers. _____</b>	<b>52</b>

<b>Grundsätzlicher Aufbau von Helium-Lecksuchgeräten:</b>	<b>53</b>
<b>Die Ansprechzeit.</b>	<b>55</b>
<b>Saugvermögen [l/s]</b>	<b>56</b>
<b>Leckortungs- und Leckraten-Messverfahren:</b>	<b>56</b>
<b>Der Vakuum-Lecktest.</b>	<b>57</b>
<b>Der Hüllentest zur Messung der integralen Leckrate.</b>	<b>57</b>
<b>Der Lecktest mit einer Schnüffelsonde.</b>	<b>58</b>
<b>Hüllenmethode an großem Testobjekt.</b>	<b>59</b>
<b>Dichtheitstest an hermetisch geschlossenen Bauteilen:</b>	<b>61</b>
<b>Heliumpermeation:</b>	<b>62</b>
<b>Die Kalibrierung an Helium-Lecksuchgeräten:</b>	<b>65</b>
1.) Das Permeations-Referenzleck:	65
2.) Die Kapillarlecks:	66
Dichtheitsspezifikationen.	68
Dichtheitsspezifikation für einen Fahrradschlauch:	69
<b>Schlusswort.</b>	<b>71</b>