

Oppervlakteeigenschappen van gerecycleerd 6xxx aluminium

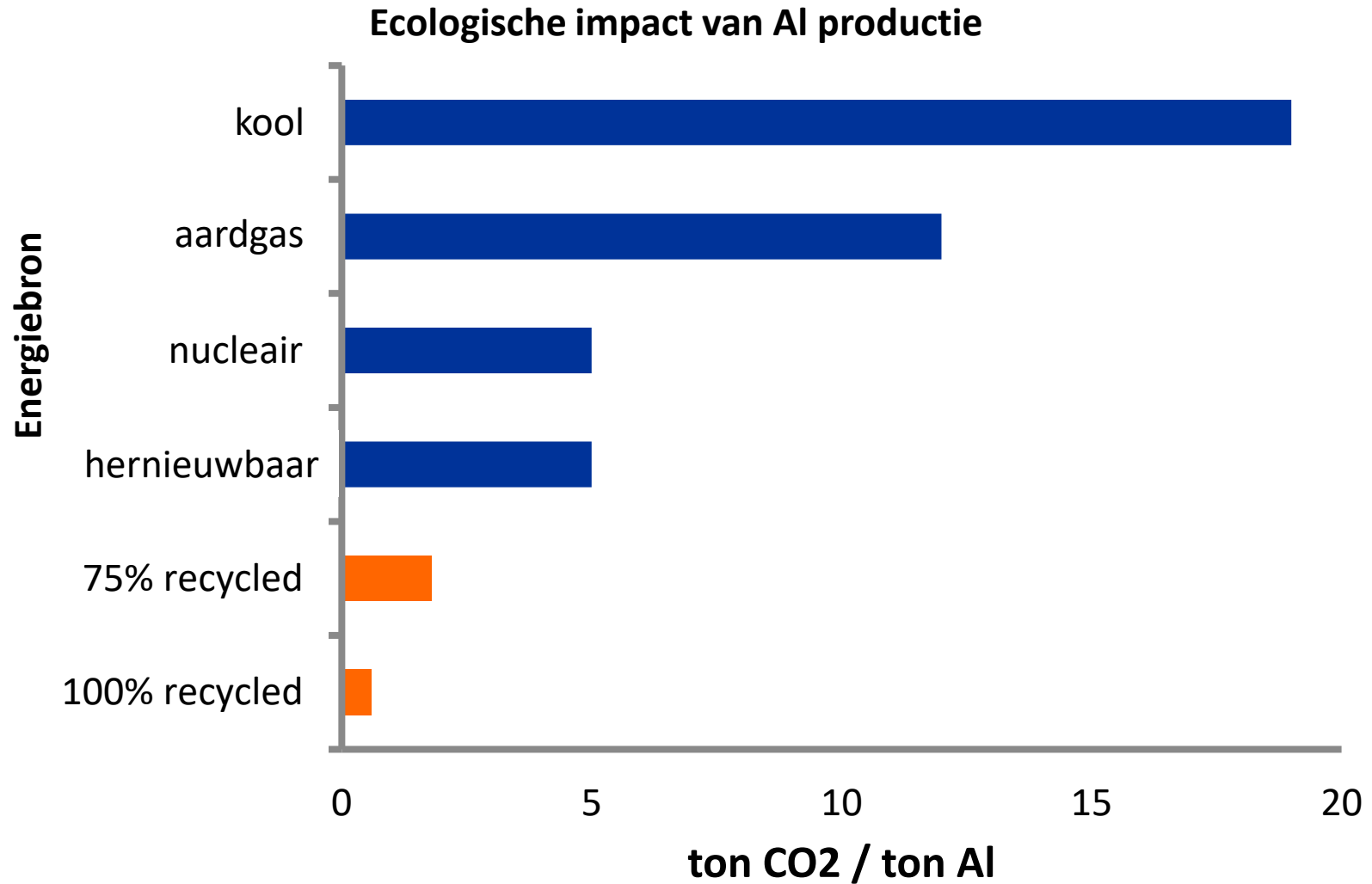
Alexander Lutz

Oppervlakteeigenschappen van gerecycleerd 6xxx aluminium

1. Kleur na anodisatie
2. Uitzicht na alkalisch beitsen
3. Filiforme corrosieeigenschappen



Waarom wordt gerecycleerd aluminium onderzocht?



Pro's en con's van gerecycleerd aluminium



- ✓ Schroot is een waardevol en “vrij” beschikbare bron van aluminium
- ✓ Verantwoordt gebruik van grondstoffen
- Recycling kan de primaire productie niet vervangen
- Mogelijke verhoging van legeringselementen ← Moeilijk te verwijderen!

Hoe veel schroot kunnen wij gebruiken?



Afhankelijk van:

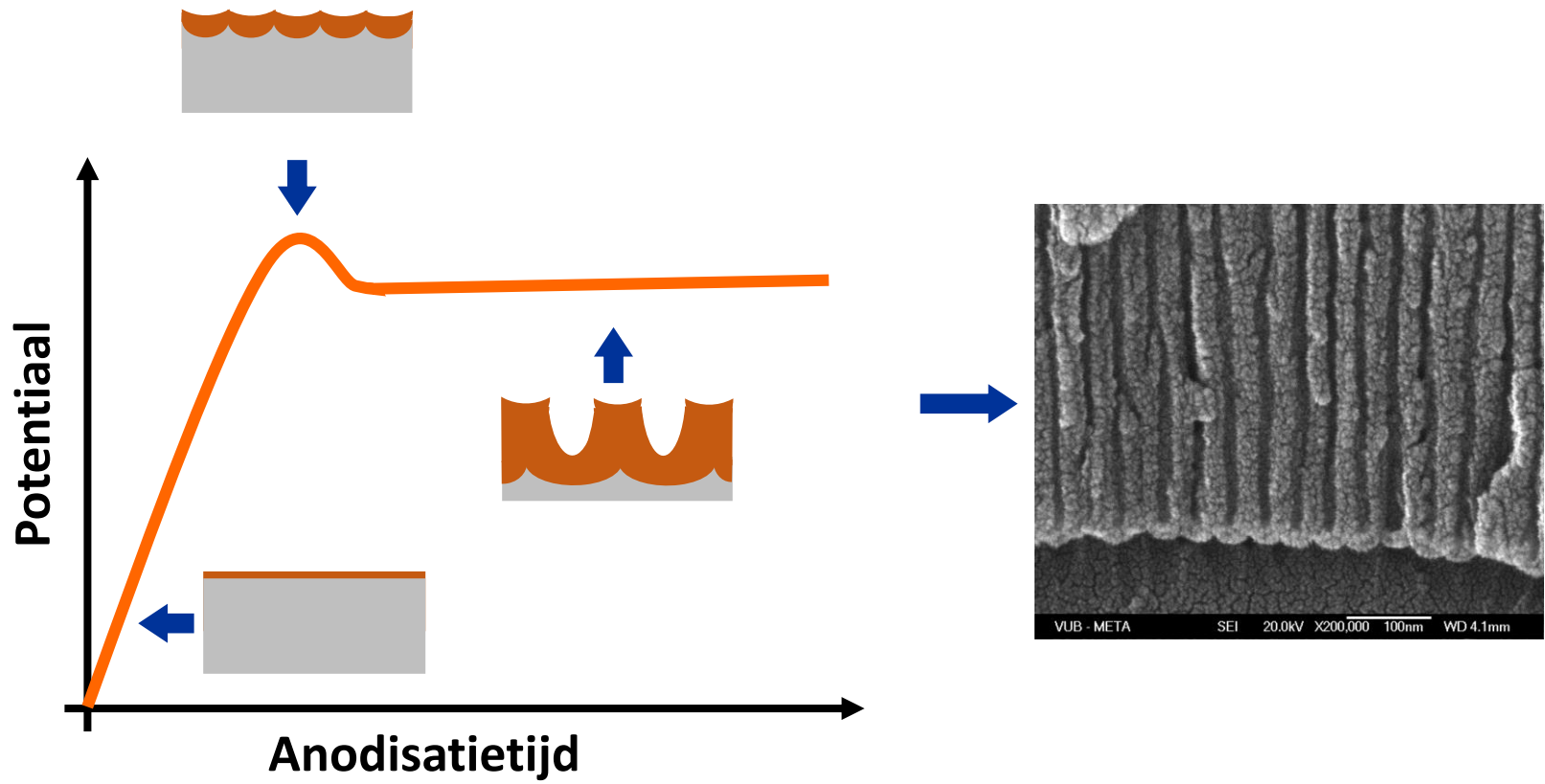
De bedoelde toepassing

De limieten van de legeringselementen in de normen.

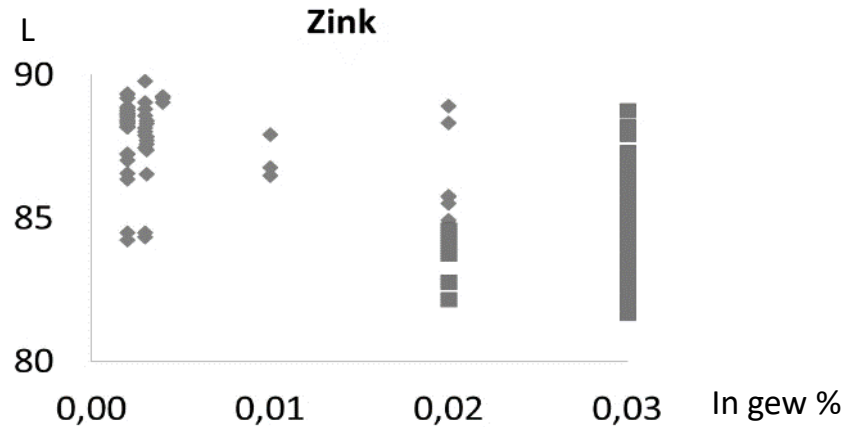
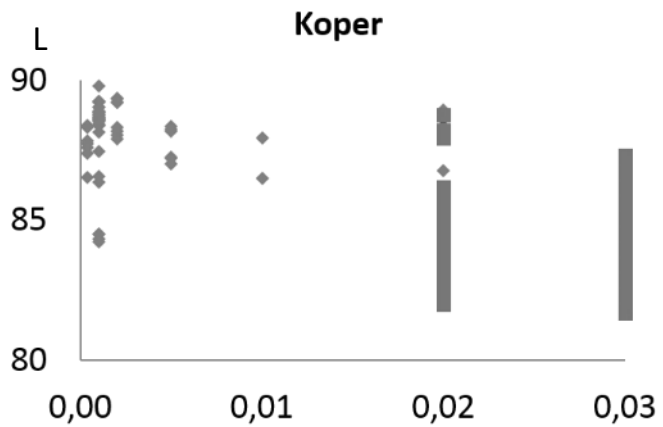
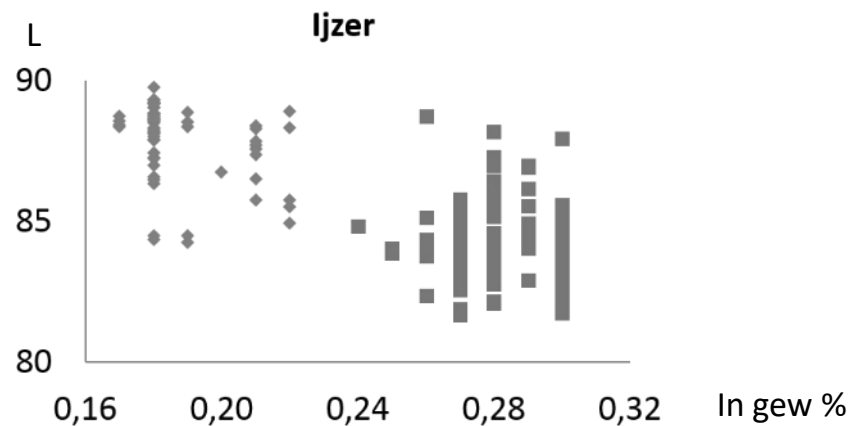
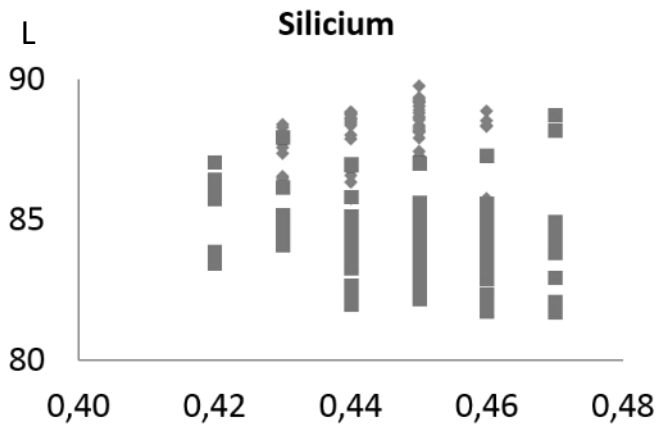
in gew%

Legering	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn
EN AW 6060	0,3-0,6	0,1-0,3	<0,1	<0,1	0,35-0,6	<0,15
standaard	0,40-0,55	0,17-0,25	<0,02	<0,05	0,35-0,5	<0,03
100% recycled	0,40-0,55	0,2-0,3	<0,1	<0,1	0,35-0,5	<0,1

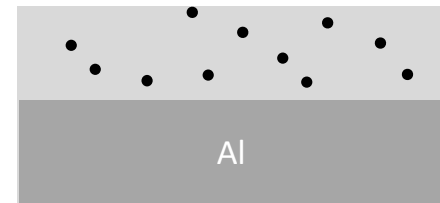
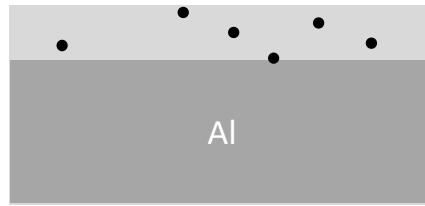
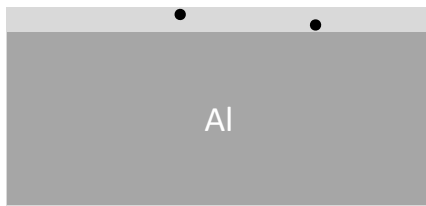
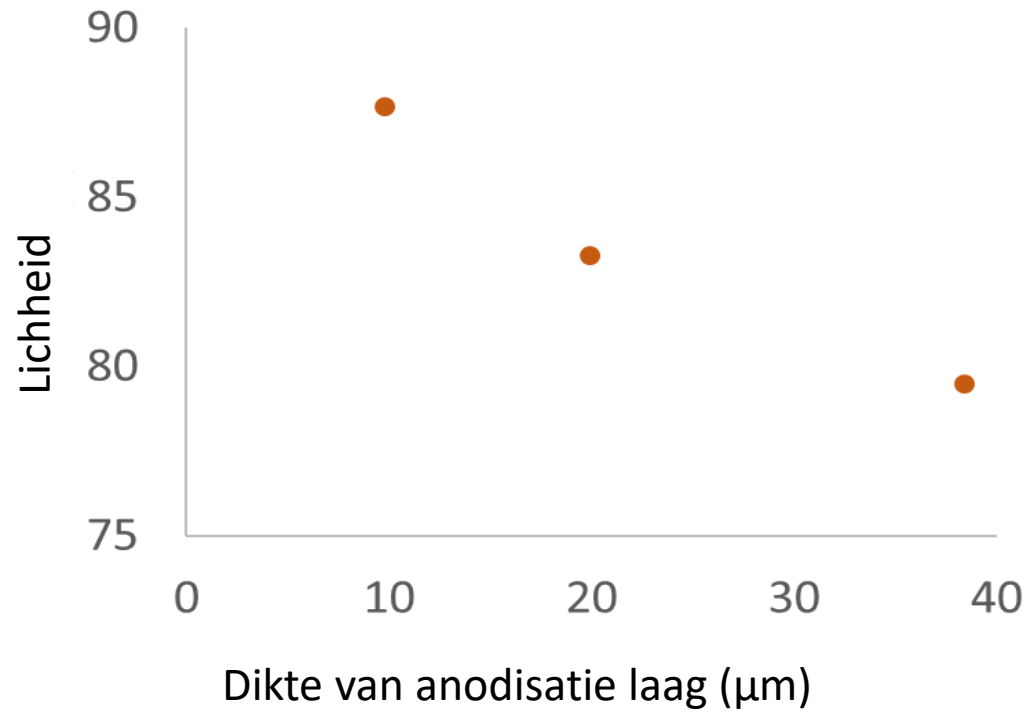
1. Kleur na anodisatie



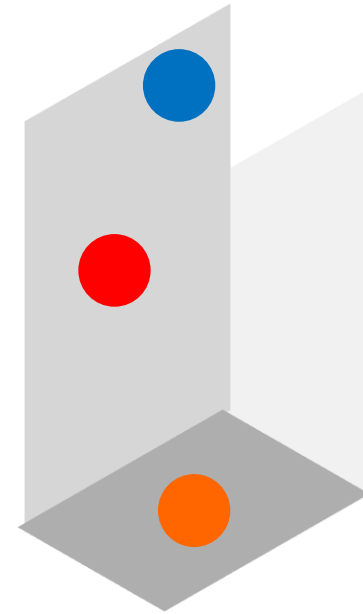
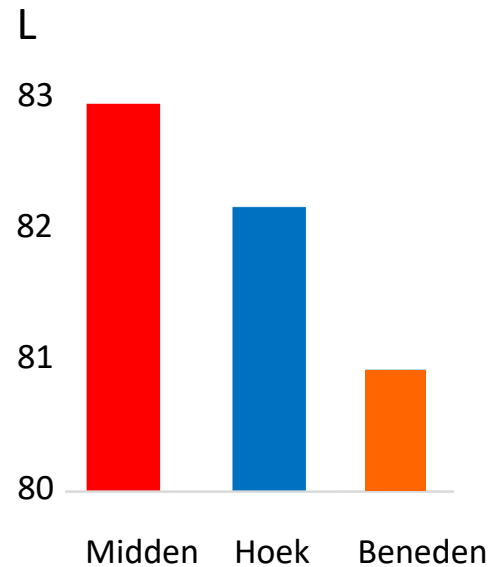
Effect van legeringselementen



Aluminium wordt donkerder de dikker de oxidelaag

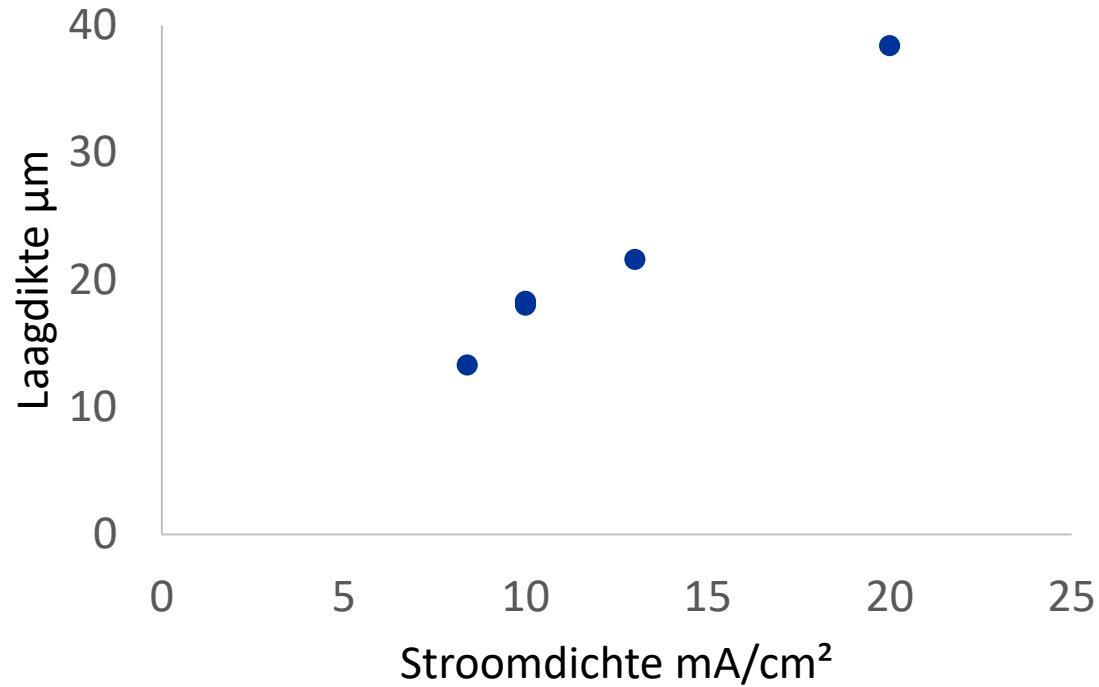


Kleur variatie over een geanodiseerd U profiel



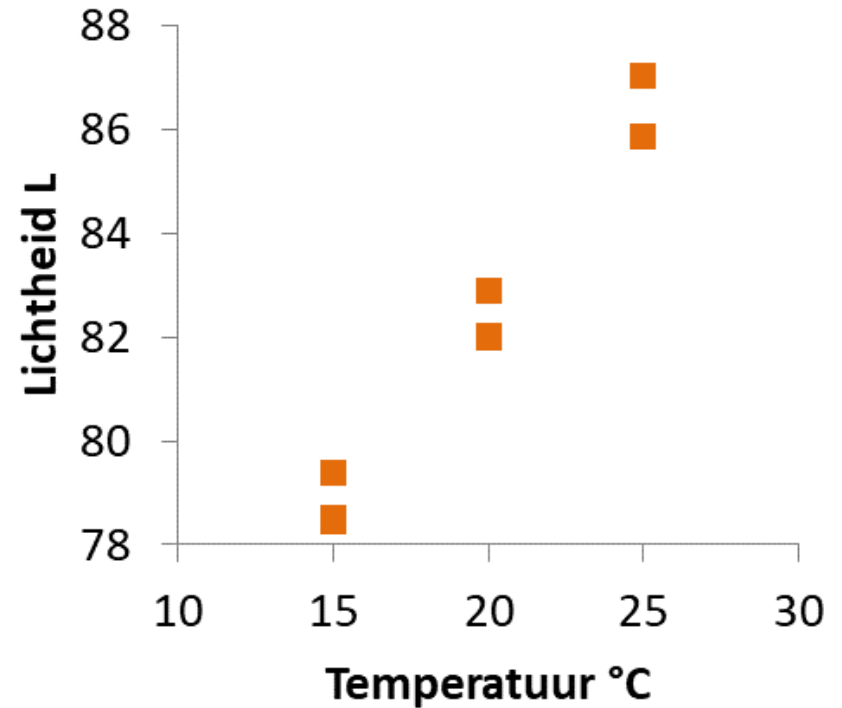
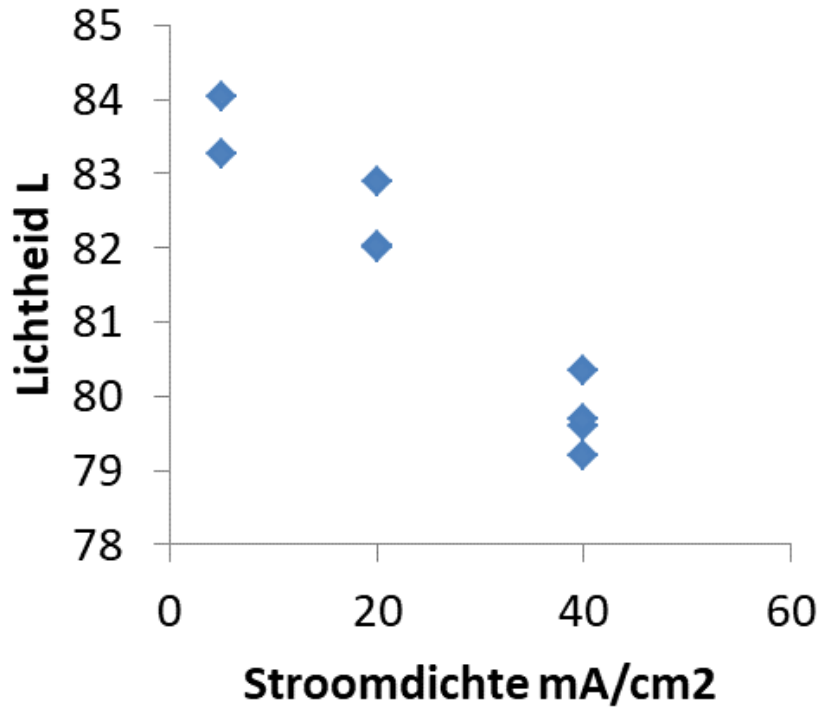
Kleurvariaties ontstaan door een verschil in stroomdichte o.a. bepaald door de geometrie van een profiel.

Waarom controle van anodisatieparameters belangrijk is



Tijd en temperatuur constant!

Waarom controle van anodisatieparameters belangrijk is



Voor dezelfde anodisatietijd!

Invloedsfactoren op anodisatiekleur

Stroomdichte

Tijd

Temperatuur

Badsamenstelling

Profielgeometrie

Legeringssamenstelling

...

Veel knoppen om aan te draaien en het gebruik van recycleerd aluminium mogelijk te maken.

2. Het uitzicht na alkalisch beitsen

Het effect van verhoogd zink

Matte finish

Al 6060 0.02 wt% Zn

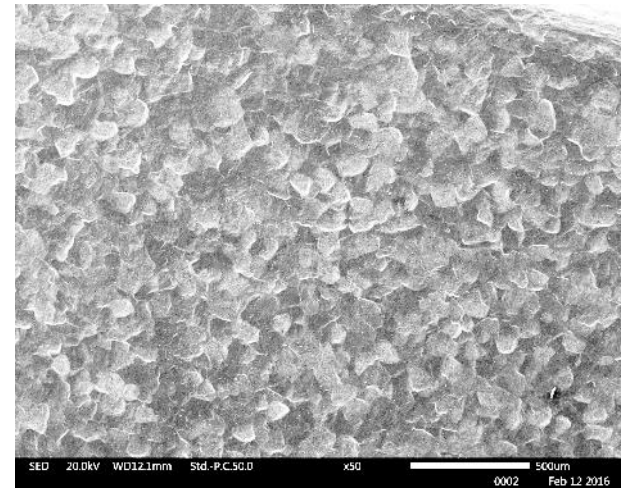
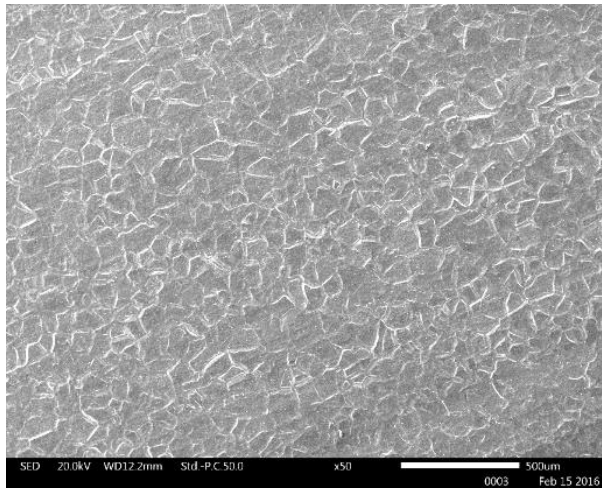
korrelig finish (“spangling”)

Al 6060 0.06 wt% Zn

Optische
beelden:

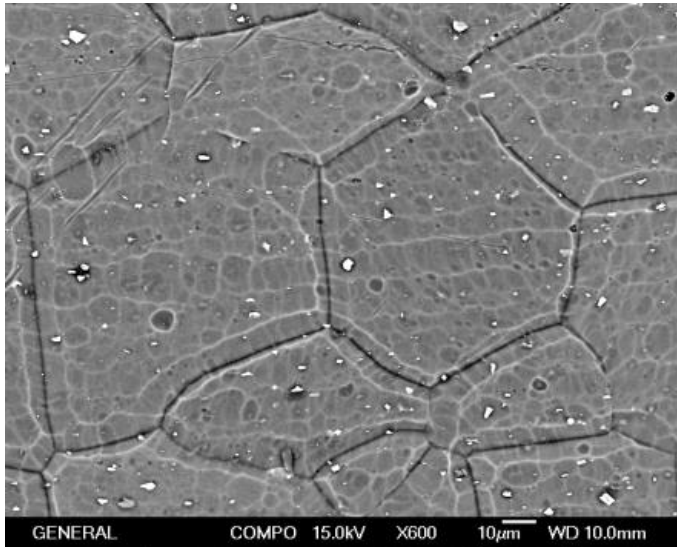


SEM
beelden:



Korrelgrens vs korrel aanval

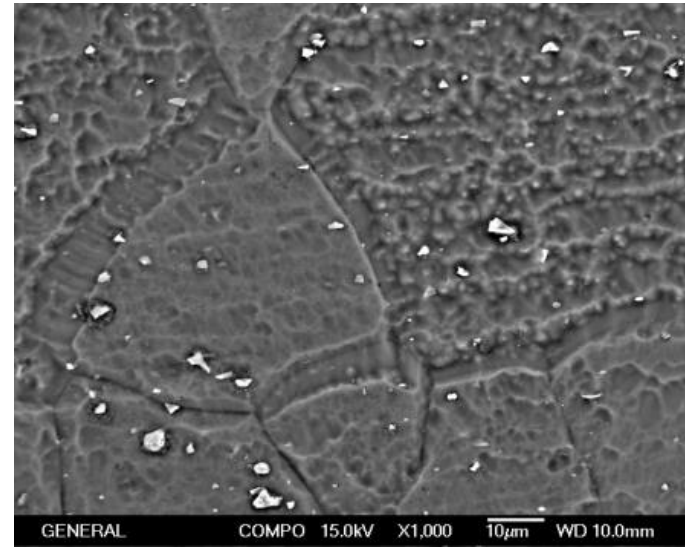
Korrelgensaانval – (eng. GBE)



Al 6060 $<0.03\text{wt}\% \text{Zn}$

Grootste potentiaalverschil
tussen **korrelgrenzen en korrels**

Korrelaanval (eng. PGE)

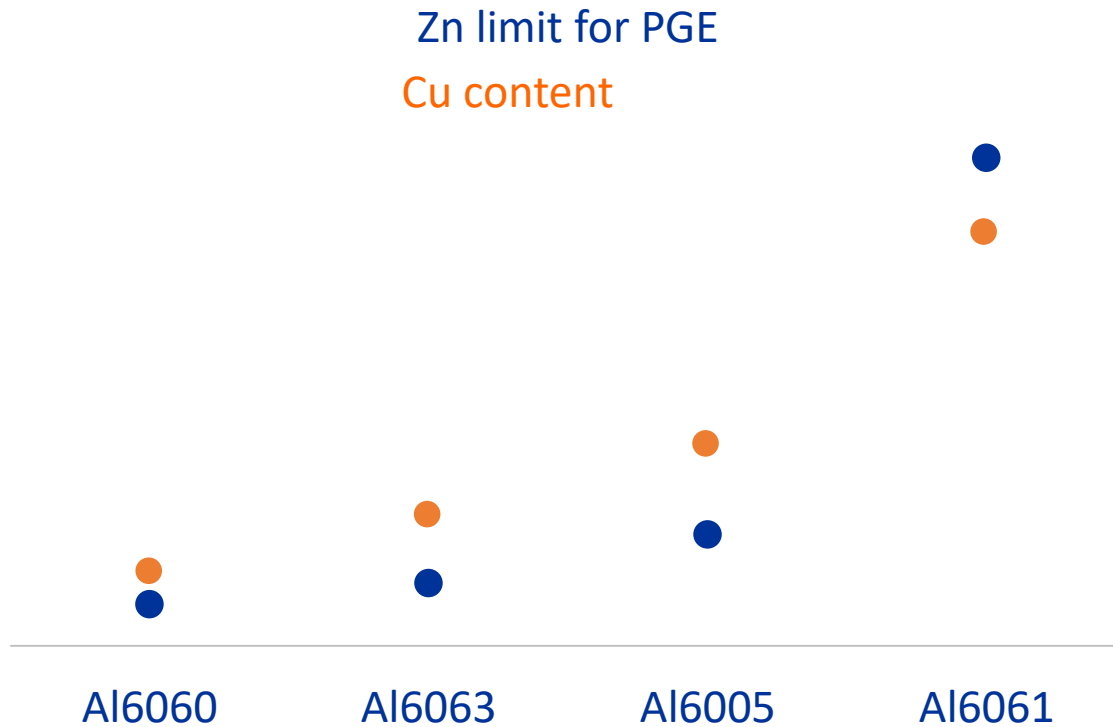


Al 6060 $>0.03\text{wt}\% \text{Zn}$

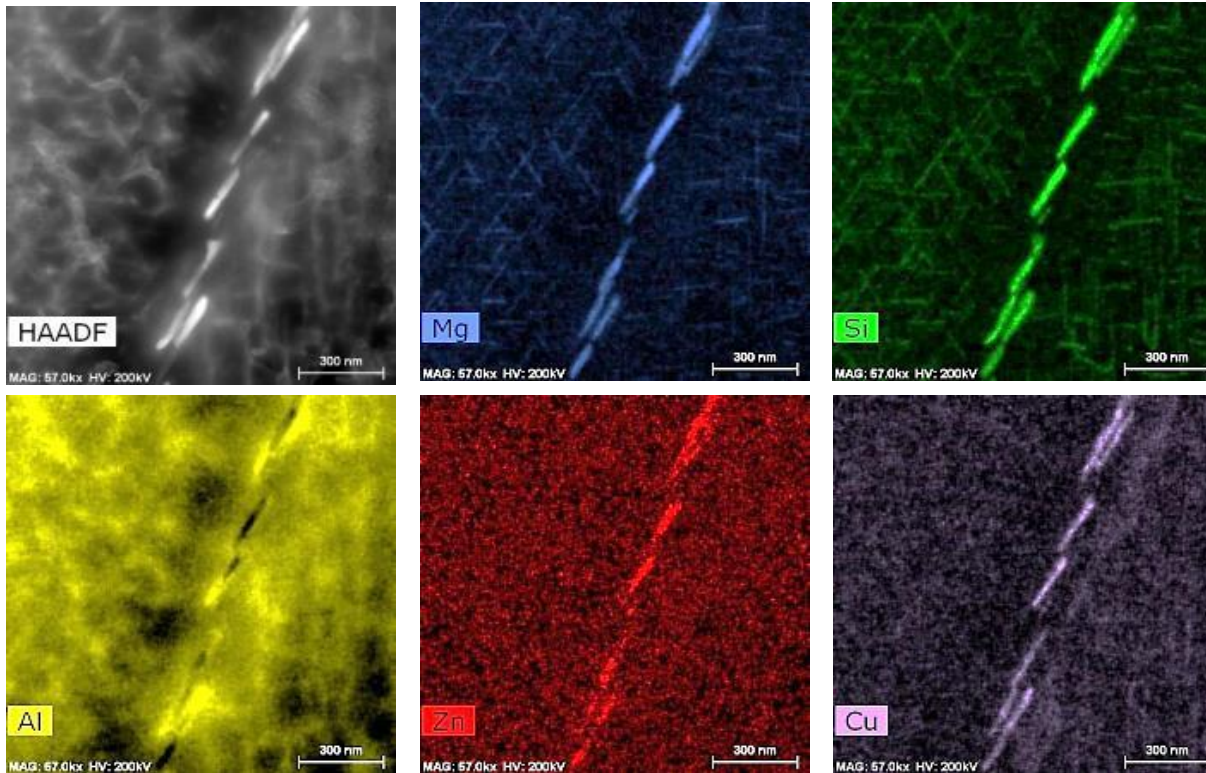
Grootste potentiaalverschil
tussen **verschillende korrels**

Kan het effect van Zn geneutraliseerd worden?

De grens vanaf wanneer PGE kan optreden is niet konstant...



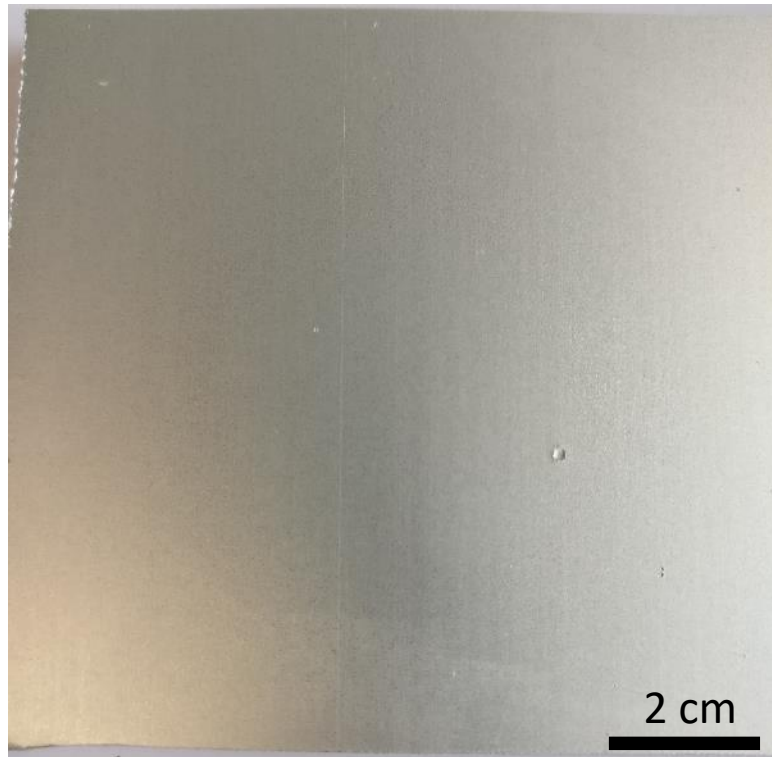
Is er een verbinding tussen Zn en Cu in 6xxx legeringen?



Ja, in de Q precipitaten
aan de korrelgrenzen!

*Lutz et al., Effect of Zn on the grain boundary precipitates and resulting alkaline etching of recycled Al-Mg-Si-Cu alloys, JALCOM (2019)

Grofkorrelvrij, hoog Zn Al6060



Alloy	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn
EN AW 6060	0,3-0,6	0,1-0,3	<0,1	<0,1	0,35-0,6	<0,15
standaard	0,40-0,55	0,17-0,25	<0,02	<0,05	0,35-0,5	<0,03
Nieuwe legering	0,40-0,55	0,2-0,3	>0,02	0,1	0,35-0,5	>0,03

Zn:Cu = 1:1

3. Filiforme corrosieeigenschappen

Algemene perceptie:
hoog koper (>0,02 gew%) bevordert filiforme corrosie.

Legering	Si	Mg	Fe	Cu	Zn
"Primair"	0,46	0,42	0,18	0,01	0,02
"Recycled"	0,44	0,42	0,26	0,03	0,03
	0,46	0,38	0,26	0,04	0,05

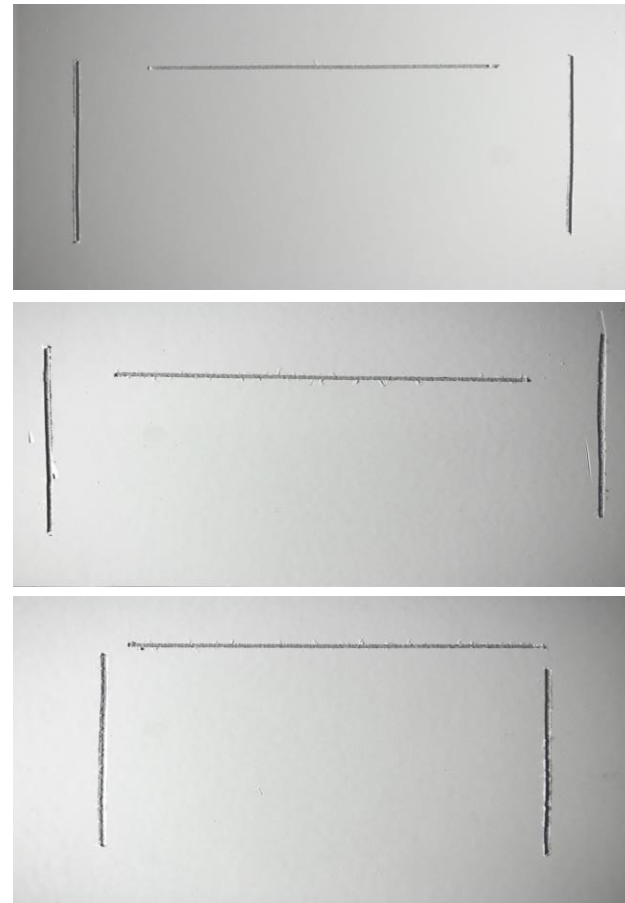
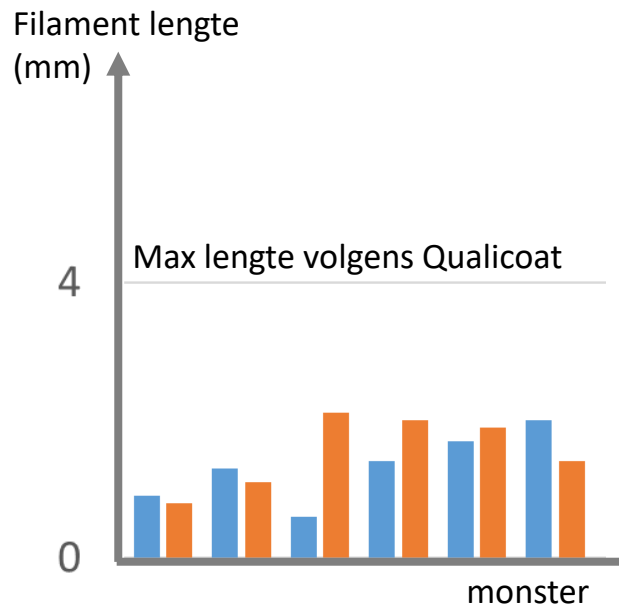
Filiforme corrosie test (Qualicoat)

Benchmark test:

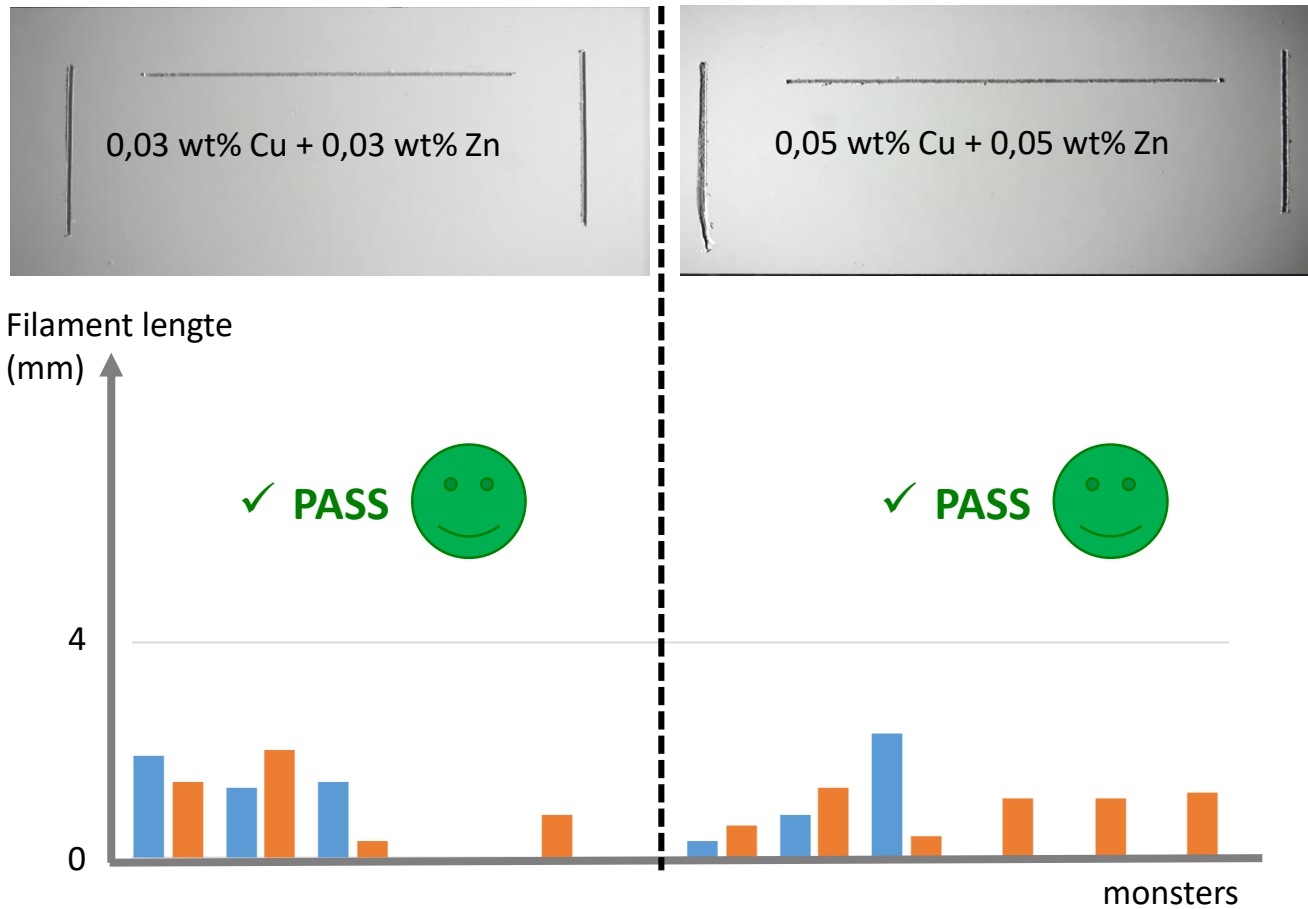
- 3 verschillende legeringen
- 3 verschillende coaters
 - alkalisch en/of zure voorbehandeling
 - 1 g/m², 2 g/m² of pre-anodisatie
 - Cr-vrije conversielaag
 - 100 µm polyester poedercoating
- 1000 uren FFC volgens Qualicoat specificaties
 - (1 min HCl, 40°C, 80 % rel luchtvochtigheid)

Referentielegering met 0,01 wt% Cu + 0,01 wt% Zn

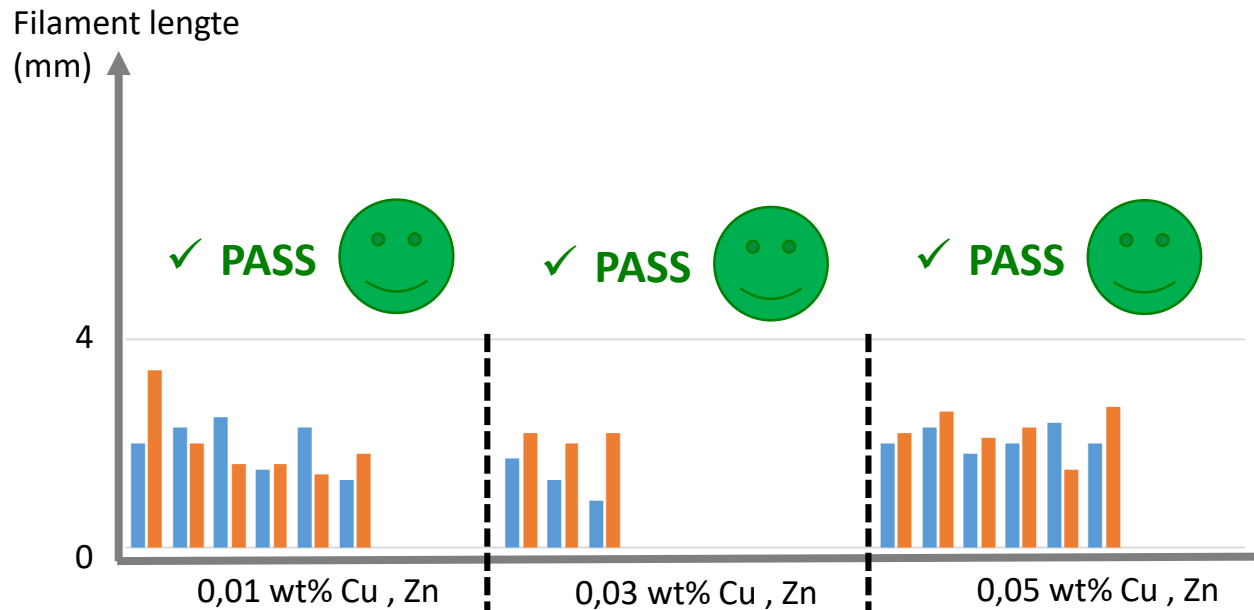
✓ PASS 😊



Ook legeringen met hoger Cu en Zn gehalte passeren.

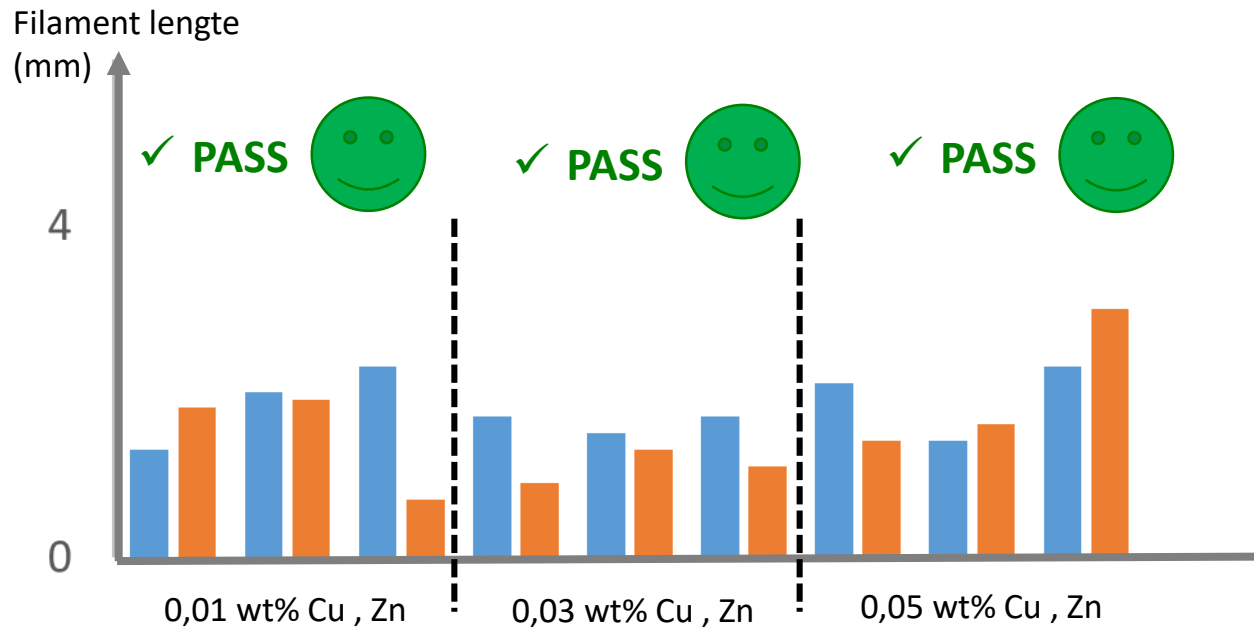


Gelijkaardige resultaten bij een tweede bedrijf



Andere voorbehandeling dan bedrijf 1!

Gelijkaardige resultaten bij het derde bedrijf

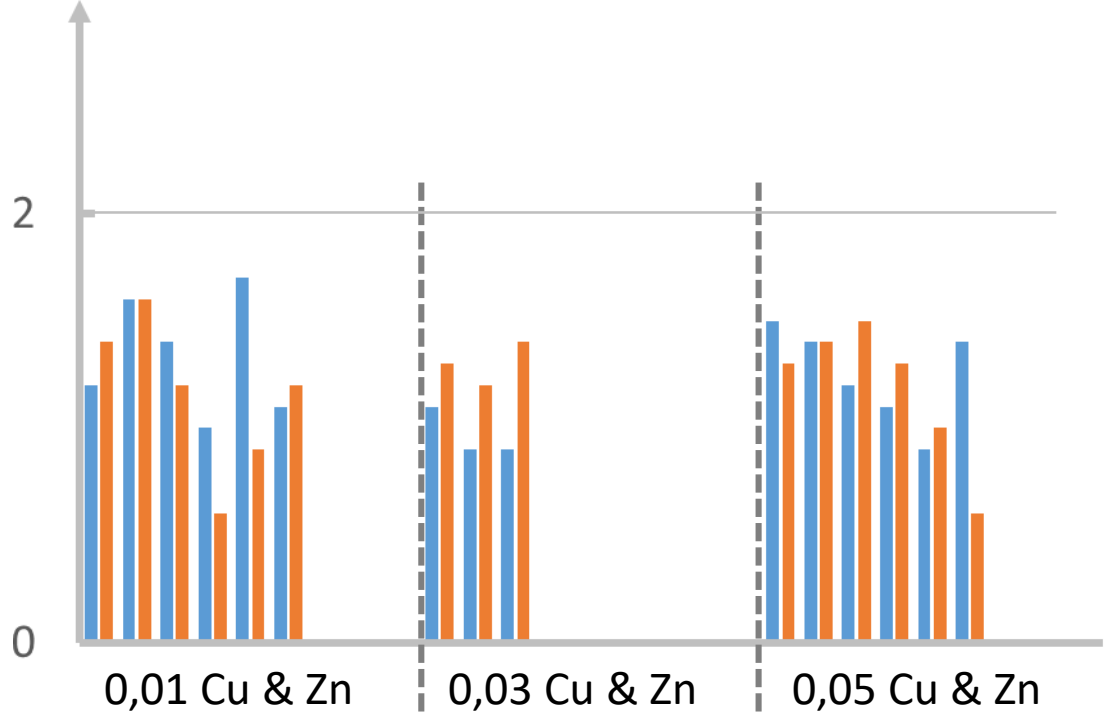


Andere voorbehandeling dan bedrijf 1 en 2!

Ook de gemiddelde lengte van de filamenten voldoet aan Qualicoat voorwaarden.



Gemiddelde lengte (mm)

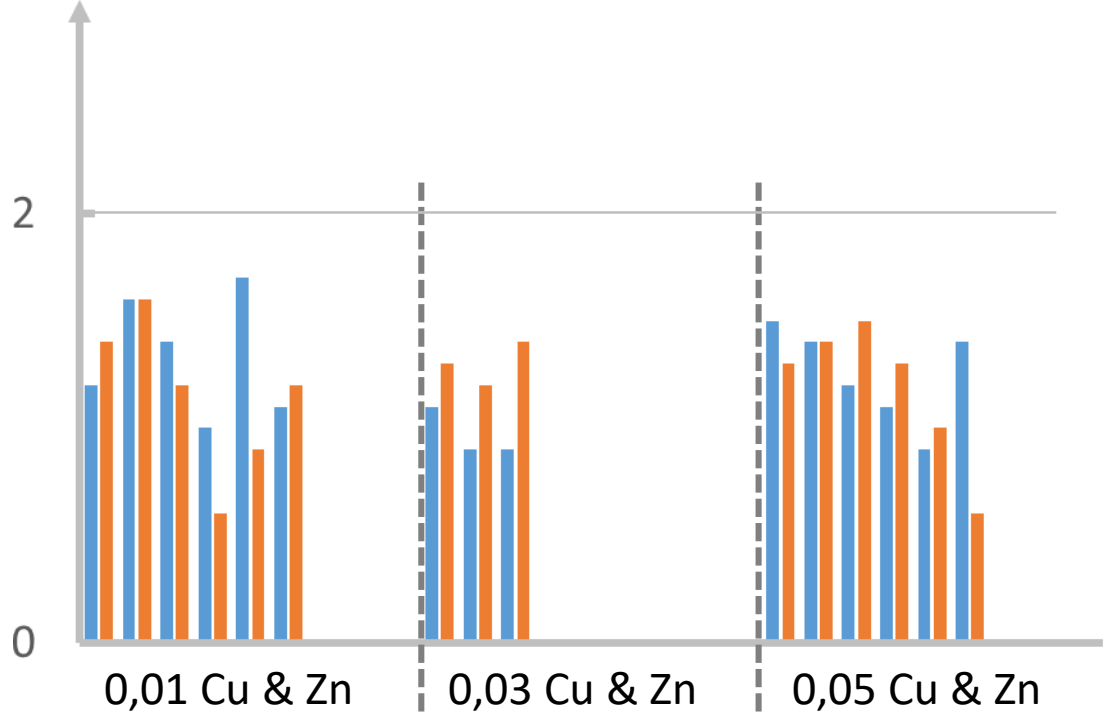


Max lengte volgens Qualicoat

Ook de gemiddelde lengte van de filamenten voldoet aan Qualicoat voorwaarden.



Gemiddelde lengte (mm)



Max lengte volgens Qualicoat

Samenvatting

- Effekt van ijzer – invloed op kleur
- Effekt van zink – invloed op grofkorrel
- Effekt van koper – invloed op filiforme corrosie

Samenvatting

- Anodisatieparameters zijn even belangrijk voor de kleur als de legeringssamenstelling.
- Effecten (zoals grofkorrel) kunnen door aanpassing van de legeringen vermeden worden zonder naar lagere gehalten te gaan.
- Voor de geteste legeringen zijn hogere kopergehalten mogelijk als er algemeen gebruikelijk zijn, zonder slechte filiforme corrosieeigenschappen te vertonen.

Conclusie

- NOG zijn niet alle problemen ivm gerecycleerd aluminium opgelost.
- Voor alle drie voorbeelden (kleur, grofkorrel en corrosie)
zijn er negatieve punten die nog meer onderzoek eisen.
- Indien wij de bron van gerecycleerd aluminium willen gebruiken,
moet ieder speler van de value chain zijn steentje bijdragen.
- Niemand zal daarbij zijn hele process volledig moeten aanpassen!

Acknowledgements

Prof. Iris De Graeve, VUB

Carlos Kampen, EMAX

Hendrik Claes, EMAX

Dimitri Fotij, EMAX



Dr. Linsey Lapeire, UGent (EBSD work)



Dr. Loïc Malet, ULB (TEM work)

Dr. Jean Dille, ULB (TEM work)



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen