



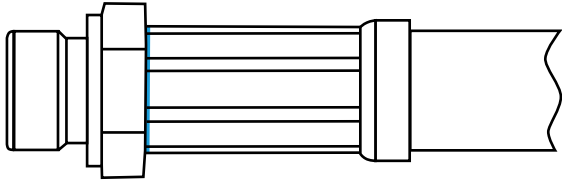
## 전문가의 팁과 힌트

„수밀성“이란 표현은 다양하게 번역될 여지가 있습니다.

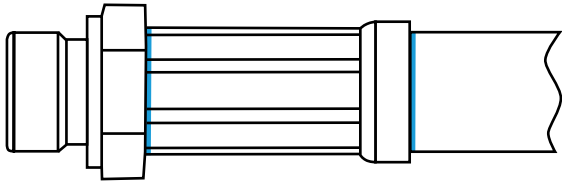
„수밀“이란 표현은 부품과 설계의 기능을 설명할 때 구어로서 편하게 사용됩니다. „수밀“과 같은 표현은 건설 도면에서 „누출률“의 사양으로 매우 자주 사용됩니다. 하지만 더 자세히 살펴 보면, 이 표현은 보다 광범위하게 번역될 수 있는 여지가 있다는 것이 분명해 집니다. 기밀의 정도에 따라 설정된 이런 요구를 어떻게 이해해야 하는지는 명시되어 있지 않습니다. „수밀“로 설명된 경우에는 구성품의 표면에 모인 방울이나 액체의 막이 여전히 적절한지 검사되고 있는 중인가? 아니면 배제되어야 할 물의 이탈이 어느 정도 있는 것인가? 이러한 반문으로 구어 용어인 „수밀“이 기밀 사양을 정의하는 데 적합하지 않음을 대체로 분명하게 알 수 있습니다. 따라서 부품이나 구성품의 수밀에 대한 정보는 훨씬 더 차별화되어야 합니다.

### 6개 등급의 차이

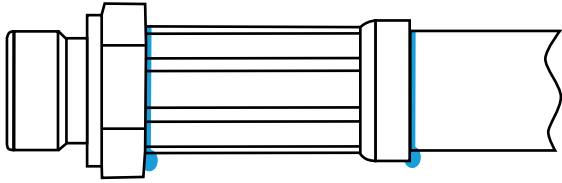
ISO/TR 11340:1994-07, 고무 및 고무 제품 - 유압식 호스 조립체 - 유압식 시스템에 대한 외부 누출 분류, 유체의 누출은 6개의 다른 등급으로 분류됩니다(그림 1 참조). 이것은 평가를 가능하게는 하지만 정량화를 제공하지는 않습니다.



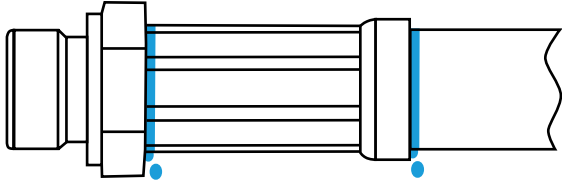
1 등급:  
누출되는 습기 없음



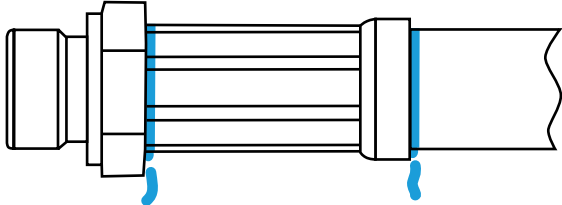
2 등급:  
작은 방울로 측정되지 않은 누출 유체



3 등급:  
작은 방울로 측정되지만 떨어지지 않는 누출 유체



4 등급:  
방울져서 떨어지는 누출 유체



5 등급:  
방울져서 떨어지는 빈도가 측정 가능한 액체 흐름에 달하는 누출 유체

그림 1: ISO/TR 11340에 따른 누출 분류: 1994(E)

물의 누출을 관찰하여 기밀 테스트에 대한 정량화를 유도하기 위하여, 유체 누출률을 추적 기체 누출률로 변환하는 당사의 „누출 감지 개요서“에 있는 공식들이 적용될 수 있습니다. 이 말의 어원을 설명하기 위하여 일상 생활의 예를 적용할 수 있습니다. 스키를 타는 동안 경사지의 유색 방울을 방지해야 한다면, 눈 담당자는 냉각수 라인에서 한 방울의 물도 잃어버려서는 안 됩니다. 따라서 냉각수 라인은 ISO/TR 11340의 3등급으로 분류될 수 있습니다.

누출되는 물 거품이 구 모양이고 직경이 2mm일 경우, 그 부피는 약 4.2mm<sup>3</sup>입니다. 이 거품이 새어나오면 낮은 온도에서 얼어버리거나 0°C 이상의 온도에서는 10분 이내에 증발합니다. 이로부터 최대 유체 누출률이 10분에 4.2mm<sup>3</sup> 또는 초당 약 7mm<sup>3</sup>이라는 걸 알 수 있습니다.

헬륨 누출률로 변환할 때는 다음 공식을 사용합니다.

$$Q_{He} = \frac{\eta_{liquid}}{\eta_{gas}} \cdot Q_{Water} \cdot \frac{p_1 + p_2}{2}$$

- $\eta_{liquid}$  = 액체의 동적 점성[Pa·s]
- $\eta_{gas}$  = 추적 기체의 동적 점성[Pa·s]
- $p_1$  = 공급 라인 압력(abs) [bar]
- $p_2$  = 외부 압력(abs) [bar]

수치 값

- $\eta_{liquid}$  =  $1.0 \cdot 10^{-3}$  [Pa·s]
- $\eta_{gas}$  =  $1.86 \cdot 10^{-5}$  [Pa·s]
- $p_1$  = 3 [bar]
- $p_2$  = 1 [bar]

헬륨 누출률이 약 0.75mbar·l·s<sup>-1</sup>입니다. 그런 다음 이 비율을 진공에 대한 1bar의 테스트 압력으로 계산하면 약 0.1mbar·l·s<sup>-1</sup>을 얻을 수 있습니다. 광학 의료 장비의 증기 멸균 경우를 생각해 보면, 이 경우에 물론 물방울은 처치하는 의사의 눈이 인식할 수 있는 해상도보다 훨씬 더 작아야 합니다. 작은 방울 직경을 ¼ mm로 가정하면, 헬륨 누출률이 대략 10<sup>-6</sup> mbar·l·s<sup>-1</sup>에 이르게 됩니다.

위 예에서 우리는 액체나 증기 형태의 물을 갖게 됩니다. 하지만 „수밀“이 특히 액체 집합 상태에서 정말로 그토록 넓은 범위를 포함할까요?

문헌 연구를 통해 표 1에 나와 있는 것과 같은 대표적인 진술을 입수했습니다([www.dgzfp.de/Fachausschüsse/Dichtheitsprüfung/faq; FAQ 22, 독일어 자료](http://www.dgzfp.de/Fachausschüsse/Dichtheitsprüfung/faq; FAQ 22, 독일어 자료)).

이는 대부분 계산된 값으로 그 차이는 누출 채널에 대한 표에 실려 있습니다. 누출 채널은 상대적으로 두꺼운 벽에서 발생하는 누출이며, 매우 얇은 벽에서 발생하는 누출 즉 구멍 누출입니다. 상기 표의 값은 확실히 사양의 실용적인 범위에 대한 실마리를 제공합니다. 그러나 실제 정량화를 하기에는 충분하지 않습니다.

액체가 더 이상 누출되지 않는 구멍의 최대 직경은 다음 등식으로 계산합니다.

$$d_{max} = \frac{4 \cdot \sigma \cdot \cos \phi}{\Delta p}$$

- $\sigma$  = 표면 장력[N·m-1]
- $\phi$  = 습윤 각도
- $\Delta p$  = 누출 채널의 시점과 종점 사이의 차압[bar]

보통 습윤 각도가 알려지지 않기 때문에 1로 추정됩니다. 이는 코사인이 가질 수 있는 최대값이고 그래서 누출률에 대한 최악의 경우를 가정한 것입니다. 20°C에서 물의 표면 장력은 기준표에서 72.8 · 10<sup>-3</sup> N·m<sup>-1</sup>로 정해집니다. 그러나 이는 이 온도에서 알루미늄 위 물의 표면 장력이 낮지 않은 경우에만 적용됩니다.

온도를 변경하거나, 물에 계면활성제(세탁 세제)를 첨가하거나, 방수 플라스틱을 표면으로 사용하면, 물이 채널을 통해 기둥이 흘러 갑니다. 그렇지 않으면 표면 장력이 차단하여 쉽게 „수밀“이 10<sup>-2</sup> mbar·l·s<sup>-1</sup>에서 10<sup>-5</sup> mbar·l·s<sup>-1</sup>로 순식간에 바뀝니다.

진동 결정체의 중량이 증가하거나 전자 구성품의 에워싸인 하우징 내의 전기 라인이나 접촉물을 부식시키는 물이 채워진 작은 누출 채널의 표면에서 극미한 물이 증발하는 경우 더욱 악화됩니다. 여기서 10<sup>-8</sup> mbar·l·s<sup>-1</sup> 범위로 들어가는 데는 오래 걸리지 않습니다.

이 예는 „수밀“이 실제로 누출률의 넓고 동적인 범위를 커버하고 있으며 정량적인 기밀 사양으로 사용될 수 없음을 보여주기 위한 것입니다.

당사의 누출 감지 개요서에 있는 공식을 사용하여 이 팁에 대한 판단을 다시 하여도 좋습니다.

당사는 귀하가 특정한 응용분야에 사용할 진공 솔루션을 최적화하는 데 있어 귀하를 기꺼이 지원하고자 합니다. 자세한 내용은 다음 주소로 당사에 문의하십시오.

누출률/mbar·l·s <sup>-1</sup>	누출률/Pa·m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	누출 채널의 직경/m	차압 1bar에서 누출
10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	1.0 · 10 <sup>-3</sup>	물 누출
10 <sup>0</sup> = 1	10 <sup>-1</sup>	1.0 · 10 <sup>-4</sup>	물이 꼭지에서 똑똑 떨어지기 시작
10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	3.5 · 10 <sup>-5</sup>	약 머리카락의 직경, „떨어지지 않을“ 최소 요구조건
10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	2.0 · 10 <sup>-5</sup>	„방수“

표 1: 기밀성에 대한 대표적인 진술

## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베콤은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션,  
기술적인 완벽성, 역량 있는 조연, 신뢰성 있는 서비스를 제공합니다.

## 완전한 제품군

간단한 구성품에서 복잡한 구성품까지:  
당사는 종합적인 제품 포트폴리오를 제공하는 유일한 진공 기술 공급업체입니다.

## 이론과 실재를 바탕으로 갖춰진 뛰어난 역량

당사의 노하우와 교육 기회의 포트폴리오에서 얻을 수 있는 이점!  
당사는 전세계에 걸쳐 플랜트 레이아웃을 지원하고 최고의 현장 서비스를 제공합니다.

완벽한 진공 솔루션을 찾고 계  
십니까 당사로 문의하십시오.

파이퍼베콤 GmbH  
본사 · 독일  
전화: +49 6441 802-0

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)