

Bewezen oplossingen uit de automatisering

Waterstof: veilig van productie tot gebruik

Ostfildern, 21 mei 2025 – **Als energiedrager heeft waterstof wereldwijd een groot potentieel voor klimaatbescherming en speelt het een sleutelrol bij het behalen van klimaatdoelstellingen. Aan de productie, het transport, de opslag en het gebruik van waterstof zijn echter risico's verbonden, aangezien het gas kleur- en reukloos en tegelijkertijd licht ontvlambaar is. De complete veilige oplossingen van Pilz bieden bescherming voor de hele waardeketen van de energiebron. Ze zorgen voor een betrouwbare, dynamische bewaking van procesgrootheden en hele processen. Ze dragen ertoe bij dat waterstof niet alleen schoon, maar ook safe en secure is.**

Er zijn veel mogelijke toepassingen voor waterstof: Duurzaam geproduceerde waterstof, de zogenaamde “groene waterstof”, speelt een belangrijke rol in energie-intensieve productielocaties, zoals de chemische of staalproductie, omdat het fossiele brandstoffen kan vervangen en de CO₂-uitstoot kan verminderen. Het kan ook worden opgeslagen en indien nodig weer worden omgezet in elektriciteit of worden gebruikt als brandstof voor brandstofcelvoertuigen. Waterstof biedt kansen maar levert ook risico's op. Het is licht ontvlambaar en zeer explosief, zelfs als er slechts kleine hoeveelheden in de lucht terechtkomen: ontsteking is al mogelijk bij een waterstofgehalte van slechts vier procent in de lucht. Lucht en waterstof mogen daarom niet ongecontroleerd gemengd worden om het risico van ontsteking door een vonk of hitte te vermijden. Zowel voor de veilige productie,

de hantering, als het gebruik zijn passende veiligheidssystemen vereist.

Veiligheidstechnische vereisten voor waterstof

Gasdichtheid, robuustheid van afsluiters en druckbestendigheid en dichtheid van leidingen, sensoren en kleppen zijn in de waterstofindustrie van groot belang. Een gaslek, te hoge druk of een lekkende klep kunnen bijvoorbeeld ernstige gevolgen hebben voor mensen, installaties en het milieu. Daarom worden veiligheidstaken vaak gerealiseerd in de vorm van speciale materiaaleigenschappen en mechanische afmetingen: hoe robuuster bijvoorbeeld afsluiters zijn, hoe veiliger ze in het gebruik zijn. Bij het tanken van waterstof in voertuigen of treinen zijn immers de hoogste procesdrukken vereist.

Waterstof wordt meestal opgeslagen in gasvormige toestand onder hoge druk, tussen 200 en 900 bar. Dit verhoogt de energie-inhoud per kubieke meter. Gasvormige waterstof is zeer vluchtig. Als een van de lichtste elementen verspreidt het zich snel in de hoogte en vermengt het zich met lucht. Het kan problematisch worden wanneer waterstof zich verzamelt in gesloten structuren of gebouwen, waardoor het risico op ontbranding of explosie toeneemt. Dit komt omdat waterstof uiterst ontvlambaar is en zelfs kleine vonkjes of warmtebronnen dan al tot een explosie kunnen leiden. Daarom vormen zelfs de kleinste lekken in waterstofleidingen, kleppen, schroefverbindingen en tanks een serieus risico. Waterstof is ook een kleurloos en reukloos gas. Waterstofbranden zijn daarom vaak moeilijk te lokaliseren en te blussen.

Het heeft voordelen om de veiligheid niet uitsluitend te beperken tot een test in statische toestand. Beproefde en beschikbare

veiligheidsprincipes uit de automatisering en de functionele veiligheid kunnen worden toegepast in de waterstofindustrie. De oplossingen helpen om veiligheid altijd te beschouwen als een overkoepelende bewakingsfunctie van componenten en hun functionele verband in de procesketen. Naast de statische veiligheidseigenschappen van de componenten kunnen veilige, beproefde automatiseringsoplossingen bijvoorbeeld voor dynamische druk- en temperatuurbewaking of veilige naleving van belastinglimieten van nageschakelde structuren zorgen. De besturingssystemen van Pilz detecteren op betrouwbare wijze gaslekken door analyse van gasdetectoren, en bewaken veilig temperatuur, druk, vulpeil, spanning en stroom, maar ook de noodstop. Ze detecteren fouten in milliseconden en starten vooraf gedefinieerde veiligheidsreacties die de mens en de installatie beschermen.

Veilig produceren: elektrolyse en stoomreforming

Waterstof kan op verschillende manieren worden geproduceerd. Bij elektrolyse wordt een elektrische stroom gebruikt om water te scheiden in zijn bestanddelen en uiteindelijk gasvormige zuurstof en waterstof te produceren. Voor de verschillende elektrolyseprocessen gelden verschillende veiligheidstechnische overwegingen. Voor veel van de processen zijn een hoge druk en hoge temperaturen vereist, die moeten worden bewaakt en geregeld om ongelukken te voorkomen. Bij PEM-elektrolyse bijvoorbeeld is de overdrukventielontlasting een belangrijk veiligheidsmechanisme waarbij het ventiel automatisch opengaat en overtollige waterstof kan ontsnappen. De veilige kleine besturing PNOZmulti 2 van Pilz heeft zich in alle branches bewezen voor de bewaking van veiligheidsfuncties, zoals gasdruk. Dit is voornamelijk te danken aan de hoge meetnauwkeurigheid van deze veiligheidstechnische

waarden, op basis waarvan een veiligheidsmaatregel wordt geïnitieerd – dit maakt installatiedelen die gebruikmaken van de veilige kleine besturing bijzonder efficiënt en veilig.

Naast de druk kunnen ook andere veiligheidsfuncties die nodig zijn bij het productieproces van waterstof met hoge nauwkeurigheid worden bewaakt, zoals temperatuur, vulniveau en gas- en lekdetectie. Voor elektrolyzers bewaakt de PNOZmulti 2 ook de gelijkrichterspanning en -stroom. Dit is belangrijk omdat bijvoorbeeld schommelingen of te hoge voltages de cellen sneller kunnen doen slijten en tot voortijdige slijtage kunnen leiden.

Een ander proces om waterstof te produceren uit koolstofhoudende energiebronnen en water, is stoomreforming. Een brandstof, zoals aardgas of methanol, reageert daarbij met waterdamp bij hoge temperaturen en hoge druk. Hierbij ontstaan waterstof en kooldioxide. Dit proces vereist hoge temperaturen, die worden bereikt met behulp van branders. In de norm „ISO 16110-1:2007: waterstofgeneratoren die gebruikmaken van brandstofbehandelingstechnologieën – Deel 1: veiligheidsnorm” worden alle essentiële gevaren zoals EMC, elektrische aspecten, hogedrukaspecten, preventie van explosies enz. met betrekking tot de veiligheid van de waterstofproductie uit fossiele brandstoffen uitgelegd. De kleine besturing PNOZmulti 2 Burner en het automatiseringssysteem PSS 4000 kunnen niet alleen temperaturen en druk veilig bewaken, maar ook de brandertechniek veilig besturen en bewaken.

Efficiënte en veilige opslag en transport

Na de productie kan waterstof op verschillende manieren worden opgeslagen en getransporteerd, afhankelijk van het productieproces, de afstand en de behoeften van de eindgebruiker. De energiebron

kan in samengeperste vorm worden getransporteerd, bijvoorbeeld per spoor, over het water of over de weg. Om waterstof efficiënt en veilig te kunnen transporteren, moet deze eerst worden opgeslagen, bijvoorbeeld met behulp van gasopslag onder druk. Hierbij wordt de energiebron sterk samengeperst en opgeslagen in speciale hogedruktanks. Omdat waterstof een zeer licht en vluchtig gas is, moet de druk worden bewaakt om de stof efficiënt te kunnen opslaan. Speciale veiligheidsmaatregelen zijn hier essentieel, omdat een te hoge of te lage druk ernstige gevolgen kan hebben.

Een liner voor waterstof is een belangrijk onderdeel van drukvaten voor waterstof. Drukvaten worden aan de binnenkant met een liner bekleed voor een veilige afdichting en opslag van de waterstof. Het drukverschil tussen de binnen- en buitenkant van het drukvat verandert aanzienlijk wanneer de druk verandert – bijvoorbeeld wanneer het drukvat gevuld wordt, wanneer er waterstof wordt gelost of wanneer de temperatuur schommelt. Wanneer deze snelle drukveranderingen vaker voorkomen, kunnen ze spanningen in het composietmateriaal veroorzaken. Het gevolg: delaminatie van het materiaal (de afzonderlijke lagen van het materiaal laten van elkaar los), een kortere levensduur van het drukvat en lekkages en, in het ergste geval, explosies. Bij het vullen en legen van de tanks moeten speciale veiligheidsmaatregelen worden getroffen om de waterstoftanks en vooral de mensen in de buurt van de overdrachtsplaatsen te beschermen.

De veilige, industrieel beproefde kleine besturing PNOZmulti 2 van Pilz bewaakt overdrachtsprocessen betrouwbaar met failsafe verwerking van analoge waarden – en stopt een proces onmiddellijk in geval van een storing. In het Duitse Bremerhaven vertrouwt GP JOULE op

veiligheidsoplossingen van Pilz. Het energiebedrijf zet overtollige elektriciteit om in CO₂-neutrale waterstof, slaat deze op in tanks op speciale vrachtwagentrailers en levert het licht ontvlambare gas aan waterstoftankstations in de stad. Hier tanken onder andere voertuigen van Bremerhaven Bus de groene energie. Het vullen en legen van de mobiele hogedrukvatens verloopt op alle overdrachtsplaatsen even eenvoudig, snel en vooral veilig.

Hoog veiligheidsniveau

Druk- en temperatuurbewaking en vul- en leegsnelheid – De fabrikanten van waterstoftanks geven grenswaarden voor het vullen en legen aan. De drukregelklep en de besturings- en bewakingsfunctie in de dispenser (waterstoftankinstallatie) moeten er vervolgens voor zorgen dat deze waarden in elke bedrijfstoestand worden gehandhaafd. Een belangrijke taak, want deze waterstofbron is uiteindelijk ook verantwoordelijk voor de veiligheid van de zogenaamde waterstofput, d.w.z. de opslagtank waarin de waterstof stroomt (zoals een voertuig). Er is geen elektrisch bedienbare afsluitklep in de waterstofput die de druk of de doorstroming actief kan beperken. Dit maakt de uitwisseling van veiligheidsgerelateerde gegevens tussen de waterstofbron en -put lastig. Een veiligheidsbesturing aan de kant van de waterstofbron beschermt beide kanten en dus het hele vul- of leegproces.

Met drukhellingbewaking (gradiëntbewaking) kunnen variabele procesgrootheden betrouwbaar worden gecontroleerd en kunnen afwijkingen of fouten vroegtijdig worden herkend. De veilige kleine besturing PNOZmulti 2 maakt gebruik van failsafe verwerking van analoge waarden om te zorgen dat de druk, temperatuur en laad- en lossnelheid van de waterstof binnen relevante parameters of kritieke

grenswaarden blijven. Het systeem bestaat uit de basismodule PNOZ m B1 met verschillende invoermodules voor analoge waarden, die de vereiste hoge resolutie met een lage theoretische foutafwijking garanderen, plus een relais-uitgangsmodule voor het aansturen van de veiligheidsventielen. Bovendien kunnen veldbuspoorten worden uitgebreid zodat diagnosegegevens eenvoudig met de procesbesturing kunnen worden uitgewisseld. De bouwsteen “Safe ramp monitoring” die is geïntegreerd in de softwaretool PNOZmulti Configurator bewaakt op betrouwbare wijze de grensparameters voor drukkewaking die in een opslagtank moeten worden aangehouden. Als een waarde wordt overschreden of niet wordt bereikt, zet de veilige kleine besturing PNOZmulti 2 een noodzakelijke reactie in gang – bijvoorbeeld het sluiten van een ventiel of het verlagen van het vermogen van een compressor. Een analoge ingang van de PNOZmulti 2 haalt een veiligheidstechnische nauwkeurigheid van 1 procent. Als bijvoorbeeld een drukbereik van 0 tot 1000 bar moet worden bewaakt, is de meettechnische afwijking bij een meetbereik van 1000 bar slechts 10 bar. Ter vergelijking: bij een veiligheidstechnische nauwkeurigheid van een veilige analoge ingang van “slechts” 5% zou de meetafwijking bijvoorbeeld al 50 bar zijn. Dit maakt een nauwkeurige grenswaarde-instelling mogelijk met dynamische grenswaardebewaking tot veiligheidsniveau SIL 3 conform IEC 62061.

Betrouwbaar tanken bij het waterstoftankstation

Een belangrijke toepassing van waterstof is de aandrijving van voertuigen. Om waterstof te kunnen gebruiken als brandstof in verbrandingsmotoren is een passende infrastructuur nodig. Waterstoftankstations (HRS) zijn daarom cruciaal voor de

ontwikkeling van waterstofmobiliteit. Een waterstoftankstation bestaat uit een compressieruimte waarin het gas tot 1000 bar kan worden samengeperst, een koelsysteem, hogedrukopslag tanks en de brandstofpomp. De installatie en het beheer van een waterstoftankstation wordt goedgekeurd door de lokale autoriteiten en is onderworpen aan nationale of regionale wetgeving. De veiligheidsfuncties waarmee rekening moet worden gehouden in het waterstoftankstation zijn onder andere waterstoflek-, vlam- en rookdetectie en temperatuur- en drukkewaking. In Frankrijk zorgt het automatiseringssysteem PSS 4000 van Pilz bij ruim 10 openbare tankstations voor de veiligheid bij het tanken van waterstof. Pilz Frankrijk werkt daar sinds 2023 samen met het bedrijf Hydrogen Refuelling Solutions (HRS). Dankzij de gedecentraliseerde structuur en de gedecentraliseerde failsafe analoge ingangen van PSS 4000 kan het hele systeem worden opgezet met korte bekabelingstrajecten en een modulair ontwerp.

Functionele veiligheid heeft Industrial Security nodig

Met de vorming van digitale netwerken en de gedecentraliseerde opbouw van installaties en systemen in de waterstofindustrie wordt het onderwerp Industrial Security steeds belangrijker. Het gaat hierbij om de beveiliging van besturingsnetwerken in productie- en industriële installaties voor fabrieksautomatisering en procesbesturing. Om onrechtmatige toegang tot het besturingsnetwerk te voorkomen, moeten potentiële zwakke plekken tijdig worden ontdekt en verholpen. Een voorbeeld is toegang op afstand tot een container voor waterstofproductie, die de status van het systeem controleert. Als het risico bestaat dat veiligheidsrelevante delen van het systeem via deze verbinding ongeautoriseerd kunnen

worden gewijzigd, moet dit deel van het systeem extra worden beveiligd. Omdat het een veilige werking garandeert. Systemen voor toegangs- en autorisatiebeheer, zoals I.A.M. (Identification and Access Management) van Pilz, ondersteunen bij de authenticatie van gebruikers en de bedrijfsmoduskeuze of de gegevens- en netwerkbeveiliging tot het toegangsbeheer.

Een uniforme benadering van Safety en Security

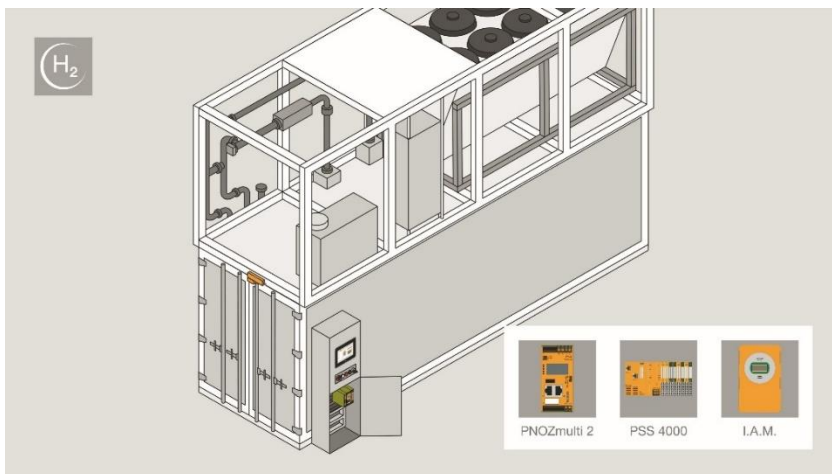
Automatiseringsoplossingen kunnen een waardevolle aanvulling vormen op de klassieke mechanische veiligheidsvoorzieningen van de waterstofindustrie. Functionele veiligheid houdt namelijk altijd rekening met de hele levenscyclus van beveiligingsinrichtingen. Een end-to-end systematische en functionele veiligheidsbenadering beschermt de mens, de installatie en het milieu – van de productie van de energiedrager tot het gebruik ervan in het waterstoftankstation. Pilz is er ook van overtuigd dat alleen een uniforme benadering van Safety en Security een allesomvattende bescherming kan garanderen. Security beschermt de beschikbaarheid van installaties en machines tegen manipulatie en bedieningsfouten.

((Tekens: 15.041))

Beeldmateriaal:



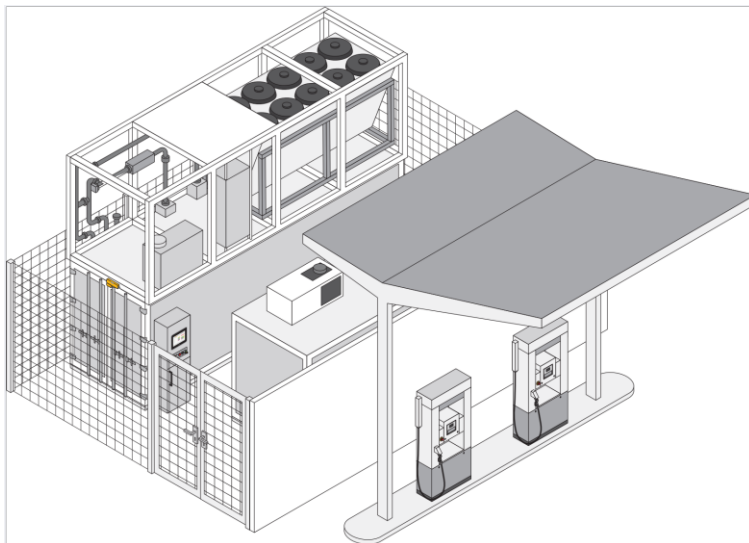
ONDERSCHRIFT: Functionele veiligheid in het elektrolyseproces wordt bijvoorbeeld gerealiseerd met behulp van veilige analoge ingangen van de veilige kleine besturing PNOZmulti 2 of het automatiseringssysteem PSS 4000. Er zijn ook toegangs- en autorisatiebeheersystemen beschikbaar om elke vorm van manipulatie te voorkomen.
Copyright: © iStock.com/jeremyiswild, © Pilz GmbH & Co. KG



ONDERSCHRIFT: Elektrolyzers voor de productie van waterstof – Safe en Secure bewaakt met automatiseringssystemen van Pilz **Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG



ONDERSCHRIFT: Kenmerkende veiligheidsfuncties in een waterstoftankstation zijn waterstoflek-, vlam- en rookdetectie en temperatuur- en drukbewaking. **Copyright:** © iStock.com/Scharfsinn86, © Pilz GmbH & Co. KG



ONDERSCHRIFT: Het voorkomen van explosieve atmosferen is een fundamenteel middel voor explosiebeveiliging in waterstoftankstations. Vroegtijdig opsporen en snel lokaliseren van lekken en het nemen van passende maatregelen zijn hierbij van cruciaal belang. **Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG

Pilz is een mondiale aanbieder van producten, systemen en diensten voor de automatiseringstechniek. Als pionier op het gebied van veilige automatisering creëert Pilz veiligheid voor mens, machine en milieu. Het in 1948 opgerichte familiebedrijf met hoofdkantoor in Ostfildern heeft op dit moment wereldwijd 2500 medewerkers in 42 dochterondernemingen en vestigingen in dienst.

De technologieleider biedt complete automatiseringsoplossingen voor Safety en Industrial Security op de machine aan. Deze omvatten sensoren alsmede besturings- en aandrijftechniek – inclusief systemen voor de industriële communicatie, diagnose en visualisering. Een internationaal dienstenaanbod met advies, engineering en trainingen completeert het portfolio. Oplossingen van Pilz worden niet alleen gebruikt in de machine- en installatiebouw, maar ook in heel veel andere branches zoals de intralogistiek, verpakkingindustrie, spoorwegtechniek en robotica.

www.pilz.com

Pilz op sociale netwerken:

Op onze socialmediakanalen geven wij achtergrondinformatie over het bedrijf en de mensen bij Pilz en brengen wij nieuws op het gebied van automatiseringstechniek.

 www.pilz.com/facebook
 www.pilz.com/xing
 www.pilz.com/youtube
 www.pilz.com/linkedin

Contactpersoon voor de pers:

Martin Kurth

Bedrijfs- en
vakpers
Tel.: +49 711
3409-158
m.kurth@pilz.de

Sabine Karrer

Vak- en
bedrijfspers
Tel.: +49 711
3409-7009
s.skaletz-
karrer@pilz.de

Jenny Skarman

Vakpers
Tel.: +49 711
3409-1067
j.skarman@pilz.de

Eva Gellner-Röbke

Vakpers
Tel.: +49 711 3409-7147
e.roessle@pilz.de

Hansjörg Sperling- Wohlgemuth

Congres- en
presentatiemanagement
Tel.: +49 711 3409-239
h.sperling@pilz.de