

Wasserstoffverdichter H2H2p

Die neue Art umweltfreundlich zu verdichten – Der thermische Verdichter
Verdichten ohne Strom



Thermischer Verdichter zur Befüllung von Wasserstofftrailer am Standort Visp, Wallis, Schweiz

Produktbeschreibung

Der Wasserstoffverdichter H2H2p (Heat to H2 pressure), auch thermischer Verdichter genannt, erfüllt seine Kompressionsaufgabe durch den Einsatz von Wärme statt von elektrischem Strom. Kernstück ist die Verwendung von speziellen Metallhydriden. Hier wird die Eigenschaft der Ab- und Desorption von Wasserstoffatomen aus einer Metallstruktur zu Nutze gemacht. Die Absorption, genauer gesagt die Chemisorption, erfolgt bei niedrigem Druck (z. B. Abgedruck einer Elektrolyse) bei der Befüllung eines mit einer speziellen Metalllegierung gefüllten Behälters. Nach vollständiger Absorption (maximale Wasserstoffaufnahme der metallischen Struktur) wird durch Wärmezufuhr (z. B. Abwärme) das System aufgeheizt, bis der gewünschte Druck erreicht wird. Dieser hängt vom Temperaturniveau der eingesetzten Wärme ab. Der Wasserstoff wird dabei desorbiert und kann mit erhöhtem Druck abgeführt werden. Für einen nächsten Adsorptionsschritt wird der Behälter auf Startbedingungen abgekühlt.

Um einen kontinuierlichen Volumenstrom zu erreichen, werden bis zu vier Behälter mit Metallhydrid, zyklisch versetzt, parallel betrieben. Die gesamte Verdichtungseinheit, einschliesslich Steuerung, befindet sich in einem handelsüblichen Container. In einem weiteren Container wird, je nach Wärmeart (Dampf, Rauchgas, Thermalöl, Heisswasser, Wärmepumpe, usw.), die Heizeinheit mit eventueller Wärmerückgewinnung untergebracht.

Je nach verfügbarem Temperaturniveau, der benötigten Wärme und des gewünschten Abgedruckes kann der Verdichter auch zweistufig gestaltet werden, um die Anforderungen zu erfüllen. Für den Industriemarkt werden von Messer standardisierte Industrieverdichter mit Drücken bis zu 380 bar angeboten.

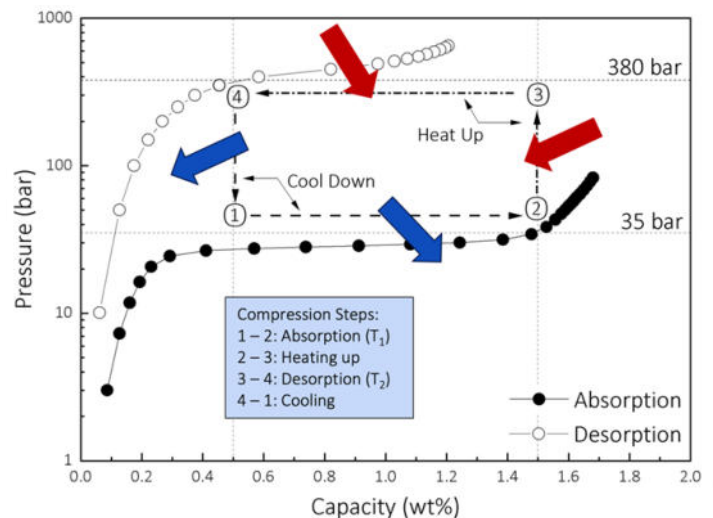
Mit Metallhydriden lassen sich sowohl sehr kompakte Wasserstoffspeicher als auch Wasserstoffverdichter bauen, die den Wasserstoff ohne bewegte Teile aufgrund der Thermodynamik und der Materialeigenschaften verdichten.

Die Kombination von Metallhydrid-Speicher und -Verdichter erlaubt, den Wasserstoff direkt von einer Elektrolyse zu adsorbieren (Speicherfunktion) und schliesslich nach Bedarf direkt verdichtet der Anwendung zuzuführen. Der wesentliche Vorteil ist, dass man kein Wasserstoff separat gespeichert werden muss, was einen grossen Sicherheitsgewinn darstellt. Die Speicherung erfolgt bei nur 10 bis 35 bar, je nach Wasserstoffquelle.

Funktionsprinzip

Der Wasserstoffverdichter H2H2p basiert auf einer ressourcenschonenden und nachhaltigen, innovativen Technologie: Die Metallhydrid-Wasserstoffkompression. Der zugeführte Wasserstoff wird atomar an der Struktur einer besonderen pulverförmigen Metalllegierung chemisch adsorbiert. Aus der Legierung entsteht ein Metallhydrid. Es stellt sich dabei ein Druckgleichgewicht zwischen der festen und der gasförmigen Phase ein. Bei vollständiger Beladung des Metalls wird der Zustrom gestoppt. Im nächsten Schritt erhöht die Zufuhr von Wärme den Druck, der durch das Temperaturniveau bestimmt wird, und löst den gebundenen Wasserstoff aus dem Metallhydrid wieder heraus. Nach Erreichung des Wunschdruckes wird der Austritt geöffnet und der Wasserstoff strömt heraus. Es wird weiter Wärme zugeführt, um das Druckgleichgewicht zu halten und die Desorption fortzuführen. Am Ende des Zyklus verbleibt die ursprüngliche Metalllegierung im Behälter.

Die Eigenschaft der Ab- und Desorption von Wasserstoff an einer besonderen Metalllegierung kann so zur Verdichtung des Nutzgases Wasserstoff genutzt werden.



Typischer Verdichtungszyklus bei der Metallhydridtechnologie

Thermochemischer Prozesszyklus:

1. Wasserstoff wird bei niedriger Temperatur absorbiert
2. System wird aufgeheizt, bis zum Gleichgewicht beim Enddruck
3. Wasserstoff wird bei erhöhter Temperatur desorbiert
4. Das System wird auf die ursprüngliche Temperatur gekühlt

Die Verdichtung verläuft chargenweise. Für eine kontinuierliche Versorgung werden daher mehrere Metallhydridbehälter parallel eingesetzt. Auch die Verwendung von zusätzlichen geometrischen Wasserstoffspeichern kann in Einzelfällen, je nach Aufgabenstellung, nötig sein.

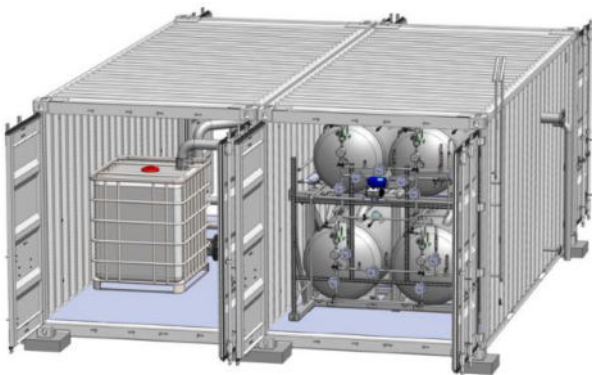
Individuell anpassbar

Die Verdichtungseinheit kann beliebig skaliert werden. Die Funktion ist nicht abhängig von einer geometrischen Form des Metallhydridbehälters. So kann jeder beliebige zugeführte Wasserstoffstrom verarbeitet werden. Dabei spielt es keine Rolle, mit welchem Druck und welcher Temperatur dieser zugeführt wird bzw. auf welchem Druck er verdichtet werden soll. Der thermische Verdichter arbeitet wie der konventionelle Verdichter mit einem Verdichtungsverhältnis (Eintritt- zu Austrittsdruck). So können individuelle Aufgaben gelöst werden.

Messer bietet eine Standardgrösse mit einer ein- oder zweistufigen Ausführung an, die eine breite Palette von Anwendungen der Industrie abdecken kann.

Sämtliche Komponenten sind für den vorgesehenen Einsatz getestet und verfügen, wo benötigt, die entsprechenden Zertifizierungen. Dadurch können Lieferzeiten gekürzt, Komponenten einheitlich verwendet werden und so die Investition attraktiver machen.

Ein und dieselbe Verdichtereinheit kann, bei Bedarf, unterschiedliche Drücke erzeugen. Einfach die Temperatur der Wärmezufuhr ändern und schon erhält man einen anderen Druck. Es erfordert keinen Umbau.



Modulare Bauweise zur einfachen Gestaltung und Erweiterung

Sowohl die Verdichtungseinheit als auch das Heizsystem können auf jeweils einen Skid oder im eigenen Container installiert werden. Das ermöglicht die Installation in vorhandenen Räumlichkeiten und eine Erweiterung der Leistung durch Anschliessen weiterer Einheiten.

Bei ungünstigen baulichen Verhältnissen kann der Verdichter H2H2p an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Das Heizsystem kann ebenfalls beliebig gewählt und modular an die Verdichtungseinheit angeschlossen werden. So lassen sich, unabhängig vom Medium, verschiedene Wärmequellen nutzen.

Die Technik

Als Wasserstoffquelle kann neben einer Elektrolyse auch eine Versorgung von Wasserstoff durch ein Gasversorgungsunternehmen wie Messer dienen. Das kann bei geringeren Mengen oder als Zwischenlösung bis zur Installation einer Elektrolyse, evtl. mit eigener regenerativer Stromerzeugung, wirtschaftlich sinnvoll sein.



Mit Metallhydrid gefüllte Stacks in einer Verdichtungseinheit

Beim Wasserstoffverdichter H2H2p werden nur ausgereifte und hochwertige Materialien eingesetzt, die allen rechtlichen, normativen und materialtechnischen Erfordernissen für Wasserstoff vollständig genügen.

Die gesamte Technik ist in einem wetterbeständigen und robusten, marktüblichen Container eingebaut. Der Container ist so konzipiert, dass ein Zugang zu den inneren Komponenten von beiden Stirnseiten leicht möglich ist.

Das Einlagerungssystem für den Wasserstoff zeichnet sich durch Kompaktheit, hervorragende Sicherheitseigenschaften, eine hohe Dichte und eine lange Lebensdauer aus. Die im Speichersystem verwendeten Materialien sind ungiftig und einfach zu handhaben. Sie werden in anwendungsspezifisch optimierten Druckbehältern, sogenannte Stacks, verarbeitet und containerisiert. Diese Stacks entsprechen den einschlägigen Vorschriften und Normen und werden vor Verlassen des Werks einer strengen Qualitätsprüfung unterzogen. Eine wichtige Folge der Konstruktionsentscheidungen ist, dass um die Stacks keine ATEX-Zone entsteht, was viele Projekte und Anwendungen erleichtert.

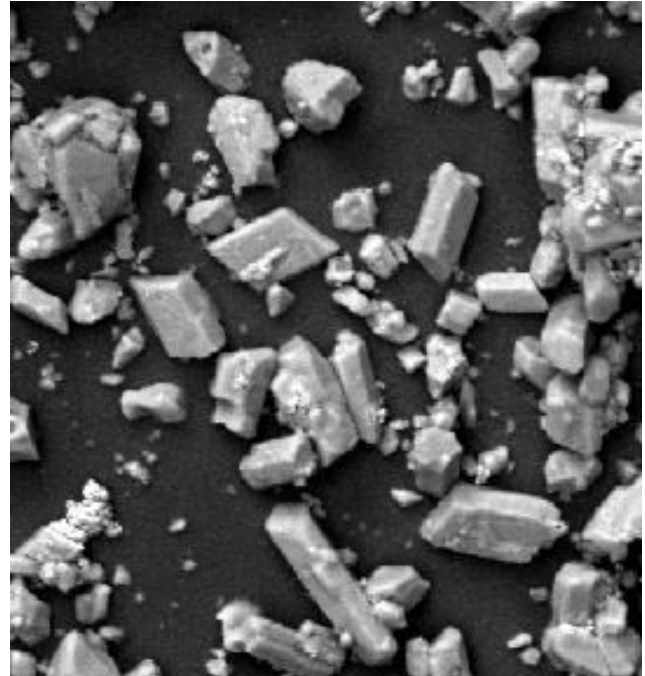
Die Konzeption des Systems basiert auf strengen Qualitätsanforderungen. Der Wasserstoffverdichter H2H2p wird mit einer Konformitätsbescheinigung geliefert. Die CE-Konformität bezieht sich auf folgende Richtlinien:

- ATEX-Richtlinie 2014/34/EU
- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU
- Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU

Die Einhaltung weiterer spezifischer und lokaler Vorschriften und Normen kann bei Auftragserteilung geprüft werden.

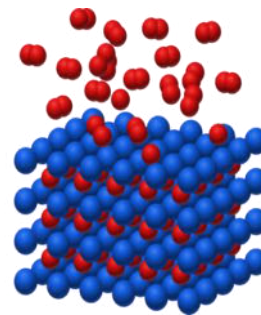
Das Metallhydrid

Kernkomponente des Wasserstoffverdichters ist das Metallhydrid. Metallhydride sind Metalle, welche auf den Zwischengitterplätzen Wasserstoff einlagern können und dabei die Wasserstoffdichte auf die doppelte Dichte von flüssigem Wasserstoff und die ca. 4-fache Dichte von Wasserstoff bei 700 bar entspricht. Dieser Vorgang lässt sich mit einem trockenen Schwamm vergleichen. Erhöht man dann die Temperatur, so steigt im Metallhydrid der Druck an und der Wasserstoff wird wieder abgegeben. Mit Metallhydriden lassen sich so Wasserstoff-Kompressoren bauen, welche den Wasserstoff ohne bewegte Teile aufgrund der Thermodynamik und der Materialeigenschaften komprimieren. Als Wärmequellen dienen sämtliche verfügbare Arten von Wärmen und Abwärmen mit einem Temperaturniveau, abhängig von der gewünschten Druckaufgabe, zwischen 50 und 200 °C. Mit diesem Prinzip lassen sich Drücke von bis zu 1000 bar realisieren.



Mikroskopische Aufnahme eines Metallhydrids

Die Gitterstruktur von Metallhydriden beruht auf dichtesten Kugelpackungen von Metallatomen. Die Zwischenräume werden mit Wasserstoffatomen aufgefüllt und in diese eingelagert. Dabei entsteht eine feste Lösung, in der die Metallstruktur unverändert erhalten bleibt.



Wasserstoff, der in das Gitter des festen Trägermaterials eintritt

Bei der Wasserstoffeinlagerung werden zunächst die an der Metalloberfläche adsorbierten Wasserstoffmoleküle in Wasserstoffatome gespalten und diese dann in das Gitter aufgenommen.

Modellvarianten

Parameter	HyCo 10-220	HyCo 10-380	HyCo 30-220	HyCo 30-380	HyCo 30-220S	HyCo 30-380S
Eingangsdruck (barg)	10 – 30	10 – 30	30 – 70	30 – 70	30 – 70	30 – 70
Ausgangsdruck (barg)	50 – 220	50 – 380	50 – 220	50 – 380	50 – 220	50 – 380
Kapazität (kg _{H2} /h)	30	30	30	30	30	30
# Stufen	2	2	2	2	1	1
Kühltemperatur (°C) ¹	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 15
Heiztemperatur (°C) ²	>160	>177	>135	>165	>180	>205
Kommentar	Durchfluss am Auslass nicht konstant					

¹ Temperatur der vom Benutzer bereitgestellten Kühlflüssigkeit (maximal)

² Temperatur der vom Benutzer bereitgestellten Heizflüssigkeit (Minimum)

Den thermischen Wasserstoffverdichter gibt es in 6 Standard-konfigurationen und kann mit folgenden Optionen geliefert werden:

Vollständig ausgestatteter Container: Das System kann als vollständig integriertes System in einem 20ft-ISO-Container geliefert werden. Der Container ist komplett ausgestattet mit Belüftung, Gasdetektor, Entlüftungsleitungen, usw. Er wird für die Installation in besonders exponierter Umgebung empfohlen.

Integrierter Luftkompressor: Wenn am Aufstellungsort keine Druckluft verfügbar ist, kann der Luftkompressor integriert werden.

Blitzschutz für Container: Ein Standard-Blitzschutzsystem wird als Option angeboten, wenn die Container-Version des Produkts gewählt wird.

Brand- und Rauchmelder: Ein Standard-Setup wird als Option angeboten, wenn die containerisierte Version des Produkts gewählt wird.

Für die Ansteuerung der Ventile wird Druckluft benötigt.

Zur Aufstellung der Container werden lediglich Streifenfundamente zur Sicherstellung einer ebenen Positionierung der Container bei unebenen und weichen Untergründen benötigt. Ansonsten kann der Container ohne weitere Baumaßnahmen aufgestellt werden.



Auslegung

Für die korrekte Wahl des Wasserstoffverdichters H2H2p sind die Parameter des vorhandenen Wasserstoffs wie Volumenstrom, Temperatur und Druck sowie den gewünschten Lieferdruck erforderlich. Zudem muss die verwendete Wärmequellenart, der verfügbare Wärmestrom und dessen Temperaturniveau bekannt sein.

Bauseitig wird noch elektrischer Strom für die Versorgung der Steuerungseinheit und einzelner Messinstrumente.

Service und Beratung

Gerne unterstützen wir und beraten Sie bei der Planung und Installation des für Sie geeigneten Wasserstoffverdichters bzw. -versorgung. Neben der Lieferung von Hardwarekomponenten, kann Messer auch die komplette Installation vornehmen sowie eine sichere Wasserstoffversorgung anbieten.

Unsere fast hundertjährige und qualifizierte Erfahrung im Wasserstoffbereich in den unterschiedlichsten Industriebereichen steht unseren Kunden zur Verfügung. Messer kann Sie in ihren Projekten aktiv und professionell unterstützen.

Vorteile auf einen Blick

Keine beweglichen Teile >>> keine Verschleisssteile, keine Ersatzteile nötig, keine Serviceintervalle, keine Servicekosten

Wartungsarm

Geräuschlose Verdichtung >>> Überall aufstellbar (auch in Wohngebieten), kein Gebäude mit Schallschutz erforderlich

Keine Vibrationen >>> keine Dämpfung erforderlich

Nutzung von Abwärme als Energieantrieb >>> höhere Energieeffizienz gegenüber konventioneller Verdichtung, geringere Betriebskosten

Individuell anpassbar >>> kann für eine individuelle Aufgabe gestaltet werden, keine Verdichterabstufungen

Für unterschiedliche Druckaufgaben verwendbar >>> gleicher Verdichter kann unterschiedliche Drücke liefern

Second life möglich >>> Wird die Aufgabe beendet, kann der Verdichter in einem anderen Projekt mit anderem Druck verwendet werden

Modular erweiterbar >>> Bei Wachstum kann der Verdichter modular erweitert werden

Netzwerkfähig >>> Sämtliche Daten können elektronisch verwertet werden, Telemetrie, Fernsteuerung

Umweltfreundlich >>> Der Verzicht von Strom und die Nutzung von Abwärme sorgen zweimal für eine Umweltentlastung

Wetterbeständig >>> Robuste Containerbauweise, keine Anfälligkeit

In bestehende Energiekonzepte integrierbar >>> Verfügbare, ungenutzte Wärmen können verwendet werden

Höchster Sicherheitsstandard >>> hundertjährige Erfahrung im Wasserstoffbereich, Verwendung ausgereifter Komponenten

Höhere Wirtschaftlichkeit in der Gesamtbetrachtung >>> Gesamtinvestition (Anlage, Schutzmassnahmen, Baumassnahmen) niedriger als bei konventioneller Verdichtung bei zusätzlich deutlich geringeren Betriebskosten

*Auf Grund von Weiterentwicklungen sind Änderungen vorbehalten.
06/2024*