

Making our world more productive



MAG welding (GMAW) Trends - Relevant to Future Competitiveness

A huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés (GMAW)
fejlesztésének irányai a versenyképesség figyelembevételével

Vevői szimpózium

Linde Gáz Magyarország Zrt.

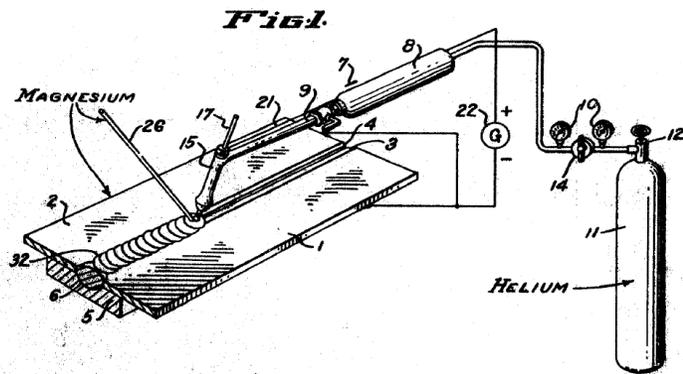
Budapest | 2024 október 1.

Ioannis Maitos, Ernst Miklos

Linde és az ívhegesztés: 8 évtizedes tapasztalattal. A kezdetektől fogva, minden üzletágban...



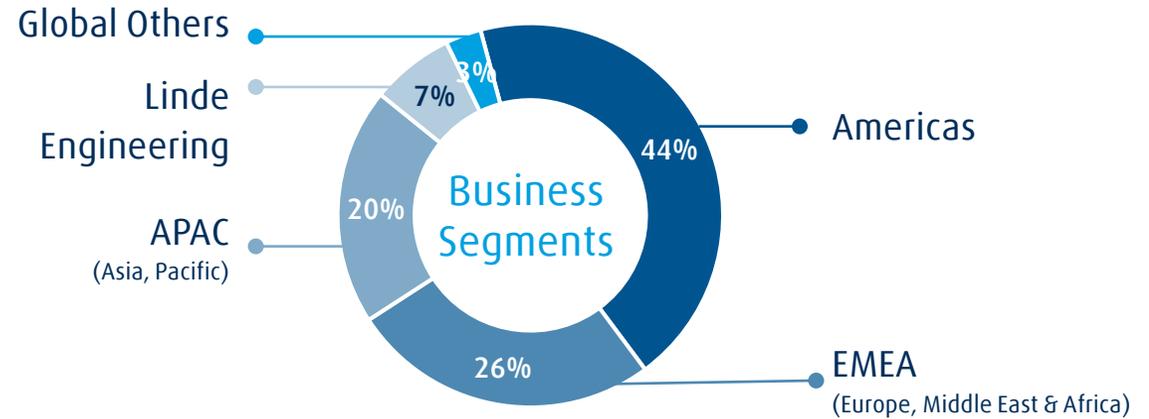
Pl.: 1943-ban szabadalmaztatott Mg-
ötvezet hegesztése TIG eljárással



- Linde szabadalom.
- Technológia és berendezés optimalizálása, példaértékű fejlesztések: vízhűtéses égő, nagyfrekvenciás áramok, acélhegesztés, elektron-emissziós bevonatok, plazma technológia...

Note: founded already 1937, Linde „Abteilung für elektrische Schweißsysteme ELLIRA“

2023: Linde nettó árbevétele 33 milliárd USD



(1) Sales to end markets excluding Linde Engineering

Ide tartozik az ívhegesztés!

2020-2030 ívhegesztés: 4 növekvő ipari trend, olyan állandó tényezők mellett, mint az új anyagok / automatizálás / termelékenység.



Az előadás fókuszja

Munkavédelem & egészségügy

- Technológiához való hozzáállás "do-or-die"
- Az ipari és társadalmi tolerancia az OSH⁽¹⁾ kockázatokkal szemben csökken

Veszélyek & Lehetőségek



Dekarbonizáció

- Összességében a Manufacturing Industries célja a nulla GHG⁽²⁾-kibocsátás
- Az ívhegesztés is ide tartozik, ugyanilyen céllal

A jövőbeli üzletkötések alapkövetelménye



Ívhegesztés 4.0

- Minden hegesztőállomásról adatgyűtés → beruházási feltétel
- Adatcsere a gyártási láncokon belül → rutin

A fémmegmunkálás minden iparága számára "kötelező"?

Arc (ív) AM⁽³⁾ DED⁽⁴⁾

- Feltörekvő additív technológiák PBF-LB stb.
- A meglévő anyagok, berendezések, szabványok előnyei.

Növekedési lehetőség, mint rokon/ill. helyettesítő technológia

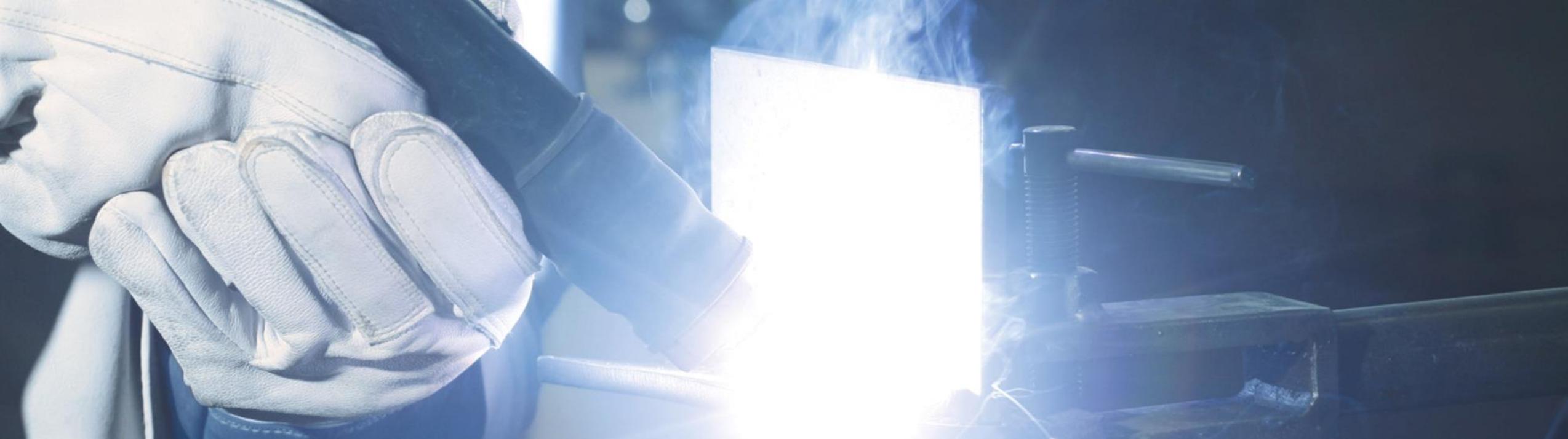
(1) OSH = Occupational Safety & Health

(2) GHG= Green House Gases

(3) AM= Additive Manufacturing

(4) DED= Directed Energy Deposition

(5) PBF-LB= Powder Bed Fusion with Laser Beam



OSH* ívhegesztésben: kihívás és esély az európai hegesztőipar számára

“REarc”– Reduce Emissions in arc welding (Károsanyag kibocsátás csökkentése ívhegesztéseknél).

Vevői szimpózium @ Linde Gáz Magyarország Zrt.

Budapest | 2024 október 1.

Ioannis Maitos, Ernst Miklos

Making our world more productive

- OSH = Occupational Safety & Health
(Munkahelyi/foglalkozási
biztonság és egészségvédelem)

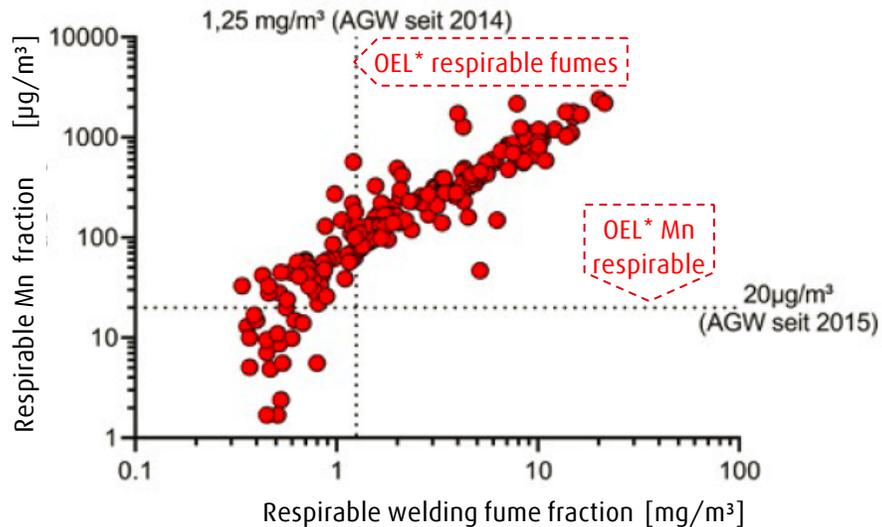


A hegesztési füst nem újdonság az iparban, MIÉRT változtatnánk MOST?

A jelenlegi expozíciós határértékek megsértése + A rákkeltő hatás elleni védelem.



Elégtelen intézkedések a jelenlegi tanulmányok szerint



Source: IPA Journal 01/2020

„Gesundheitsschutz beim Schweißen - Aktuelle Herausforderungen“

ÉS: IARC⁽¹⁾ újraosztályozott karcinogenitás.

Értékelés után:

- > 20 esettanulmány vizsgálata
- > 20 iparág + 6 népesség alapú felmérés

Következtetés:

- ! Hegesztési füst rákkeltő hatású az emberre (Group 1).
- ! Hegesztési ívből származó UV-sugárzás rákkeltő az emberre (Group 1).

Ezek a kockázatok világszerte jelen vannak

- 11 millió hegesztő
- 110 millió munkavállaló, akiket érint a hegesztés hatása



További vagy új megelőző intézkedések szükségessége, nagyobb hatással

ÉS: a fiatal hegesztők tájékozottabbak a hegesztési füst káros hatásáról, mint az előző generációk:

- Az információk elérhetősége az internetnek és a közösségi médiának köszönhető, és még mindig fejlődik.
- A hatékony biztonsági intézkedésekbe beruházó vállalatok vonzhatják, motiválhatják és megtarthatják a hegesztőket.

OEL* = Occupational Exposure Limit example Germany/2024

¹⁾: IARC = International Agency for Research on Cancer, a WHO institution defining carcinogenicity classes for substances or processes. IARC data extracted from "Monographs 118" / 2018. Note: IARC publications are scientific, not regulatory binding.

Miután megértettük, hogy hatékonyabb egészségvédelemre van szükségünk: Európai jogszabályi keret + kiegészítő nemzetközi jogszabályozás.



A TANÁCS IRÁNYELVE a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetése (89/391/EEC) source: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1989/391>

6. Cikk – A munkáltató általános kötelezettségei

2. A munkáltató intézkedések (..) az alábbi általános megelőzési intézkedési alapelvek alapján hajtja végre:

(a) kockázatok elkerülése;

(b) elkerülhetetlen kockázatok értékelése:

(c) A kockázati források kiküszöbölése;

(d) a munka egyénhez igazítása, különös tekintettel a munkahelyek kialakítására, a munkaeszközök megválasztására, valamint a munka- és termelési módszerek megválasztására, továbbá a monoton munkavégzés és az előre meghatározott ütemben végzett munka enyhítésére, egészségre gyakorolt hatásuk csökkentésére.

(e) alkalmazkodni a műszaki fejlődéshez;

(f) veszélytelen vagy kevésbé veszélyes környezet kialakítása;

(g) összefüggő megelőző politika kidolgozása, amely kiterjed a technológiára, a munkavégzésre, a munkakörnyezetre, a társadalmi kapcsolatokra és a munkakörnyezethez kapcsolódó tényezők hatására

(h) kollektív védőintézkedések az egyéni védőintézkedésekkel szemben

(i) megfelelő intézkedéseket ad a dolgozók számára.

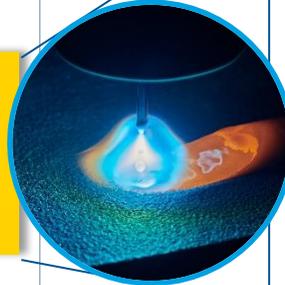
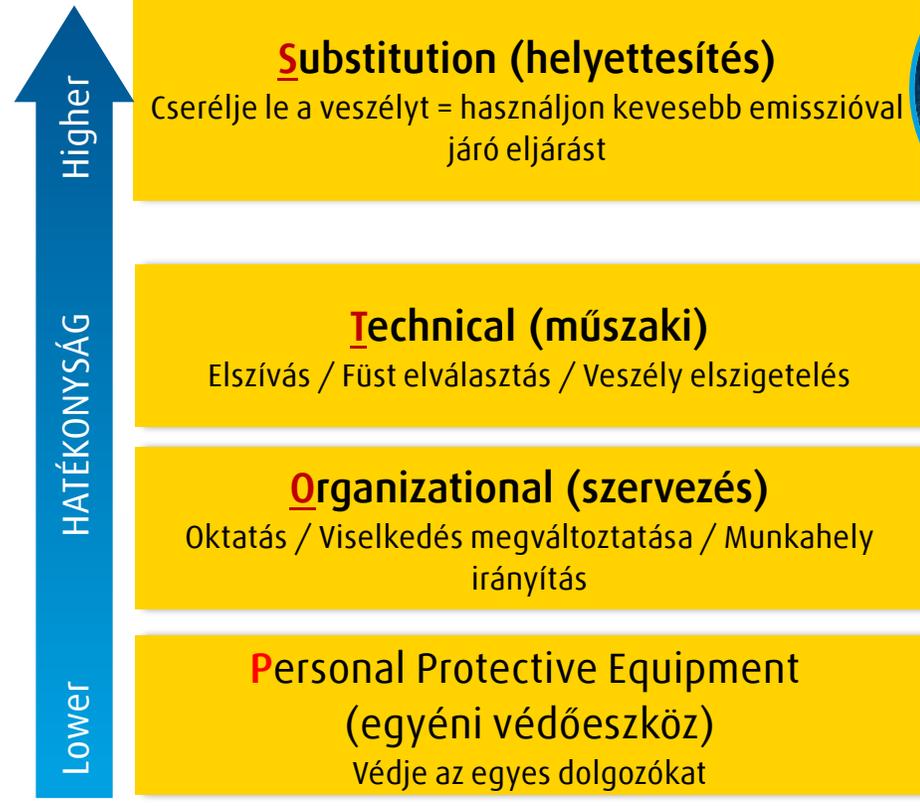


Example national regulatory document:
Germany, Link to TRGS 528-English version

Két alapvető munkavédelmi elv alkalmazása a hegesztési füst kockázatának hatékonyabb ellenőrzése érdekében: „a veszélyek csökkentése a keletkezésük helyén” + „a különböző védőintézkedések kombinálása”



Munkavédelmi ellenőrzések, intézkedések hierarchiája - MAG hegesztésre is alkalmazható



3 új kiegészítő „S” (helyettesítéses) intézkedés Füst kibocsátás csökkentése a kibocsátó forrásnál

Eszköz	Hegesztőanyag	Védőgáz
<ul style="list-style-type: none"> • Ív típus • U / I irányítás 	<ul style="list-style-type: none"> • Összetétel • Átmérő 	<ul style="list-style-type: none"> • Összetétel • Áramlási sebesség



- ✓ Mobil füstelszívók
- ✓ Füstelszívós hegesztőpisztoly/munkakábel
- ✓ Megfelelő szellőztetés

Jelenlegi gyakorlat „**T.O.P.**” -val (műszaki, szervezési, személyi védőeszköz) megvalósított intézkedések (példaértékű)

- ✓ Frisslevegős hegesztőpajzsok
- ✓ Szűrővel ellátott arcmaszkok

A helyettesítési intézkedések és a legjobb gyakorlat „T.O.P.” intézkedések kombinációja segíti a kockázatminimalizálási követelmény teljesítését: ha a hegesztési füst kibocsátási aránya csökkenthető, akkor a füstelválasztás és a helyiség szellőztetése is a maradék füstexpozíció magasabb hatásfokú szabályozását eredményezheti a hegesztőknek és a környezetben tartózkodóknak.

A füst kibocsátás mértékének csökkentése a „forrásnál” – a MAG hegesztési ívben megköveteli a „forrás” (ív) jelenségének megértését: azaz meg kell érteni hogyan keletkezik a hegesztési füst?



Huzalvég túlmelegedése

- Nagy energiasűrűség az olvadó huzalcsúcsonál
- Az olvadt csepp jelentős túlmelegedése, ami lehetővé teszi a cseppleválást

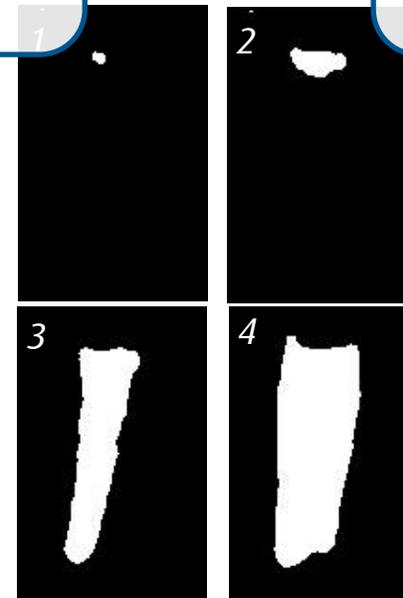
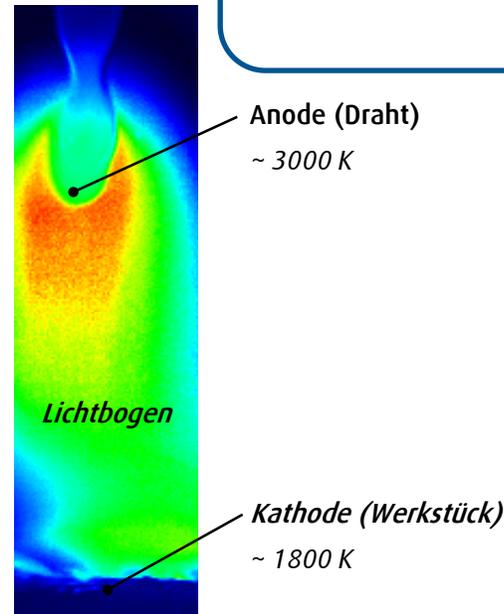
Huzal részleges elpárolgása

- Kb. 3000 °K a huzalvég hőmérséklete, ami 1000 °K-nel melegebb mint az ömledék
- A huzal tömegének 8-18%-a elpárologhat.
- A fémgőzök döntően az ömledék és a forró alapanyag felületén keletkeznek.

Fémgőzök tágulása és vissza hűlése

- A termodinamikai folyamatok, áramlások kivezetik a gőzöket az ívzónából
- Lehűlés
- Szaturáció
- Nukleáció (új termodinamikai fázis)
- Agglomeráció

Hőmérséklet eloszlás
MAG ívben



A nagy sebességű spektrális képalkotás (Iron Line) a fémgőz tágulását mutatja a huzal hegyétől kezdve egy áramimpulzus alatt.

Megközelítés: az ív által keltett fémgőz mennyiségének csökkentése a hegesztési gőzök csökkentése érdekében. A szénacélokhhoz használt védőgáz-összetétel hatása.



Megnövelt ív terület

18 % CO₂

10% CO₂

Argon



Fémgőzök mennyiségének csökkentése

18 % CO₂

10% CO₂

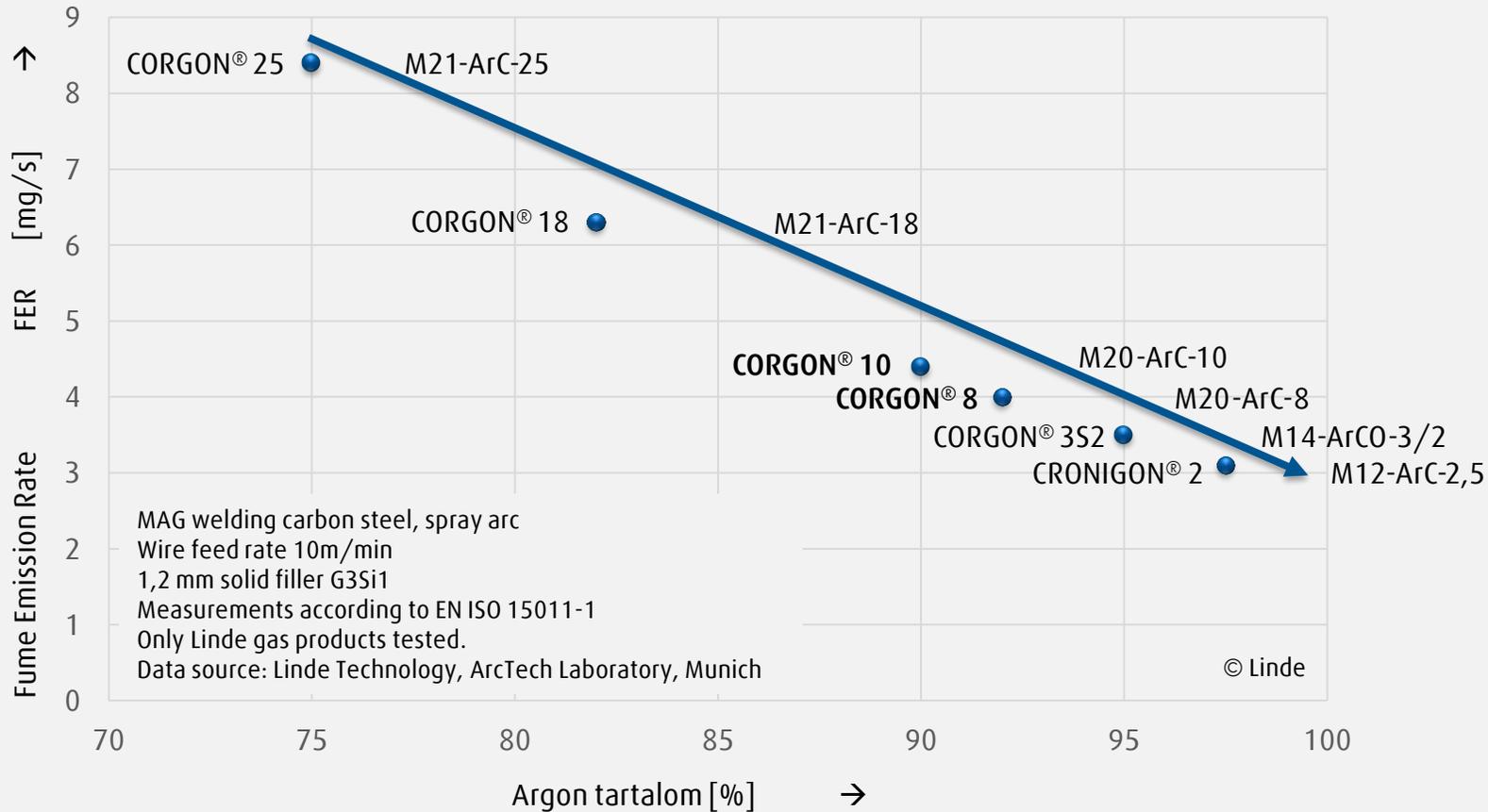
Argon



A nagy sebességű spektrális szelektív képalkotás és numerikus modellezés által lehetővé tett megfigyelések:

- Az Ar arányának növelése az Ar-CO₂ keverékekben, növeli az ív méretét/a huzalelektroda végén megolvadt felületet,
- Ennek következtében a huzal végén keletkezett hő kevésbé koncentráltan oszlik el,
- Ezáltal a huzal maximális hőmérséklete, a fém párolgása is csökken.
- Már a huzalcsúcsnál tapasztalható kisebb hőmérséklet-különbségek is jelentős hatással vannak a füst emisszió mértékére (FER: Fume Emission Rate)

Az elérhető gázkeverékek jelentős füst emiszió (FER) csökkentést tesznek lehetővé. Példa: Ötvözetlen acélok MAG hegesztése „kevesebb aktív gázt tartalmazó” keverékekkel.



Az alacsonyabb füst kibocsátás jelentőségének megértéséhez hasznos megbecsülni, hogy mekkora mennyiségű füstöt lehet elkerülni. Például, ha ArC18-at helyettesítünk ArC8-al a finomcseppez anyagátvitelnél, az ábra szerint:

A FER kb. 36%-kal csökken

- Az idő minden egyes percében 138 mg füst keletkezését elkerüljük

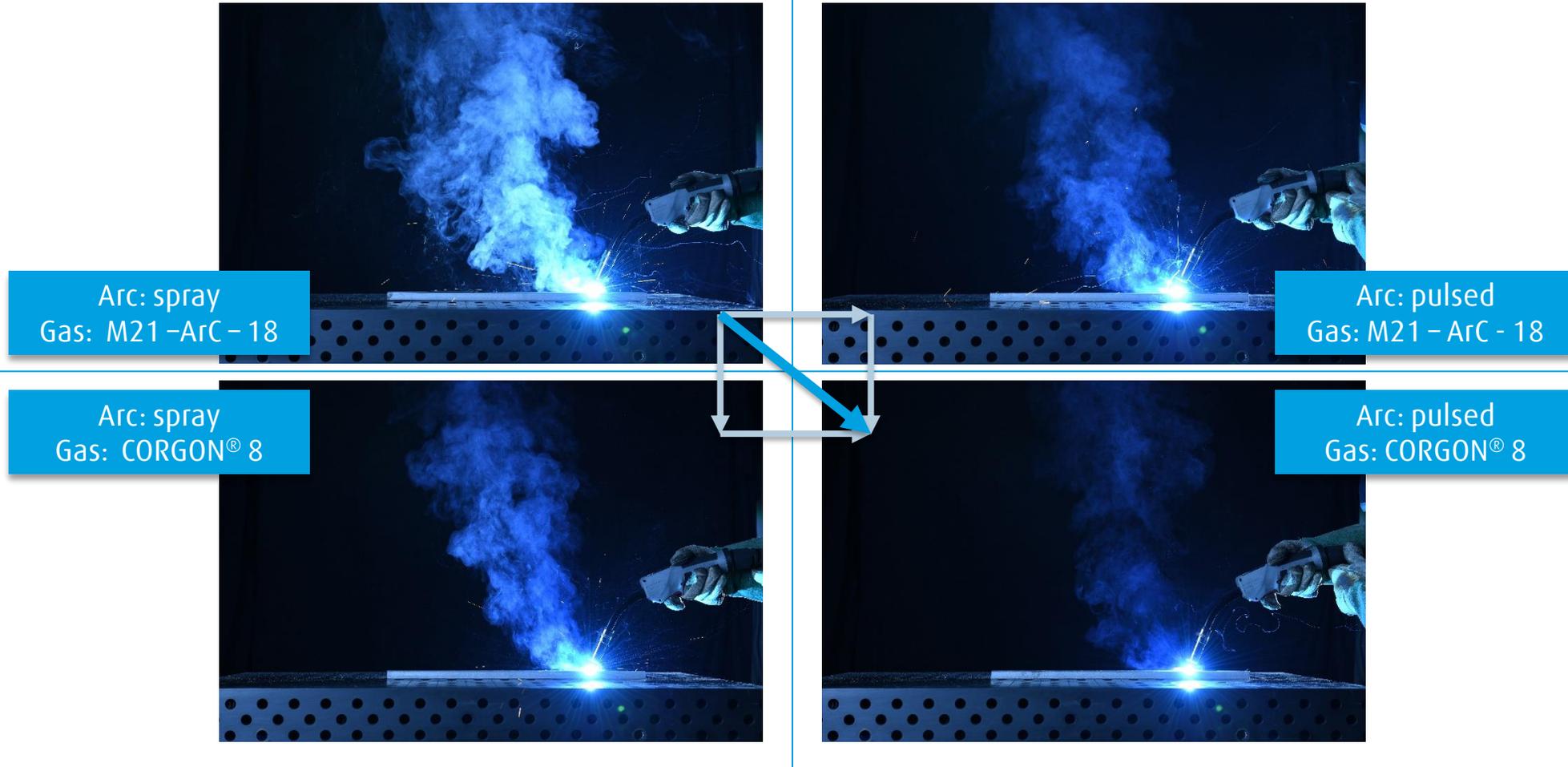
⇒ A nem kibocsátott hegesztési füst nem veszélyezteti sem a hegesztőt, sem a közelben tartózkodó(ka)t

Results of Linde fume emission rate measurements correlate with internationally published papers and recent public funded projects in Germany, e.g. at ISF-RWTH Aachen or TU-Dresden.

A kombinált intézkedések hatékonysága: anyagátviteli mód/ívtípus + védőgáz optimalizálás = FER csökkentése szénacél hegesztésénél MAG eljárásnál, a termelékenység csökkenése nélkül



INTERNAL

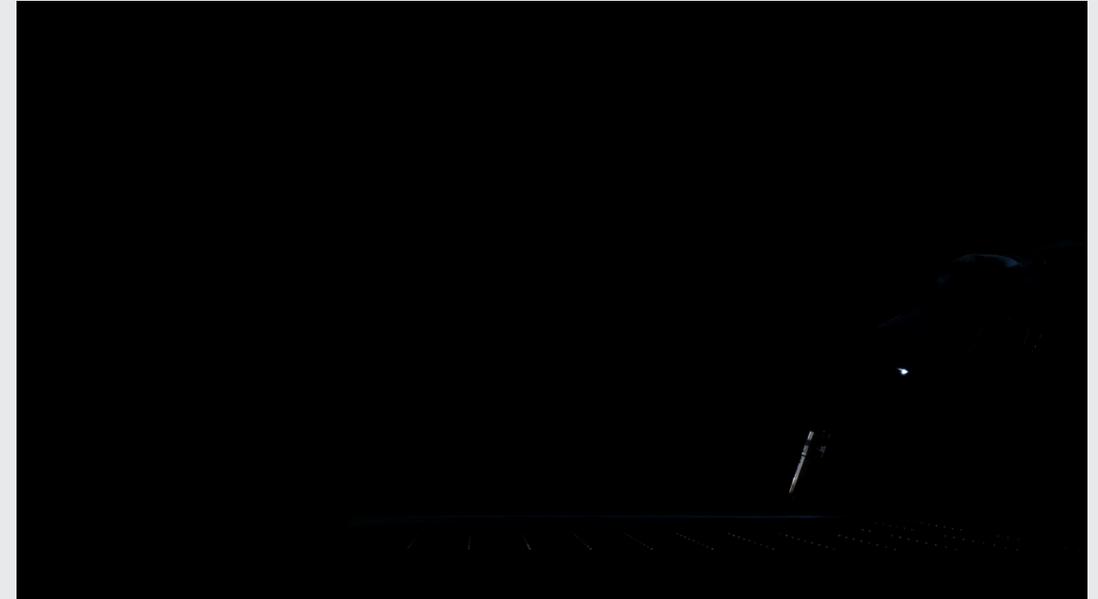


MAG, hernyóvarrat kézi pisztoly vezetésnél; Huzalelőtolás sebessége: 9 m/min; Huzal: Ø1,2mm, G 3Si1 / ER70S-6
Azonos optikai beállítások, eredeti felvételek, speciális effektek alkalmazása nélkül

A kombinált intézkedések hatékonysága: anyagátviteli mód/ívtípus + védőgáz optimalizálás Szélsőségek: C25 átmeneti ív vs. C8 impulzusív.



ISO 14175 – M21 –ArC – 25 @ transition arc



CORGON® 8 @ pulse arc

MAG, hernyóvarrat kézi pisztoly vezetésnél; Huzalelőtolás sebessége: 9 m/min; Huzal: Ø1,2mm, G 3Si1 / ER70S-6
Azonos optikai beállítások, eredeti felvételek, speciális effektek alkalmazása nélkül

Összefoglaló



Az alábbiak tudatában vagyunk:

- ✓ A hegesztési füstnek való kitettség csökkentésének szükségessége
- ✓ Gáztermékeinknek jelentős hatása van a FER-re
- ✓ Kombinált ellenőrzési intézkedések hatékonysága

Együttműködésre hívjuk a munkavédelemmel foglalkozó intézményeket és a hegesztéssel foglalkozó vállalatokat, helyesbítő intézkedések végrehajtásának új megközelítéséhez:

- Tájékoztatást és tanácsot tudunk adni a berendezések, a hegesztőanyagok, a gázok és azok tanúsítványai műszaki fejlődéséről
- A hegesztőcégek az adott prioritások és feltételek függvényében dönthetnek a helyettesítési intézkedések praktikusságáról
- csak a munkavédelmi intézmények tudják valós termelési feltételek mellett érvényesíteni a megelőző intézkedések hatékonyságát

A cél érdekében a „T.O.P” (műszaki, szervezési, egyéni védőeszközök) mellett alkalmazzuk a helyettesítés „S” eszközét is!!!

Linde REarc program: “Reduce Emissions in arc welding” (emisszió csökkentése)

Felelősségi nyilatkozatok, amelyek a füst kibocsátási/expozíciós különbségek méréséhez azok bemutatásához tartoznak



NYILATKOZAT

A bemutatott mérési adatok meghatározását az ipari szabványok (például ISO és AWS) előírásai alapján végeztük el, és csak referencia és összehasonlítási célokat szolgálnak. A FER csak egy tényező, amely befolyásolja a munkahelyi levegő minőségét. A tényleges hegesztési körülmények, anyagok, folyamatok és módszerek szintén befolyásolják a munkahelyi levegő minőségét és a hegesztő expozíciós szintjét. A felhasználók és a munkáltatók kizárólagos felelőssége és ellenőrzése a munkahelyi körülményekért, beleértve a munkavégzés módját és a biztonsági intézkedéseket. A Linde termékek használatakor mindig olvassa el és kövesse a termékcímkén és a biztonsági adatlapokon található összes információt. A Linde termékek biztonsági adatlapjai, beleértve az Ön tartózkodási helyére vonatkozó egyéb fontos és hasznos információkra való hivatkozásokat, megtalálhatók a Linde helyi web helyén vagy a Biztonsági adatlapok | Linde Gas (linde-gas.com)

Ha bármilyen kérdése van a hegesztési füst csökkentésével vagy szabályozásával, vagy a munkahelyén érvényes szabványok betartásával kapcsolatban, forduljon szakképzett ipari egészségügyi szakemberhez, aki felmérheti egyedi tényeit, és személyre szabott tanácsot ad az Ön számára elérhető lehetőségekről.

A GARANCIA NYILATKOZATA

Mivel minden hegesztési környezet más és más, a Linde nem garantálja, hogy termékei vásárlói általi használata megismétli az itt meghatározott FER-t, mivel ezeket az adatokat laboratóriumi körülmények között és a vonatkozó ipari szabványok alkalmazásával állították elő. A Linde kifejezetten elhárít minden garanciát, kivéve azokat (ha vannak), amelyeket a Linde kifejezetten írásban vállal egy adott vásárlónak eladott termékre.



MetFab Dekarbonizáció

A hegesztéssel foglalkozó vállalatok által használt gázok karbonlábnyomáról szóló nyilatkozat.

(MetFab: Metal Fabrication – Fémmegmunkálás)

Linde Green
Atmospheric Gases Produced
with Renewable Energy
www.lindeus.com/atmospherics



Vevői szimpózium @ Linde Gáz Magyarország Zrt.

Budapest | 2024 október 1.

[Ioannis Maitos](#), [Ernst Miklos](#)

A hegesztési gázok főként a MetFab cégek Scope 1 és 3 kibocsátását érintik.

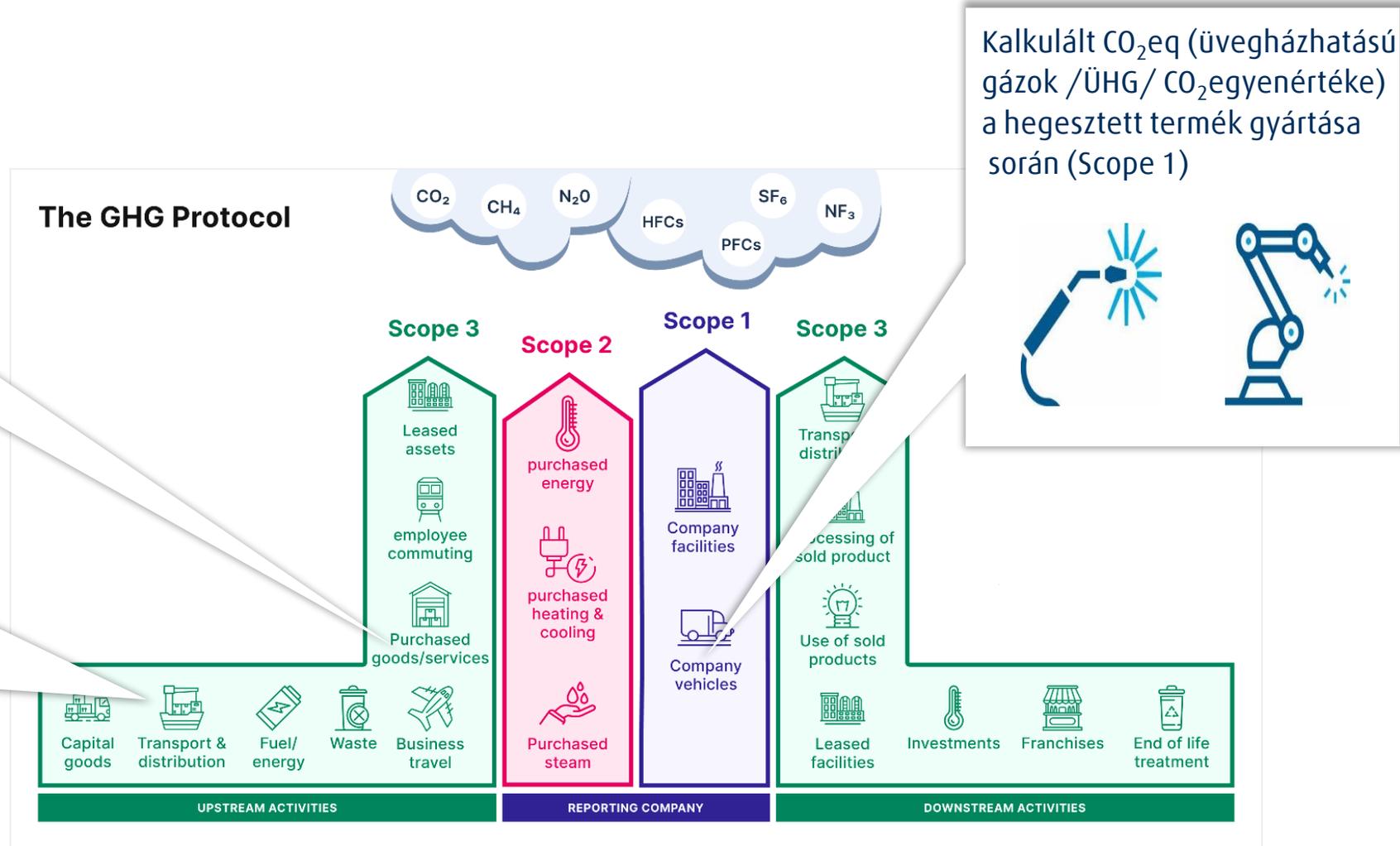
A számítás és a hatás rendszerhatár-meghatározásonként és alkalmazott szabályozásonként változhat.



CO₂eq a gáz gyártásából adódóan (Scope 3)



CO₂eq a gáz szállításából adódóan (Scope 3)



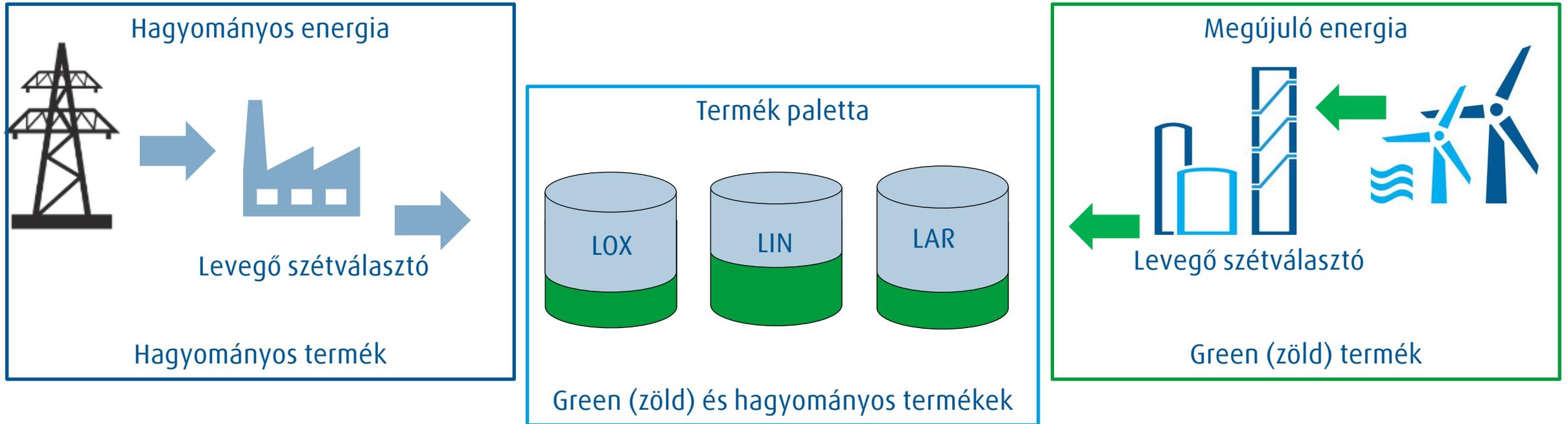
Initial graphic source: [Scope 1, 2, 3 emissions explained \(circularise.com\)](https://circularise.com) / modified by author.

Note: welding gas composition has also a small impact on scope 2 emitted CO₂eq of purchased electric energy.

Partnereink CO₂eq Scope 3 kibocsátásának minimalizálása érdekében a Lindének is csökkenteni kell saját Scope 2 kibocsátását a gázok előállítása során (pl. levegő szétválasztók /ASU/ energiaigénye -).=> Linde Green megújuló energiával előállított termék

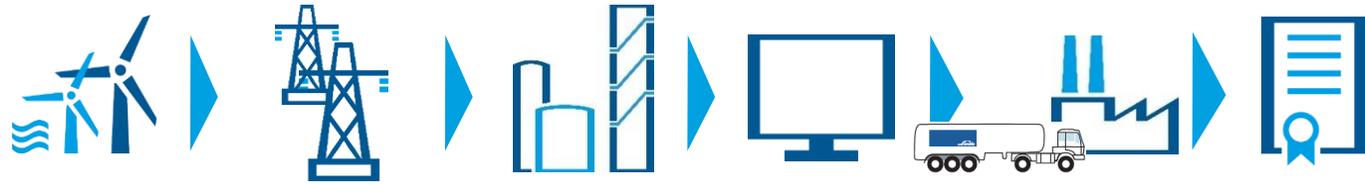


A megújuló energiaforrások felhasználásával jelentősen csökkenthetjük a CO₂ kibocsátást gyártási folyamataink során.



A zöld energiával előállított termékek CO₂ kibocsátás csökkentése, különböző dokumentációkkal igazolható. A CO₂-csökkentést a megújuló energia tanúsítvány vagy a vásárolt zöldenergia alapján számítják ki.

A Linde Green ajánlata a szén-dioxid kibocsátás csökkentését célozza meg MetFab partnereinknél is.
E mögött a Linde Green termék tanúsítvány áll.



- ☑ Kizárólag megújuló energiát használnak fel a Linde Green termeléshez
- ☑ Akkreditált Linde Green gyártóüzemek, TÜV tanúsítvánnyal
- ☑ Dokumentált gyártás Energiamérleg és zöld termék
- ☑ Linde Green platform fejlesztés és akkreditáció
- ☑ A végpontokig tanúsított folyamat lehetővé teszi a pontos CO₂-kibocsátás meghatározását
- ☑ Vevői tanúsítvány a Linde Green által csökkentett CO₂ kibocsátásról

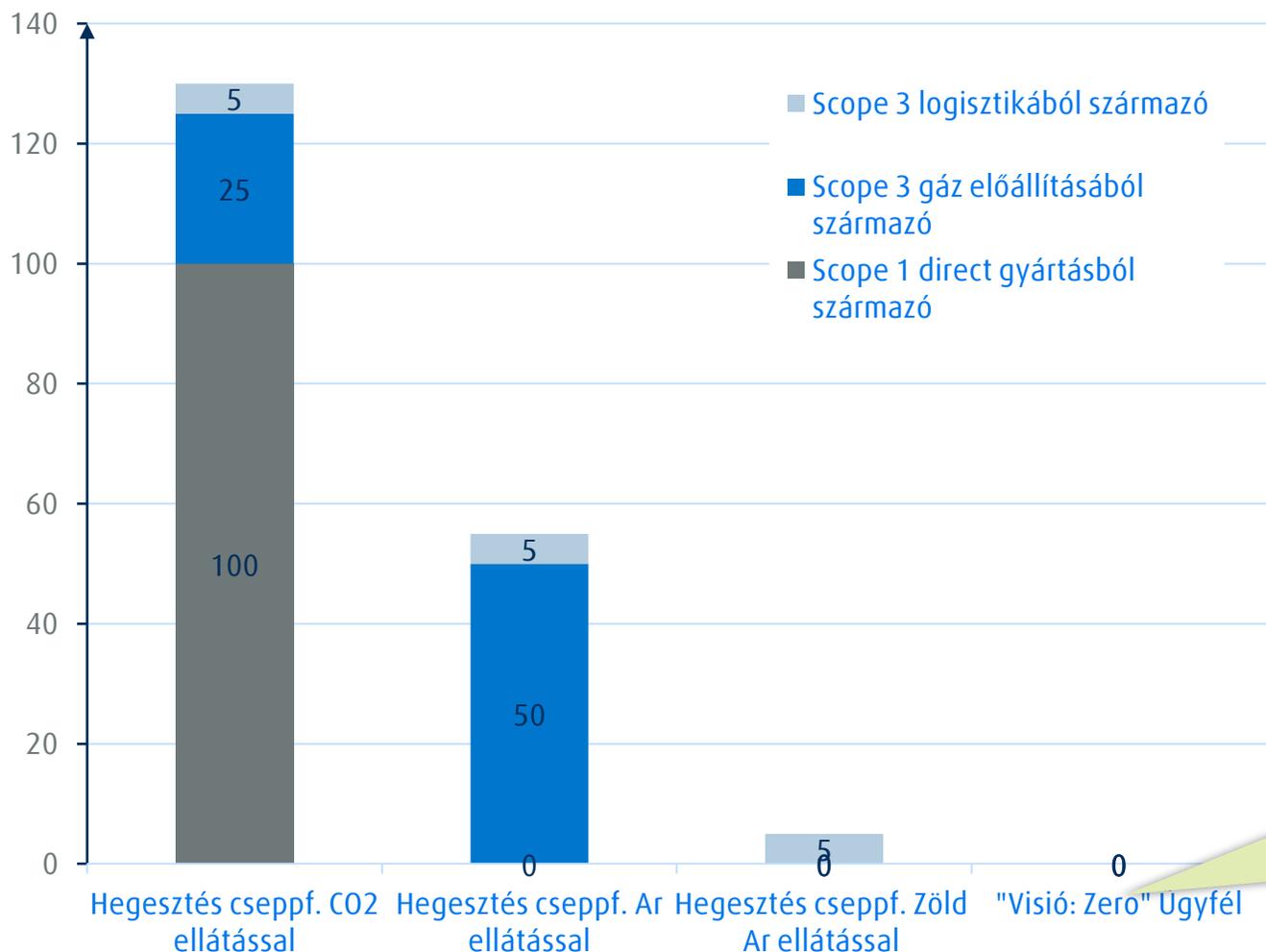


Egy hegesztő üzem szempontjából szemléltető CO₂eq értékek

Leegyszerűsítve összehasonlítjuk egy üzem CO₂ kibocsátását különböző védőgáz felhasználás során. Referencia: 100 t gáztermék felhasználása.



A cég vásárolt és felhasznált hegesztőgázok által okozott ÜHG-kibocsátása [tCO₂eq]



Megjegyzés: minden CO₂eq szám csak illusztráció, a valós értékek az egyes ASU üzemektől, a helyi viszonyoktól és a szállítási útvonalaktól függenek. A gázlogisztikából származó 3. hatókört e modellszámításhoz állandó 0,05t CO₂eq/t terméként feltételezzük.

"Vision Zero" ügyfél:

- nem vásárol CO₂
- "Green LAR"-t vesz
- A LAR-t megújuló energiával működő járművekkel szállítják.

Egy lézervágással foglalkozó (magyar!) cég perspektívája: a valóság.

Minimális Scope 3 ÜHG-kibocsátáshoz, a Linde Green (Green LIN és LOX alkalmazásával) járul hozzá!!



Making our world more productive



Köszönjük a figyelmet!

Kérdés ?

Vevői szimpózium @ Linde Gáz Magyarország Zrt.
Budapest | 2024 október 1.
Back-up slides.

A fenntarthatóság háromszoros előnye a MAG védőgáz CO₂ tartalmának csökkentése. A szénacélok- és gyengén ötvözött acélok MAG-hegesztésének közelebbi áttekintése.



Megjegyzés:

- példaértékű elemek, nem átfogóak
- sok művelet kettős vagy többszörös haszonnal
- A munkahelyi biztonság és egészségvédelem előrejelzései a füstkibocsátási arány laboratóriumi mérésein alapulnak; a füstnek való kitettségre gyakorolt hatás valós gyártási körülmények között több helyi tényezőtől függően változhat.

Scope 1 és 3 karbonlábnyom csökkentésére

- Csökkentse a hegesztőgázban lévő CO₂ tartalmat
- Csökkentse az áramfogyasztást

ökológia

energia + anyag megtakarítás
≈ költségmegtakarítás

Ökológiai innovációk
≈ pénzügyi ösztönzők

ökológiai vállalás
≈ motiváció a fiatal kollégák számára

Befektetés a munkahelyi egészségvédelembe
≈ növeli a munkahely vonzerejét

Fentartható
hegesztés

gazdasági

közösségi

Versenyképesség

- Csökkenti a fröccskölés okozta utómunkát
- Javítja a mechanikai tulajdonságokat
- Csökkenti a füstelszívó berendezések karbantartási költségeit

A munkahelyi biztonság és egészségvédelem munkakörülményeinek javítása ≈ termelékenység
Tudásalapú hegesztés ≈ versenyképesség

Munkahelyi biztonság és egészségvédelem

- Vállalkozói gondoskodás az alkalmazottakról
- Hegesztők oktatása, szakmai fejlesztése
- Hegesztő munkaállomások komfortossá tétele