

Die wahren Kosten eines Lecks

20.08.2026, 10:45 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *Busch Group*



Die Lecksuche hilft dabei, versteckte Leckagen zu erkennen.

Ein Vakuumleck ist selten so deutlich, dass es einen Prozess stört; die meisten Lecks bleiben unbemerkt. Von außen wirkt alles normal. Innerhalb des Systems kann jedoch selbst eine kleine Leckage stillschweigend die Wirtschaftlichkeit des Betriebs verändern, indem es den Energieverbrauch erhöht, die Evakuierungszeiten verlängert und Vakuumpumpen zu stärkerer Belastung zwingt. In Prozessen, die auf kontrollierte Atmosphären angewiesen sind, beispielsweise bei der Wärmebehandlung, kann dies zudem den Gasverbrauch erhöhen und das Eindringen von Verunreinigungen ermöglichen.

Über Monate des Dauerbetriebs häufen sich Ineffizienzen, was zu erheblichen zusätzlichen Kosten durch höheren Energieverbrauch, häufigere Wartung und oft eine Verringerung der Produktqualität führt.

Diese Kosten erscheinen selten als klar ausgewiesener Posten in Finanzberichten. Stattdessen sind sie in den Betriebskosten als wiederkehrende Belastung verborgen. Das lässt sich als Lecksteuer beschreiben.

Die Lecksteuer

Jedes Vakuumsystem ist um ein Gleichgewicht herum ausgelegt: ein definiertes Saugvermögen und ein Zieldruck. Eine Leckage stört dieses Gleichgewicht, indem es eine kontinuierliche, unbeabsichtigte Gaslast einführt und das System zwingt, unter Bedingungen zu arbeiten, für die es nicht ausgelegt ist.

Wie das System reagiert, hängt vom Design ab, aber in allen Fällen ist das Ergebnis dasselbe: eine kontinuierliche betriebliche Belastung, die Lecksteuer.

Die folgenden Abschnitte skizzieren die Schlüsselbereiche, in denen Leckagen zusätzliche Kosten verursachen.

1. Erhöhte Leistungsaufnahme

Die zusätzliche Gaslast durch ein Vakuumleck kann den Energieverbrauch der Vakuumpumpe auf drei Arten erhöhen:

- Erhöhtes Saugvermögen in Vakuumsystemen mit dynamischer Regelung, wie etwa solchen mit drehzahlgeregelten Antrieben.
- Verlängerte Betriebs- oder Zykluszeiten in Systemen ohne dynamische Regelung, in denen die Vakuumpumpe länger laufen muss, um das gewünschte Prozessergebnis zu erreichen.

- Betrieb der Vakuumpumpe bei einem höheren Druck, bei dem sie möglicherweise weniger effizient arbeitet.

In allen Fällen ist das Ergebnis dasselbe: höherer Energieverbrauch. Entweder läuft das System länger, arbeitet weniger effizient oder es ist eine Kombination aus beidem.

Das folgende Beispiel veranschaulicht die Auswirkungen, wenn eine Vakuumpumpe bei einem höheren Druck und damit an einem weniger effizienten Betriebspunkt arbeitet:

Unter normalen Betriebsbedingungen verbraucht diese Kombination aus Vakuumpumpe und Vakuum-Booster 8 kW. Bei einer Leckagerate von etwa 200 mbar·l/s steigt die Leistungsaufnahme auf 11 kW. Leckageraten in Vakuumsystemen werden als Gasfluss angegeben, üblicherweise in mbar·l/s (Millibar Liter pro Sekunde). Dieser Wert gibt an, wie viel Gas pro Zeiteinheit durch ein Leck in das System eindringt. In diesem Beispiel bezieht sich der Wert von 200 mbar·l/s auf einen kontinuierlichen Gasstrom, der groß genug ist, um die Leistungsaufnahme merklich zu erhöhen. Diese Erhöhung führt zu zusätzlichen jährlichen Energiekosten in Höhe von rund 3700 €.

**Energiepreis bei 30 Cent/kWh; Laufzeit 16 Stunden/Tag; 253 Arbeitstage pro Jahr. Betriebsdruck: 1-5 hPa abs. Umgerechnet auf Basis des Wechselkurses vom 28. Juli 2026; Strompreis von 26 Pence/kWh, Betriebszeit 16 Stunden pro Tag und 253 Arbeitstage pro Jahr.*

2. Verlängerte Evakuierungs- und Zykluszeiten

Während der anfänglichen Evakuierungsphase eines Vakuumprozesses ist ein Vakuumsystem so ausgelegt, dass es das Prozessvolumen innerhalb eines definierten Zeitrahmens auf einen Zieldruck evakuiert. Wenn ein Leck vorhanden ist, bringt es eine kontinuierliche Gasbelastung ein, die das System nicht bewältigen kann.

Dadurch kann das System länger benötigen, um den erforderlichen Druck zu erreichen. Dies gilt insbesondere für Prozesse, die ein tieferes Vakuumniveau erfordern, da sich dort selbst kleine Lecks überproportional stark auswirken können.

Bei zyklischen Prozessen wird dieser Effekt verstärkt. Jede Evakuierungs- und Wiederherstellungsphase dauert länger, wodurch die gesamte Zykluszeit verlängert wird. Sofern das System nicht absichtlich überdimensioniert wurde, um dies auszugleichen, reduziert dies direkt den Durchsatz und die verfügbare Produktionskapazität. Im Laufe der Zeit summieren sich diese kleinen Verzögerungen zu einem messbaren Produktivitätsverlust. Das System läuft weiter, aber innerhalb des gleichen Betriebsfensters werden weniger Zyklen abgeschlossen, wodurch die effektiven Kosten pro produzierte Einheit steigen.

3. Auswirkungen auf die Prozessqualität

Leckagen betreffen nicht nur die Effizienz; sie beeinträchtigen direkt die Integrität des Prozesses selbst. In Vakuumanwendungen ist der Druck eine kritische Bedingung, die physikalische, chemische und metallurgische Ergebnisse bestimmt. Wenn ein Leck verhindert, dass das System den spezifizierten Druck erreicht oder aufrechterhält, arbeitet der Prozess nicht mehr innerhalb seines validierten Bereichs.

Bei höheren als beabsichtigten Drücken verbleiben Restgase in der Kammer. Diese Gase können mit Materialien reagieren, Oberflächenbedingungen stören oder die Wärmeübertragungseigenschaften verändern. In Wärmebehandlungsprozessen kann dies beispielsweise zu Oxidation, Entkohlung oder uneinheitlichen Härteprofilen führen. In Beschichtungs- oder Dünnschicht-Anwendungen kann es zu schlechter Haftung, Verunreinigungen oder Defekten in der Schichtstruktur führen. Selbst in weniger sensiblen Anwendungen führen Druckschwankungen zu inkonsistenten Ergebnissen von Charge zu Charge.

Eine der größten Herausforderungen ist, dass diese Effekte oft subtil und schleichend sind. Anders als ein vollständiger Systemausfall führt ein Leck nur selten dazu, dass die gesamte Produktion unmittelbar verworfen werden muss. Stattdessen verschiebt es den Prozess leicht aus den Spezifikationen. Dies kann sich in erhöhten Nachbearbeitungsraten, reduzierter Ausbeute oder kürzerer Produktlebensdauer äußern. Da diese Ergebnisse nicht immer direkt der

Vakuumleistung zugeschrieben werden, können sie über längere Zeit unentdeckt bleiben.

4. Versorgungs- und Gaskosten

In Prozessen mit kontrollierter Atmosphäre erhöhen Leckagen auch den Versorgungsbedarf, insbesondere den Verbrauch von Prozessgasen. In Anwendungen wie der Wärmebehandlung hängen kontrollierte Atmosphären davon ab, stabile Bedingungen in der Kammer aufrechtzuerhalten. Schon kleine Mengen an Lufteinbruch stören dieses Gleichgewicht und erfordern zusätzlich Stickstoff, Argon oder andere Prozessgase, um die Spezifikation wiederherzustellen und aufrechtzuerhalten.

Dieser zusätzliche Gasbedarf erfolgt oft stufenweise und ist isoliert schwer zu erkennen. Über die Zeit wird dieser jedoch in den normalen Betriebsbedingungen eingebettet und erhöht stetig den Verbrauch und die Betriebskosten, ohne dass eine entsprechende Steigerung der Produktion erfolgt.

5. Einfluss auf Investitionsentscheidungen

Die Lösung für Leckagen ist in den meisten Fällen einfach: das Leck lokalisieren und beheben. Wenn Lecks jedoch unentdeckt bleiben oder ihre wahre Auswirkung nicht gut verstanden wird, können im Betrieb falsche Schlussfolgerungen gezogen werden. Dann kann ein unentdecktes Leck Investitionsentscheidungen beeinflussen. Ein System, das konstant unter den Erwartungen bleibt, kann zu der Entscheidung führen, in zusätzliche Pumpenkapazität zu investieren. Tatsächlich kann die Ursache jedoch ein Leck sein, das sich zu einem Bruchteil dieser Kosten hätte erkennen und beheben lassen.

Ursachen eines Lecks

Leckagen sind selten das Ergebnis eines einzelnen Fehlers, sondern eher schrittweiser Verschleiß oder kleine Unvollkommenheiten im System. Zu verstehen, wo Lecks entstehen, ist der erste Schritt, um deren Auswirkungen zu kontrollieren. Die häufigsten Ursachen sind:

1. Dichtungen und O-Ringe: Elastomerdichtungen altern im Laufe der Zeit. Sie härten aus, verlieren an Elastizität, verformen sich unter dauerhafter Last oder werden durch Temperatur und chemische Einflüsse beeinträchtigt. Was einst eine gleichmäßige, zuverlässige Abdichtung war, verliert allmählich an Wirkung und ermöglicht Lufteinbruch unter Vakuumbedingungen.

2. Sich lösende Verbindungen: Mechanische Vibration, Temperaturwechsel und wiederholter Betrieb können dazu führen, dass Verbindungen sich im Laufe der Zeit lösen. Lecks können auch aus Montagefehlern entstehen, beispielsweise durch falsch ausgerichtete Flansche, ungleichmäßige Anzugsdrehmomente oder geringfügigen Oberflächenschäden. Unter Vakuum werden diese kleinen Unvollkommenheiten zu Leckstellen.

3. Schweiß- oder Lötfehler: Herstellungsfehler wie Porosität, unvollständige Verschmelzung oder Mikrorisse können über längere Zeiträume unauffällig bleiben. Unter mechanischer Belastung, Druckschwankungen oder Temperaturwechsel können sich diese Defekte jedoch ausbreiten und zu Lecks entwickeln.

4. Lochfraß: Korrosion verursacht durch Feuchtigkeit, aggressive Gase oder Nebenprodukte des Prozesses kann die Materialoberflächen allmählich angreifen. Im Laufe der Zeit verringert lokaler Lochfraß die Wandstärke und schafft mikroskopische Wege für Lufteinbruch.

Lecksuche als präventive Strategie

Angesichts ihres verborgenen, aber kumulativen Einflusses müssen Lecks proaktiv statt reaktiv behandelt werden. In der Praxis bedeutet das:

- **Optimierung des Systemdesigns zur Verringerung des Leckrisikos**, zum Beispiel durch Auswahl von Materialien, die zum Betriebsdruck passen, und durch Minimierung von Verbindungen, Rohrbögen und

Totvolumen.

- **Sicherstellung sorgfältiger Installation und Wartung**, dazu gehören der sachgemäße Umgang mit Bauteilen und die Überprüfung der Dichtheit des Systems nach Stillständen oder Eingriffen. Falls erforderlich, sollten zudem Ausheizverfahren eingesetzt werden, um eingeschlossene Feuchtigkeit und Gase zu entfernen.
- **Integration der Lecksuche in die routinemäßige vorbeugende Wartung**, mit gezielten Kontrollen in Risikobereichen wie Schweißnähten, Flanschen und Dichtungen. Die Verwendung von Referenzwerten für die Leckrate helfen zudem, die Dichtheit des Systems langfristig zu überwachen.

Fazit

Leckagen lösen selten Alarmer aus, beeinflussen jedoch kontinuierlich den Energieverbrauch, die Produktivität und die Produktqualität.

Da diese Effekte schrittweise sind, werden sie oft als Teil des normalen Betriebs akzeptiert. In Wirklichkeit stellen sie verborgene, aber fortlaufende Kosten dar, die im Tagesgeschäft verankert sind.

Zur Vermeidung von Lecks ist ein proaktives Vorgehen erforderlich: Lecks sollten frühzeitig erkannt und Reparaturen mit hoher Priorität durchgeführt werden.

Wer dies erfolgreich umsetzt, bewirkt mehr, als nur Ineffizienz zu reduzieren. Sie schützen die Prozessstabilität, verbessern die Produktivität und vermeiden unnötige Investitionen, was letztlich sowohl die betriebliche Leistung als auch die Rentabilität stärkt.

Busch Group

Berliner Straße 43
35614 Aßlar
Deutschland

Sandra Thirtle-Höck (Head of Communications Busch Group)

06441 802 – 1460

sandra.hoeck@buschgroup.com

www.buschgroup.com

Portrait

Über die Busch Group

Die Busch Group ist weltweit einer der größten Hersteller von Vakuumpumpen, Vakuumsystemen, Gebläsen, Kompressoren, Kammern und Abgasreinigungssystemen. Unter ihrem Dach vereint sie die beiden bekannten Marken Busch Vacuum Solutions und Pfeiffer Vacuum+Fab Solutions.

Das umfangreiche Produkt- und Serviceangebot umfasst Lösungen für Vakuum-, Überdruck- und Abgasreinigungsanwendungen in allen Branchen, wie zum Beispiel Lebensmittel, Halbleiter, Analytik, Chemie und Kunststoff. Dazu gehören auch die Konzeption und der Bau maßgeschneiderter Vakuumsysteme sowie ein weltweites Servicenetz.

Die Busch Group ist ein Familienunternehmen, dessen Leitung in den Händen der Familie Busch liegt. Mehr als 8.000

Mitarbeiter in 47 Ländern weltweit arbeiten für die Gruppe. Der Hauptsitz von Busch befindet sich im baden-württembergischen Maulburg, im Dreiländereck Deutschland–Frankreich–Schweiz.

Die Busch Group produziert in ihren 20 eigenen Werken in China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Rumänien, der Schweiz, Südkorea, Tschechien, den USA und Vietnam.

Sie hat einen konsolidierten Jahresumsatz von 2 Milliarden Euro.

News-ID: 1321133 • Views: 77 (Stand: 24.08.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1321133/Die-wahren-Kosten-eines-Lecks.html>