

Interreg



Sofinancira
EVROPSKA UNIJA
Kofinanziert von
der EUROPÄISCHEN UNION

Slovenija – Österreich

H2GreenFUTURE



**VODIK – ENERGET ZELENE PRIHODNOSTI
WASSERSTOFF – EIN ENERGIETRÄGER DER GRÜNEN ZUKUNFT**



ZMAGOVALNE FOTOGRAFIJE NATEČAJA H2GreenFUTURE: VODIK – ENERGIJA PRIHODNOSTI/ GEWINNERFOTOS DES WETTBEWERBS H2GreenFUTURE: WASSERSTOFF – DIE ENERGIE DER ZUKUNFT

1. stran ovitka/Seite 1 des Umschlags: Matthias Krammer, Pinkafeld, Avstrija/Österreich:
Majhen, zelen, brez emisij/ Klein, grün, emissionsfrei.

2. stran ovitka/Seite 2 des Umschlags: Christoph Kuh, HTL Pinkafeld, Avstrija/Österreich:
Spoznavanje zelenega vodika/Grünen Wasserstoff kennenlernen.

H2GreenFUTURE ZVEZEK / NOTIZBUCH

Avtorji besedila / Autoren des Textes:

Alexander Berndt, Damjan Bizjak, Tomaž Čebela, Nora Kirchknopf, Petra Props in/und Jure Voglar

Oblikovanje in tisk / Gestaltung und Druck: PRIMA IP d.o.o.

Naklada / Auflage: 300 kom.

Edicija št. 1 / Ausgabe Nr. 1

Ljubljana, Slovenija/Slowenien, December 2025

Ta publikacija je izdana v okviru in za namen projekta H2GreenFUTURE in je sofinancirana iz Evropskega sklada za regionalni razvoj v okviru programa Interreg Slovenija-Avstrija. Vsebina te publikacije ne odraža nujno uradnega stališča Evropske unije. Odgovornost za vsebino te publikacije pripada avtorjem.

Diese Publikation wurde im Rahmen und für die Zwecke des Projekts H2GreenFUTURE herausgegeben und wird aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Programms Interreg Slowenien-Österreich kofinanziert. Der Inhalt dieser Publikation spiegelt nicht unbedingt die offizielle Position der Europäischen Union wider. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den Autoren.

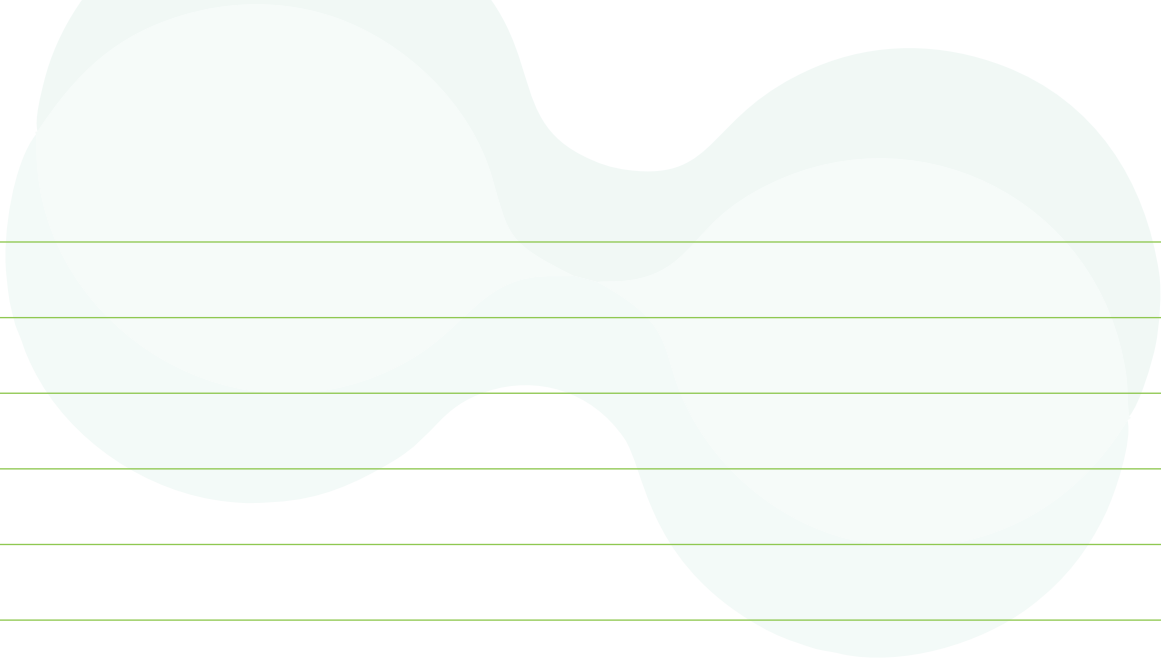


Kaj je vodik?

Vodik je prvi element periodnega sistema (kemijska oznaka H, atomsko število 1). Je najlažji in najpogostejši element v vesolju, ki predstavlja 75 % mase oz. 90 % vseh atomov. Sestavljen je iz enega protona in enega elektrona. V naravi se redko pojavlja kot prosti plin (H_2), saj je zelo reaktiven in se hitro veže z drugimi elementi, na primer s kisikom (O) za tvorbo vode (H_2O) ali drugimi organskimi spojinami.

Was ist Wasserstoff?

Wasserstoff ist das erste Element des Periodensystems (chemische Bezeichnung H, Ordnungszahl 1). Es ist das leichteste und häufigste Element im Universum und macht etwa 75 % der Masse bzw. 90 % aller Atome aus. Es besteht aus einem Proton und einem Elektron. In der Natur kommt Wasserstoff selten als freies Gas (H_2) vor, da es sehr reaktiv ist und sich schnell mit anderen Elementen verbindet, zum Beispiel mit Sauerstoff (O) zur Bildung von Wasser (H_2O) oder mit anderen organischen Verbindungen.



A series of horizontal green lines for writing, spaced evenly down the page.



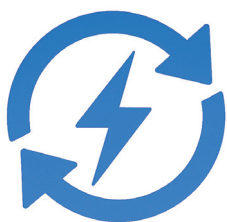
Kaj je vodikova ekonomija?

Vodikova ekonomija je koncept, ki temelji na uporabi vodika kot ključnega energenta za pogon različnih sektorjev gospodarstva, kar prinese zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv in emisij toplogrednih plinov. Gre za prehod na energetski sistem, kjer vodik igra osrednjo vlogo pri proizvodnji, shranjevanju in porabi energije. Vodikova ekonomija je ključna za doseg ogljične nevtralnosti, zlasti v sektorjih, kjer elektrifikacija ni enostavna (npr. težka industrija, dolge razdalje v prometu). Poleg tega omogoča shranjevanje energije, kar je pomembno za stabilnost omrežja pri vse večji uporabi obnovljivih virov.

Was ist die Wasserstoffwirtschaft?

Die Wasserstoffwirtschaft ist ein Konzept, das auf der Nutzung von Wasserstoff als zentralen Energieträger für verschiedene Wirtschaftssektoren basiert. Ziel ist es, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und die Emission von Treibhausgasen zu verringern. Es handelt sich um den Übergang zu einem Energiesystem, in dem Wasserstoff eine Schlüsselrolle bei der Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung spielt. Die Wasserstoffwirtschaft ist entscheidend für die Erreichung der Klimaneutralität, insbesondere in Sektoren, in denen Elektrifizierung schwierig ist (z. B. Schwerindustrie, Langstreckentransport). Darüber hinaus ermöglicht sie die Energiespeicherung, was bei zunehmender Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Netzstabilität von großer Bedeutung ist.





Vodik kot gorivo prihodnosti?

Kot vsestranski nosilec energije, ki se ga proizvaja iz različnih virov energije, vodik ponuja eno od možnosti reševanja obstoječih energetskega izzivov. Transportiramo ga lahko v tekoči ali plinasti obliki, z ladjami ali po cevovodih, podobno kot zemeljski plin. Ker ga je mogoče proizvajati iz skoraj vseh virov energije, vključno z obnovljivimi viri in jedrsko energijo, tradicionalno pa iz zemeljskega plina, premoga in nafte, lahko vodik prispeva k povečanju uporabe čiste energije v prihodnosti. Vodik se smatra za eno izmed optimalnih možnosti shranjevanja viškov energije, ki nastajajo zlasti v sončnih in vetrnih elektrarnah, zato lahko prispeva k boljšemu izkoristku obnovljivih virov energije.

Wasserstoff – der Brennstoff der Zukunft?

Als vielseitiger Energieträger, der aus verschiedenen Energiequellen hergestellt wird, bietet Wasserstoff eine Möglichkeit, die bestehenden energetischen Herausforderungen zu bewältigen. Er kann in flüssiger oder gasförmiger Form transportiert werden – per Schiff oder durch Pipelines – ähnlich wie Erdgas. Da Wasserstoff aus nahezu allen Energiequellen hergestellt werden kann, einschließlich erneuerbarer Energien und Kernenergie, traditionell aber auch aus Erdgas, Kohle und Erdöl, kann er zur stärkeren Nutzung sauberer Energie in der Zukunft beitragen. H_2 gilt als eine der optimalsten Möglichkeiten zur Speicherung von Energieüberschüssen, die insbesondere bei Solar- und Windkraftanlagen entstehen, und kann somit zur besseren Nutzung erneuerbarer Energiequellen beitragen.

Handwriting practice lines with two large decorative shapes: a light green one at the top and a light blue one at the bottom.



Kako pridobivamo vodik?

Čeprav je vodik brezbarvni plin, za njegov opis uporabljamo različne barve. Večina tega plina, ki se že zdaj pogosto uporablja kot industrijska kemikalija, je bodisi rjave barve, kadar se pridobiva z uplinjanjem premoga ali lignita, bodisi sive, kadar se pridobiva s parnim reformingom metana, običajno z uporabo zemeljskega plina kot surovine. Nobeden od teh postopkov pa ni ravno okolju prijazen.

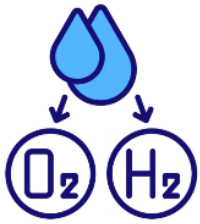
Ena od čistejših možnosti je tako imenovani modri vodik, ki se proizvaja s parnim reformingom metana, emisije pa se zmanjšajo z zajemanjem in shranjevanjem ogljika. Ta postopek bi lahko zmanjšal količino proizvedenega ogljika približno na polovico, vendar je še vedno daleč od tega, da bi bil brez emisij. Po drugi strani pa bi zeleni vodik lahko praktično odpravil emisije, saj se proizvaja iz vode s pomočjo elektrolize z uporabo obnovljivih virov energije. Zeleni vodik, proizveden iz energije vetra in sonca, bi lahko postal najcenejša oblika goriva.

Wie wird Wasserstoff gewonnen?

Obwohl Wasserstoff ein farbloses Gas ist, beschreiben wir es sehr anschaulich. Der Großteil dieses Gases, das bereits heute häufig als Industriechemikalie eingesetzt wird, ist entweder braun, wenn es durch die Vergasung von Kohle oder Braunkohle gewonnen wird, oder grau, wenn es durch Dampfreformierung von Methan gewonnen wird, wobei in der Regel Erdgas als Rohstoff verwendet wird. Keines dieser Verfahren ist jedoch besonders umweltfreundlich.

Eine der saubereren Optionen ist der sogenannte blaue Wasserstoff, der durch Dampfreformierung von Methan hergestellt wird, wobei die Emissionen durch Kohlenstoffabscheidung und -speicherung reduziert werden. Durch dieses Verfahren könnte die Menge des erzeugten Kohlenstoffs um etwa die Hälfte reduziert werden, aber es ist noch weit davon entfernt, emissionsfrei zu sein. Grüner Wasserstoff hingegen könnte Emissionen praktisch eliminieren, da er aus Wasser durch Elektrolyse unter Verwendung erneuerbarer Energiequellen hergestellt wird. Grüner Wasserstoff, der aus Wind- und Sonnenenergie gewonnen wird, könnte zur kostengünstigsten Form von Kraftstoff werden.

Lined writing area with decorative light green and light blue shapes.



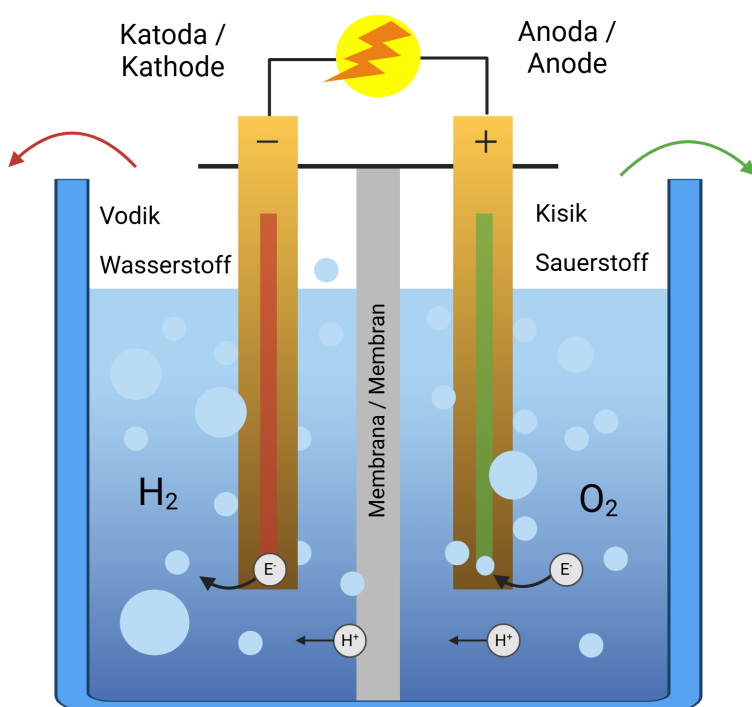
Kaj je elektroliza?

Elektroliza je proces, pri katerem se v napravi, imenovani elektrolizer, s pomočjo električne energije razcepi vodo (H_2O) na vodik (H_2) in kisik (O_2). Elektrolizerji so ključni za proizvodnjo zelenega vodika, saj omogočajo njegovo pridobivanje iz obnovljivih virov energije (npr. sončne ali vetrne elektrarne). Elektroliza omogoča čisto proizvodnjo vodika brez emisij CO_2 in je ključni kemijski postopek za shranjevanje energije iz obnovljivih virov in razogljičenje industrije ter prehod v vodikovo ekonomijo.

Was ist Elektrolyse?

Elektrolyse ist ein Prozess, bei dem in einem Gerät namens Elektrolyseur mithilfe von elektrischer Energie Wasser (H_2O) in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten wird. Elektrolyseure sind für die Erzeugung von grünem Wasserstoff von entscheidender Bedeutung, da sie dessen Gewinnung aus erneuerbaren Energiequellen (z. B. Solar- oder Windkraftanlagen) ermöglichen. Die Elektrolyse ermöglicht eine saubere Wasserstofferzeugung ohne CO_2 -Emissionen und ist ein entscheidender chemischer Prozess für die Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen, die Dekarbonisierung der Industrie und den Übergang zu einer Wasserstoffwirtschaft.

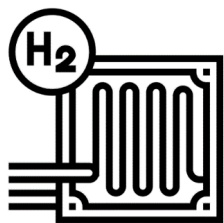
ELEKTROLIZA VODE WASSERELEKTROLYSE



Grafika: Shema elektrolize vode, kjer s pomočjo električnega toka na anodi nastaja kisik, na katodi pa vodik. (narejeno z BioRender.com)

Grafik: Schema der Wasserelektrolyse, bei der mit Hilfe von elektrischem Strom an der Anode Sauerstoff und an der Kathode Wasserstoff entsteht. (Erstellt mit BioRender.com)





Kaj je gorivna celica?

Gorivna celica je naprava, ki pretvarja kemično energijo goriva (najpogosteje vodika) neposredno v električno energijo, toploto in vodo – brez zgorevanja. Deluje na osnovi elektrokemijske reakcije, podobno kot baterija, vendar se gorivo ne shranjuje v celici, temveč se dovaja od zunaj.

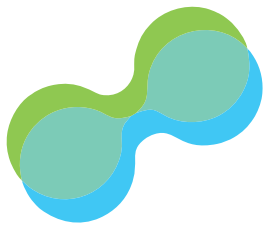
Gorivne celice so tehnična naprava ali vir električne energije, ki omogoča uporabo vodika. V gorivni celici se vodik spaja s kisikom v vodo ali vodno paro, pri tem nastaja električni tok, ki na primer polni akumulator, napaja električno napravo ali poganja vozilo. Hkrati pa gorivna celica med delovanjem v okolico oddaja toploto, ki jo v nekaterih primerih lahko koristno uporabimo.

Was ist eine Brennstoffzelle?

Eine Brennstoffzelle ist ein Gerät, das die chemische Energie eines Brennstoffs – meist Wasserstoff – direkt in elektrische Energie, Wärme und Wasser umwandelt – ohne Verbrennung. Sie funktioniert auf Basis einer elektrochemischen Reaktion, ähnlich wie eine Batterie, wobei der Brennstoff nicht in der Zelle gespeichert, sondern von außen zugeführt wird.

Brennstoffzellen sind eine technische Anlage, die die Nutzung von Wasserstoff ermöglichen und diesen in elektrische Energie umwandeln können. In der Zelle verbindet sich Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser bzw. Wasserdampf, wobei elektrischer Strom entsteht, der z. B. eine Batterie lädt, ein elektrisches Gerät versorgt oder ein Fahrzeug antreibt. Gleichzeitig gibt die Brennstoffzelle während des Betriebs Wärme an die Umgebung ab, die nutzbar gemacht werden kann.





Katere vrste vodika poznamo?

Vodik se glede na način proizvodnje in okoljski vpliv razvršča v različne "barve". Te barve ne opisujejo videza vodika (saj je brezbarven), temveč okoljsko sprejemljivost in vir energije, uporabljen pri njegovi proizvodnji.

Welche Arten von Wasserstoff gibt es?

Wasserstoff wird je nach Herstellungsverfahren und Umweltauswirkungen in verschiedene „Farben“ eingeteilt. Diese Farben beschreiben nicht das Aussehen von Wasserstoff – denn er ist farblos –, sondern geben Auskunft über die Umweltfreundlichkeit und die Energiequelle, die bei seiner Produktion verwendet wurde.

Vrsta Wasserstoffart	Način proizvodnje Herstellungsverfahren	Emisije CO ₂ CO ₂ -Emissionen	Opomba Anmerkung
Zeleni vodik Grüner Wasserstoff	Elektroliza vode z uporabo obnovljivih virov (sonce, veter) Elektrolyse von Wasser mit erneuerbaren Energien (Sonne, Wind)	Brez emisij Keine Emissionen	Najbolj trajnosten Nachhaltigste Option
Modri vodik Blauer Wasserstoff	Reformiranje zemeljskega plina z zajemom in shranjevanjem CO ₂ (CCS) Dampfreformierung von Erdgas mit CO ₂ -Abscheidung und-Speicherung (CCS)	Nizke emisije Geringe Emissionen	Prehodna rešitev Übergangslösung
Sivi vodik Grauer Wasserstoff	Reformiranje zemeljskega plina brez zajema CO ₂ Dampfreformierung von Erdgas ohne CO ₂ -Abscheidung	Visoke emisije Hohe Emissionen	Najpogostejši danes Derzeit am häufigsten verwendet
Črni/rjavi vodik Schwarzer/Brauner Wasserstoff	Uporaba premoga ali lignita za proizvodnjo vodika Gewinnung aus Kohle oder Braunkohle	Zelo visoke emisije Sehr hohe Emissionen	Zelo škodljiv za okolje Sehr umweltschädlich
Rožnati vodik Rosa Wasserstoff	Elektroliza z uporabo jedrske energije Elektrolyse mit Kernenergie	Nizke emisije Geringe Emissionen	Kontroverzen zaradi vira Umstritten wegen Energiequelle

Vrsta Wasserstoffart	Način proizvodnje Herstellungsverfahren	Emisije CO ₂ CO ₂ -Emissionen	Opomba Anmerkung
Turkizni vodik	Piroliza metana – nastane trdni ogljik namesto CO ₂	● Potencialno nizke	Še v razvoju
Türkiser Wasserstoff	Methanpyrolyse – es entsteht fester Kohlenstoff statt CO ₂	● Potenziell geringe Emissionen	Noch in Entwicklung



A large, light-green, abstract shape resembling a stylized figure or a large letter 'S' is positioned in the center of the page. The shape is semi-transparent, allowing the horizontal lines of the notebook to be seen through it. The shape has a rounded top-left, a narrow middle section, and a rounded bottom-right. The horizontal lines of the notebook are evenly spaced and extend across the width of the page.





Handwriting practice lines consisting of horizontal green lines across the page. A large, light green, abstract shape is overlaid on the lines, partially obscuring them.





Large graphic of overlapping circles and horizontal lines, serving as a writing area.





Horizontal lines for writing, with a large green abstract shape in the background.





A large, light-green, abstract graphic element resembling a stylized letter 'S' or a continuous loop, positioned in the center of the page. It is overlaid on a background of horizontal green lines.





A series of horizontal green lines for writing, with a large, faint green abstract shape overlaid in the center of the page.















A large, light green, abstract graphic shape resembling a stylized '3' or a cluster of overlapping circles, positioned in the center of the page. The page is filled with horizontal green lines for writing.





A large, faint, light-green abstract graphic consisting of overlapping circles and organic shapes, resembling a stylized figure or a large letter, is positioned in the center of the page. The page is filled with horizontal green lines for writing, with the graphic partially obscuring some of them.









Lined writing area with horizontal green lines. A large, light green abstract graphic is overlaid on the page, consisting of several overlapping circles and shapes that create a complex, organic form.





Three sets of horizontal lines for writing, each preceded by a vertical margin line. The page is decorated with large, overlapping, light-green abstract shapes.





A large, faint, light-green abstract graphic consisting of overlapping circles and organic shapes, serving as a background for the main writing area. The writing area is filled with horizontal green lines.





Lined writing area with a large, faint green abstract graphic in the background.





A large, light-green, abstract shape resembling a stylized '3' or a drop with a tail, positioned over a background of horizontal green lines for writing.





A large, light-green, abstract graphic shape resembling a stylized '3' or a drop with a tail, positioned in the center of the page. The page is filled with horizontal green lines for writing, with the graphic shape overlapping several of these lines.









A large, abstract decorative graphic in the center of the page. It consists of several overlapping circles in various shades of light green and a central shape that connects them, resembling a stylized figure or a network node. The circles are semi-transparent, allowing the lines and other shapes to be visible through them.





A large, light green abstract graphic consisting of overlapping circles and organic shapes, centered on the page. Below this graphic, there are multiple horizontal green lines for writing.











Large green abstract graphic with horizontal lines for writing.





Handwriting practice lines consisting of horizontal lines across the page. A large, light green, abstract shape is overlaid on the lines, resembling a stylized letter 'S' or a decorative graphic.





O PROJEKTU / ÜBER DAS PROJEKT

H2GreenFUTURE je projekt, namenjen reševanju izzivov, povezanih z razvojem vodikovih tehnologij za prehod v ogljično nevtralno družbo v Sloveniji in Avstriji. Projekt se zaveda vse večjega vpliva podnebnih sprememb in poudarja potrebo po zmanjšanju emisij toplogrednih plinov in prilagajanju nizkoogljičnim tehnologijam, kot je vodik. H2GreenFUTURE projekt je v okviru Interreg programa Slovenija-Avstrija sofinanciran s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj.

H2GreenFUTURE ist ein Projekt, das darauf abzielt, Herausforderungen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Wasserstofftechnologien für den Übergang zu einer CO₂-neutralen Gesellschaft in Slowenien und Österreich zu lösen. Das Projekt berücksichtigt die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels und betont die Notwendigkeit, Treibhausgasemissionen zu reduzieren und auf kohlenstoffarme Technologien, wie beispielsweise Wasserstoff, umzusteigen. *Das Projekt H2GreenFUTURE wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung als Teil des Interreg-Programms Slowenien-Österreich kofinanziert.*



ZMAGOVALNE FOTOGRAFIJE NATEČAJA H2GreenFUTURE: VODIK – ENERGIJA PRIHODNOSTI/ GEWINNERFOTOS DES WETTBEWERBS H2GreenFUTURE: WASSERSTOFF – DIE ENERGIE DER ZUKUNFT

3. stran ovitka/Seite 3 des Umschlags: Nika Kramžar, Bohinj, Slovenija/Slowenien: *Zelena dolina/Das grüne Tal.*
4. stran ovitka/Seite 4 des Umschlags: Mia Vozel, Ljubljana, Slovenija/Slowenien: *Spoznavanje vodika preko Zgodbe o jabolku za rast, energijo in prihodnost/Wasserstoff kennenlernen durch die Geschichte des Apfels für Wachstum, Energie und Zukunft.* Mentorici/Mentors: Martina Čebela in/und Nika Žalec Kumalić, Vrtec Najdihojca/Kindergarten Najdihojca.



Če želite izvedeti več o projektu **H2GreenFUTURE**,
potem obiščite: www.hydrogen-center.eu

Wenn Sie mehr über das Projekt **H2GreenFUTURE** erfahren möchten,
besuchen Sie: www.hydrogen-center.eu



VODILNI/LEITENDER PARTNER:



PROJEKTNI PARTNERJI/ PROJEKTPARTNER:



H2GreenFUTURE projekt je v okviru Interreg programa Slovenija-Avstrija sofinanciran
s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj.

Das Projekt H2GreenFUTURE wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung
als Teil des Interreg-Programms Slowenien-Österreich kofinanziert.