



HTWK

Forschungsseminar des MDZWP 2023

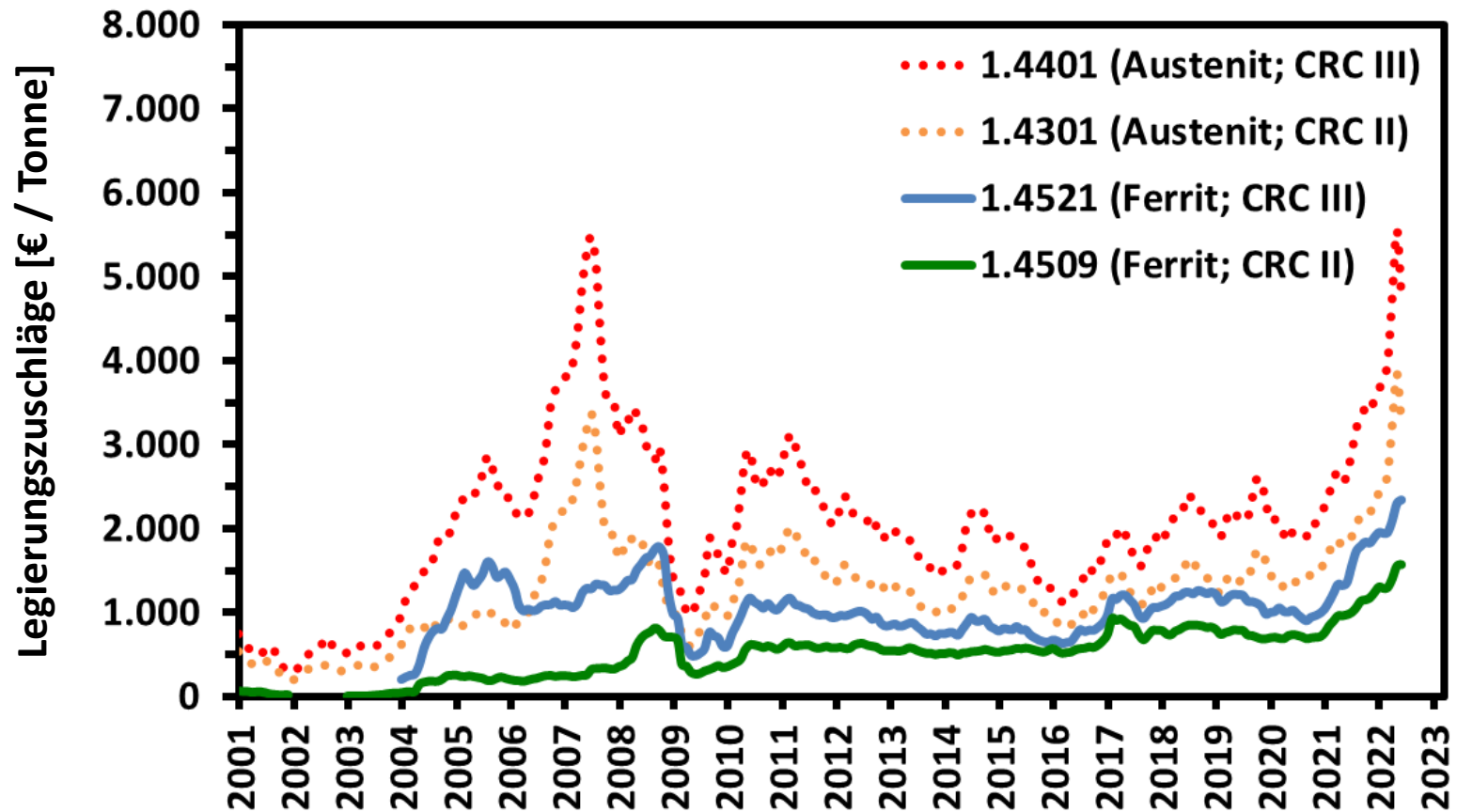
Einfluss von **Mo, Cu, Co** und **Mn** auf die
Korrosionsbeständigkeit vom ferritischen
nichtrostenden Stahl **1.4509 - X2CrTiNb18**

Paul Rosemann, **Florian Urban, Moritz Rath**, Norman Kauss, Andreas Heyn

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, Leipzig

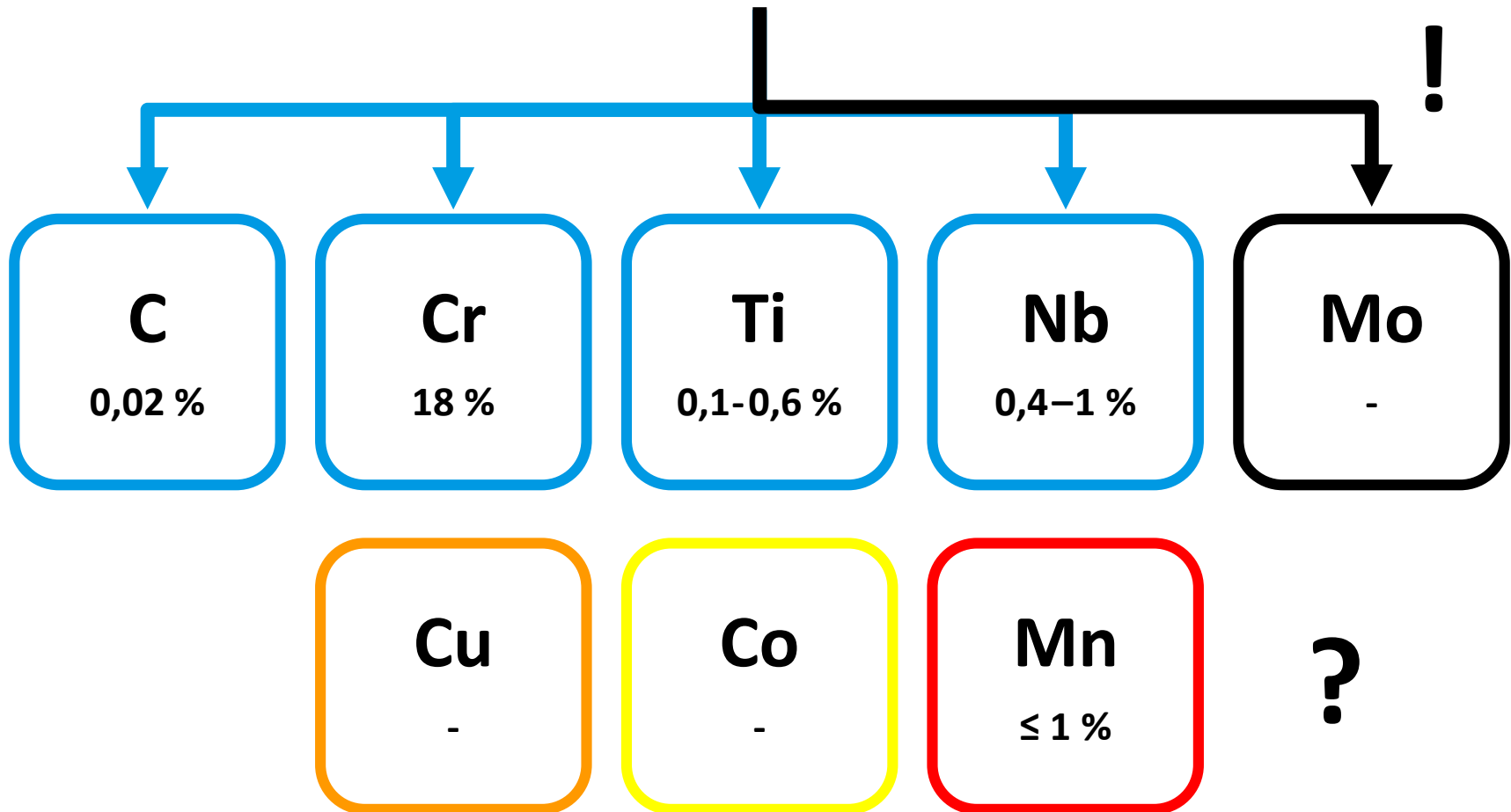
Professur Werkstofftechnik - Prof. Dr.-Ing. Paul Rosemann

- Ferrite – preiswerte Alternative zu nichtrostenden Austeniten



- Ferrite – preiswerte Alternative zu nichtrostenden Austeniten
- ausreichende Korrosionsbeständigkeit in unkritischen Expositionsfällen
- Beständigkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion (besser als bei Austeniten)
- EPR-Verfahren (0,5 M H_2SO_4) ohne Aktivator → Nachweis von Sensibilisierung
- Lochkorrosionsuntersuchungen bei Raumtemperatur → einfache Bewertung
- ferritisches Gefüge ohne α - γ -Umwandlung bei hohen Legierungsgehalten
- gute Untersuchbarkeit von Legierungseffekten bei nichtrostenden Stählen

X2CrTiNb18



Herstellung von Legierungen ($m_{\max} = 25 \text{ g}$)
im **Lichtbogenschmelzofen**



Variation von Legierungselementen durch Zugabe von
reinen Metallen (**Mo**, **Cu**, **Co** und **Mn**) zum X2CrTiNb18



Analyse der Legierungszusammensetzung



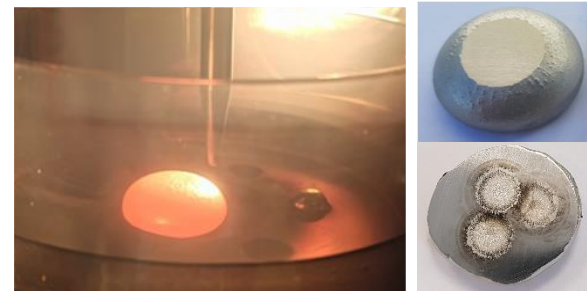
Lösungsglühen – 4 h bei 1100 °C – Wasserabschreckung



Verformung (50 %) und Rekristallisation (1 h bei 900 °C)

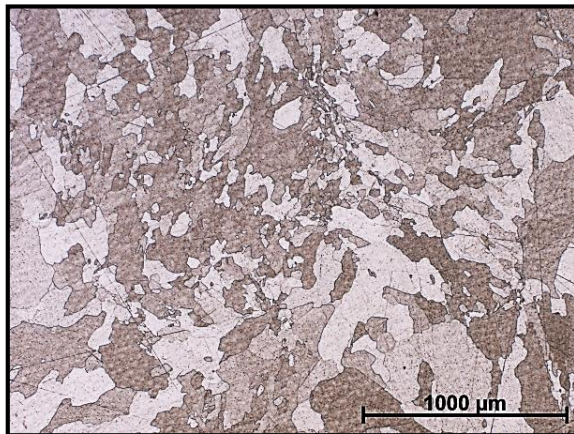


Untersuchung der Korrosionsbeständigkeit

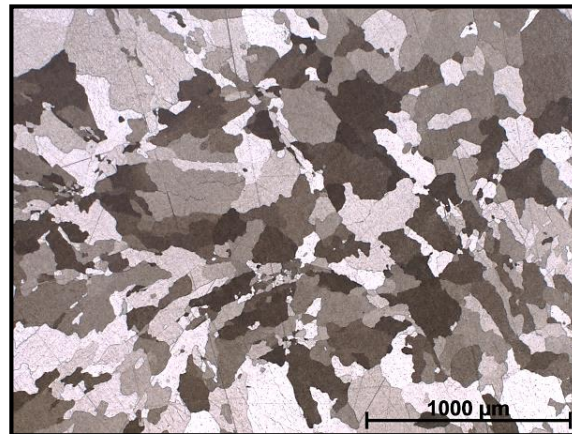


[Gew.-%]	Fe	C	Cr	Nb	Ti	Cu	Mn	Mo	Ni	Si	P	S
Ref	80,0	0,024	17,95	0,46	0,14	0,13	0,42	0,03	0,14	0,50	0,02	0,0022
Mo 0.5	79,4	0,023	18,13	0,42	0,16	0,05	0,42	0,44	0,17	0,58	0,02	0,0023
Mo 1	79,1	0,028	18,02	0,41	0,16	0,05	0,42	0,80	0,16	0,57	0,02	0,0022
Mo 1.5	78,7	0,024	17,82	0,41	0,16	0,05	0,41	1,50	0,16	0,57	0,02	0,0024
Mo 2	78,4	0,024	17,60	0,44	0,13	0,13	0,40	2,06	0,14	0,49	0,02	0,0021
Mo 2.5	78,0	0,025	17,47	0,44	0,13	0,12	0,39	2,61	0,13	0,49	0,02	0,0021

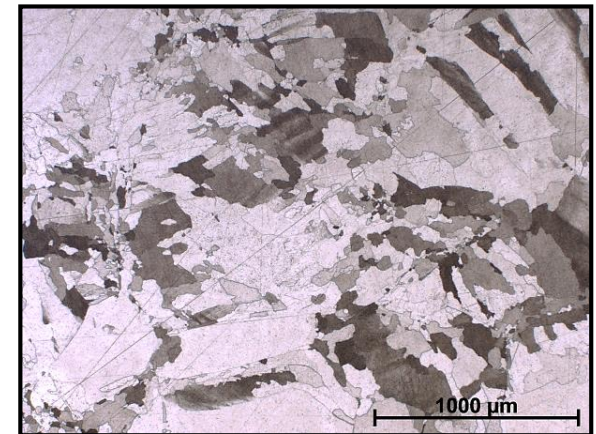
Ref



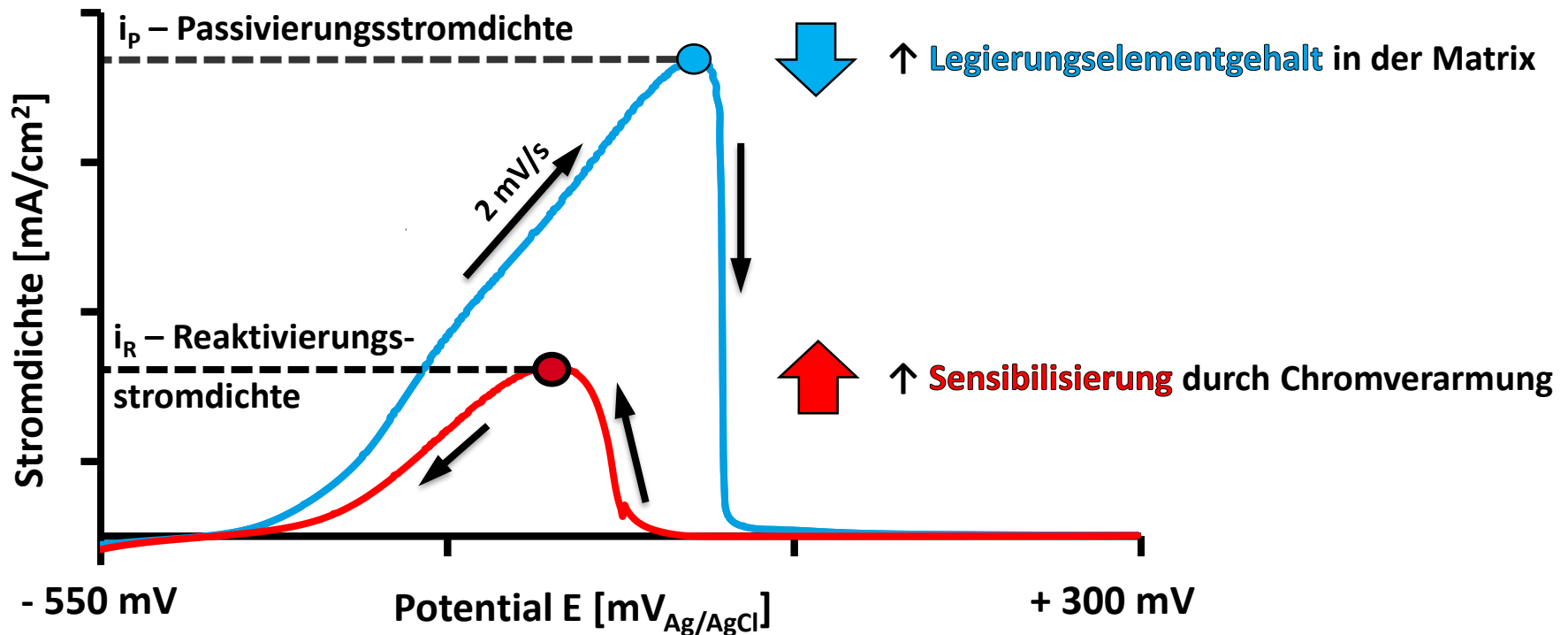
Mo 1



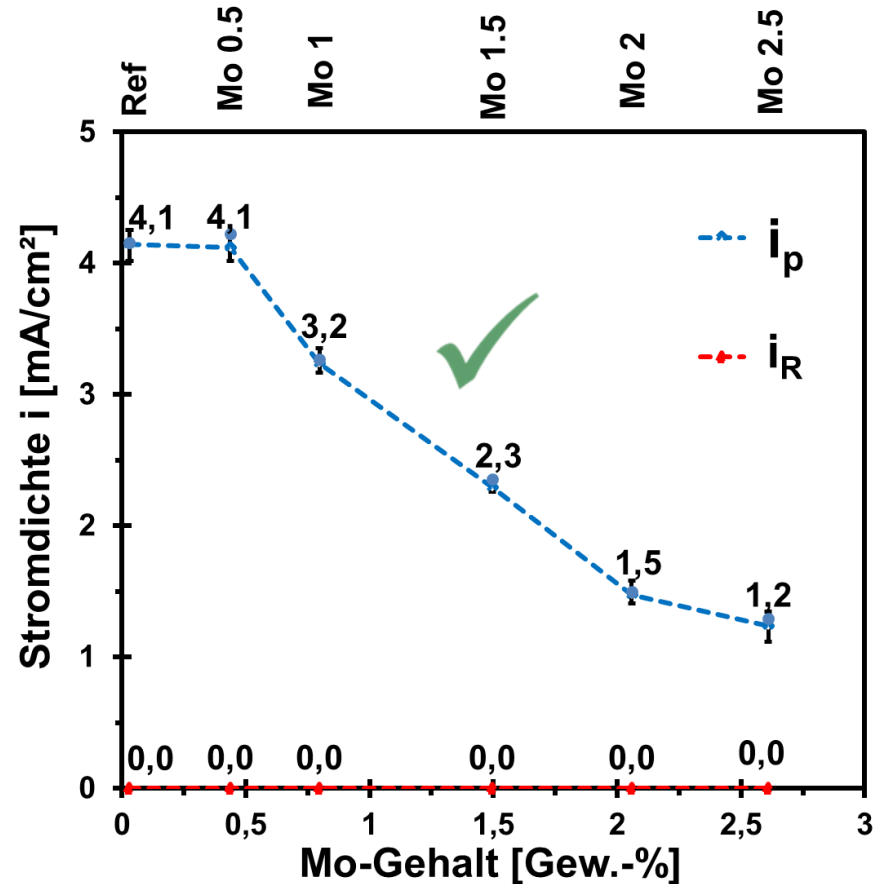
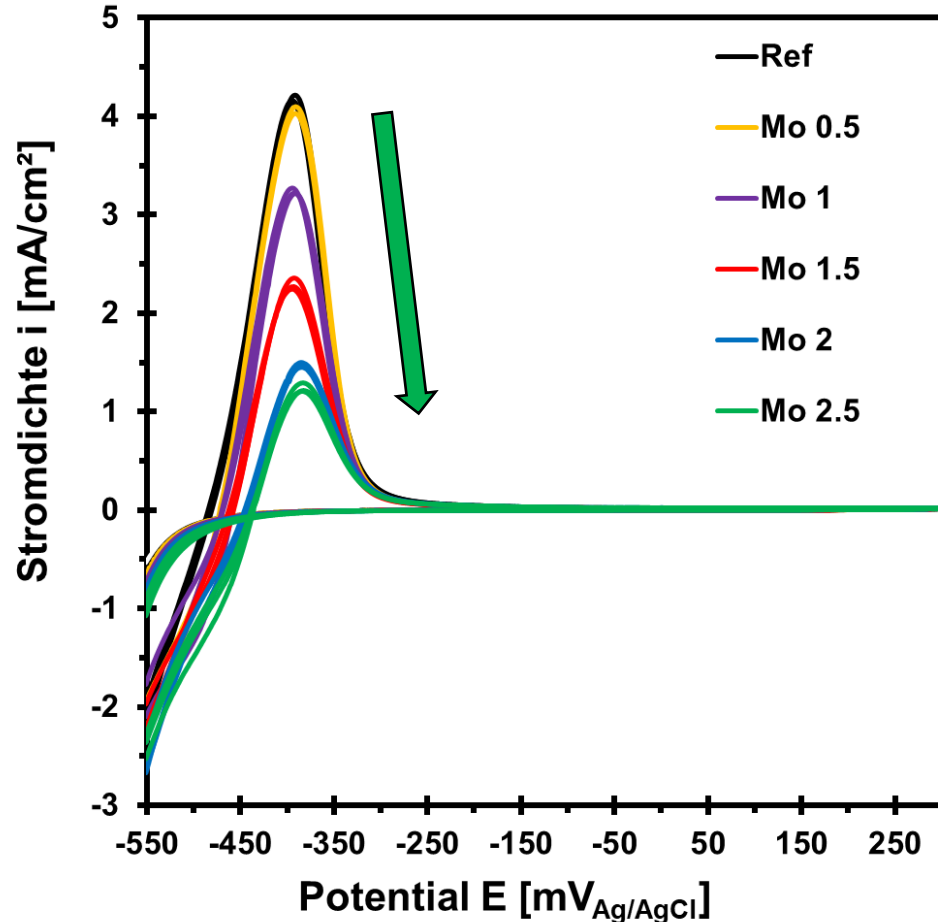
Mo 2



EPR – elektrochemische potentiodynamische Reaktivierung

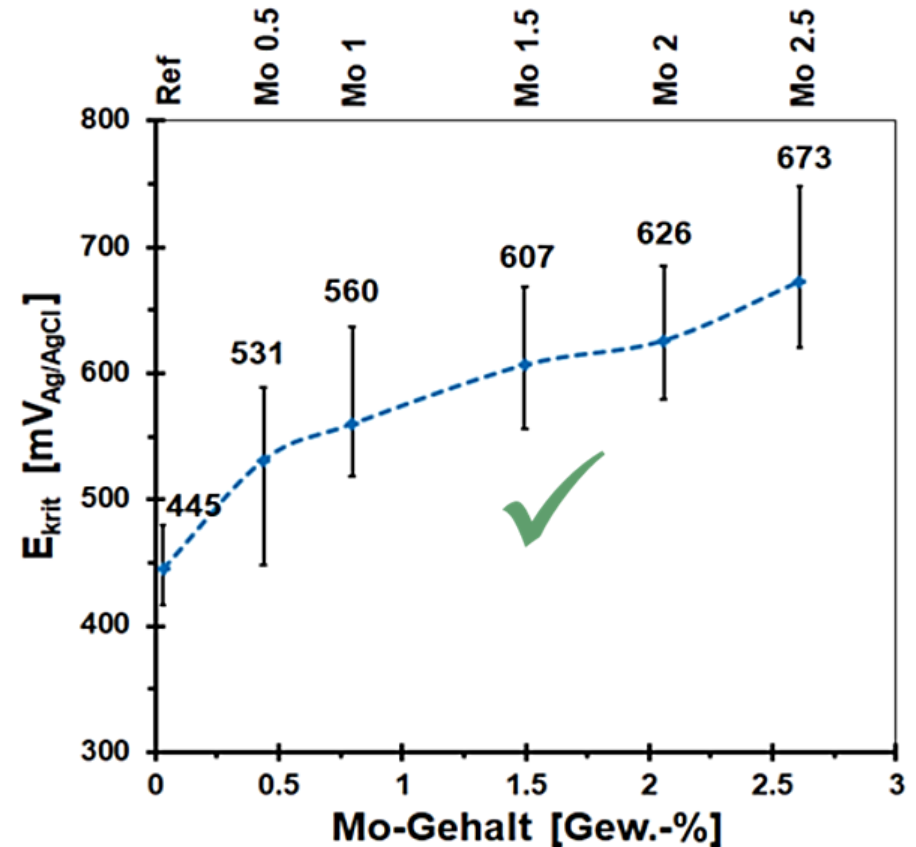
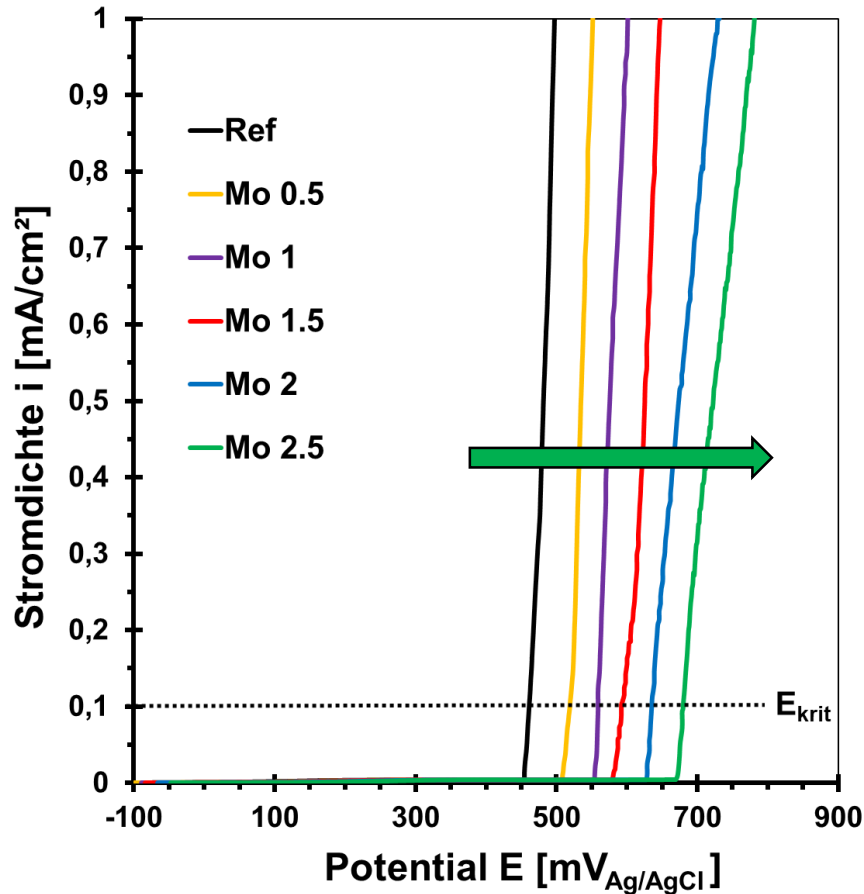


Schliffpräparation: **180er SiC-Papier** – Elektrolyt: **0,5 M H₂SO₄**



Schliffpräparation: **180er SiC-Papier** – Elektrolyt: **0,5 M H₂SO₄**

Schliffpräparation: **500er SiC-Papier** – Passivierung: **2 h bei > 95 % rel. LF**



Elektrolyt: neutrale Boratpufferlösung (2,5 ml; pH = 7,4) mit **0,1 M NaCl**

Polarisationsgeschwindigkeit: **1 mV/s**

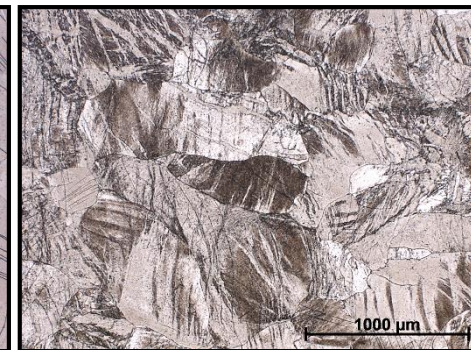
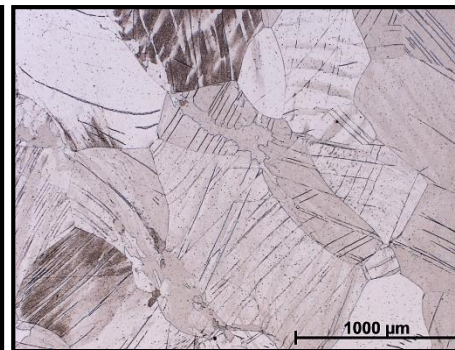
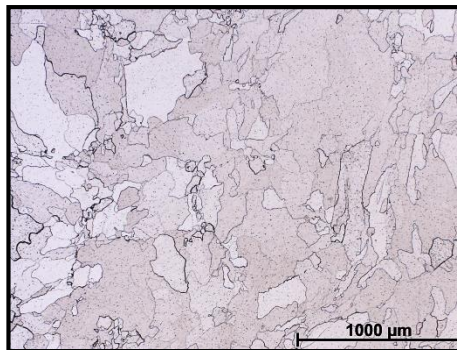
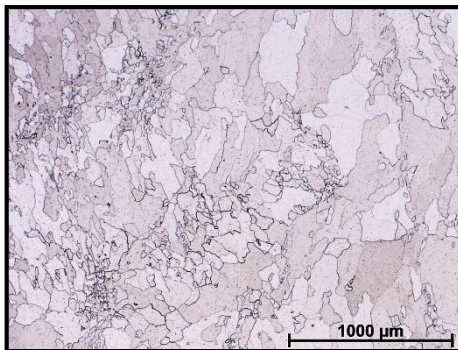
[Gew.-%]	Fe	C	Cr	Nb	Ti	Cu	Mn	Mo	Ni	Si	P	S
Ref	80,0	0,024	17,95	0,46	0,14	0,13	0,42	0,030	0,14	0,50	0,02	0,0022
Cu 0.1	80,3	0,024	17,67	0,44	0,13	0,18	0,42	0,030	0,14	0,52	0,02	0,0017
Cu 0.2	80,2	0,023	17,64	0,43	0,13	0,28	0,42	0,030	0,14	0,51	0,02	0,0017
Cu 0.5	79,9	0,024	17,62	0,44	0,13	0,61	0,42	0,030	0,15	0,52	0,02	0,0017
Cu 1	79,5	0,023	17,50	0,43	0,13	1,15	0,42	0,030	0,15	0,51	0,02	0,0015
Cu 2	78,6	0,024	17,28	0,44	0,13	2,23	0,42	0,030	0,15	0,51	0,02	0,0016
Cu 5	76,3	0,022	16,78	0,42	0,13	5,10	0,42	0,029	0,14	0,49	0,02	0,0016
Cu 10	72,3	0,022	15,90	0,41	0,12	10,0	0,40	0,027	0,14	0,46	0,02	0,0014

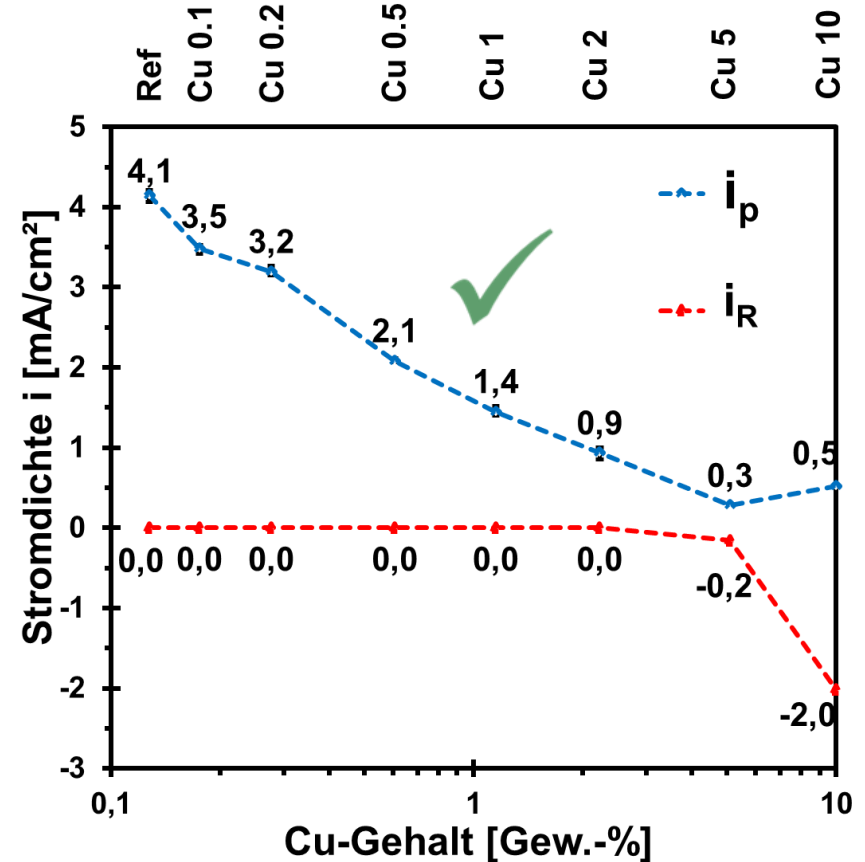
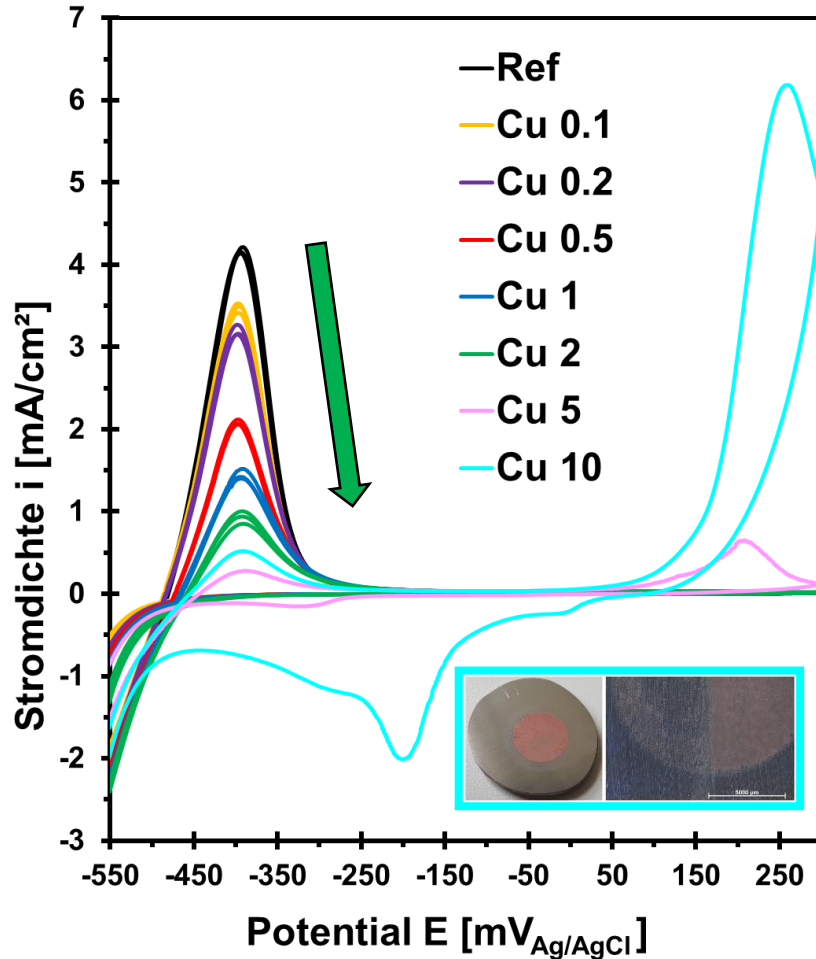
Cu 0,5

Cu 1

Cu 2

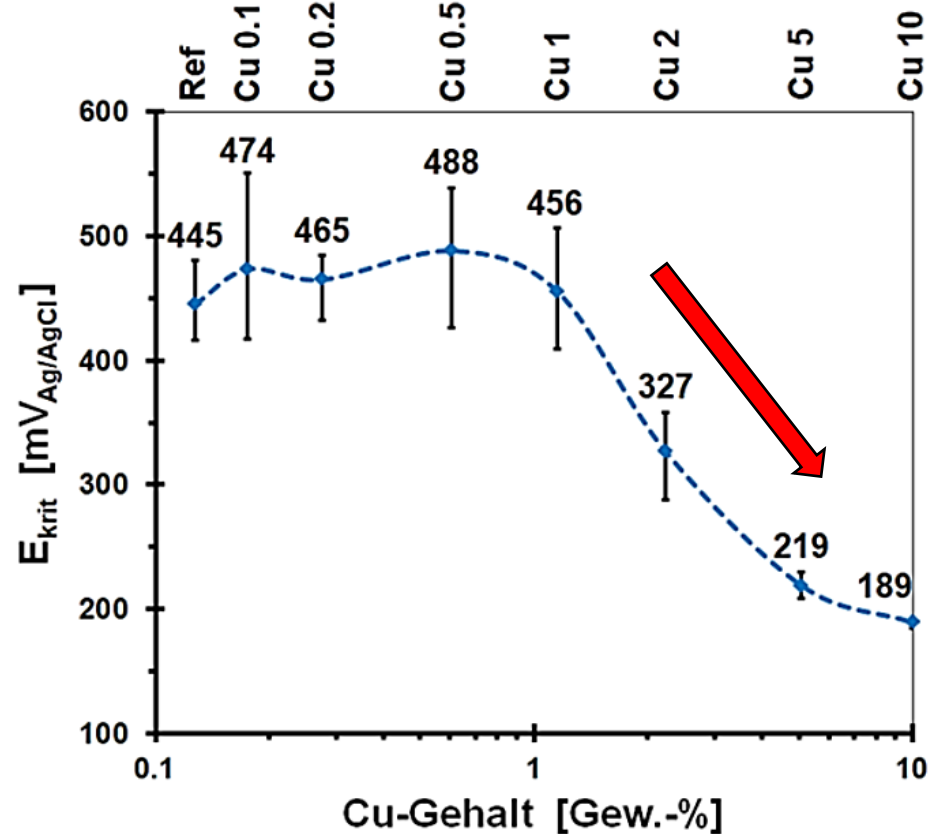
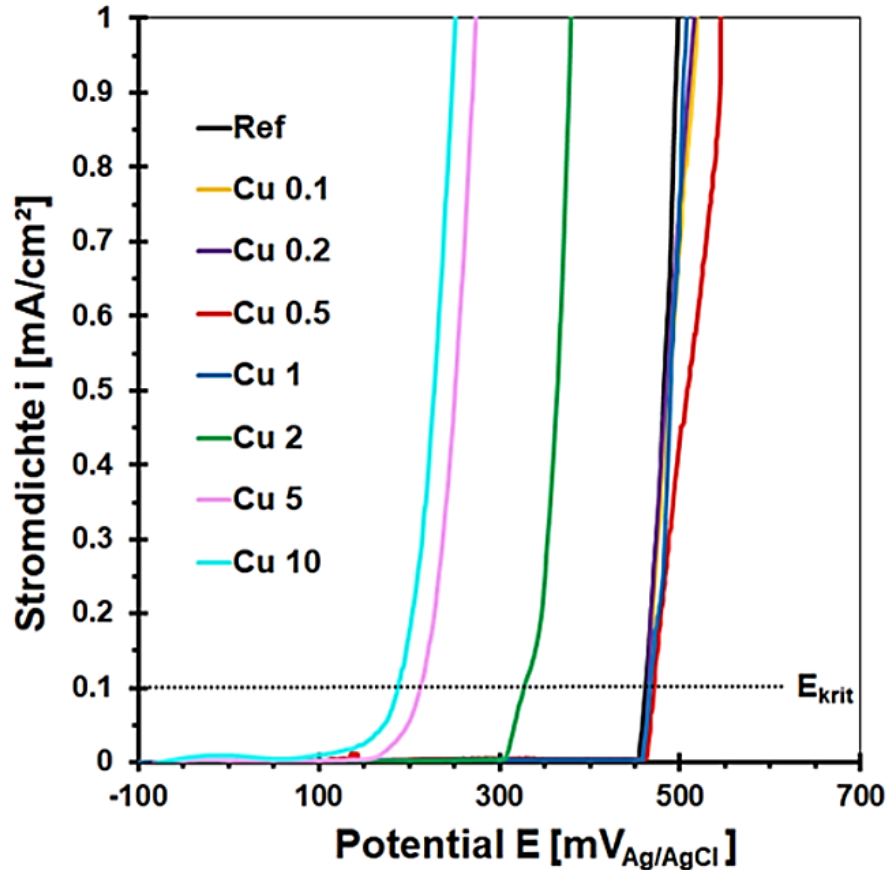
Cu 5





Schliffpräparation: **180er SiC-Papier** – Elektrolyt: **0,5 M H₂SO₄**

Schliffpräparation: **500er SiC-Papier** – Passivierung: **2 h bei > 95 % rel. LF**

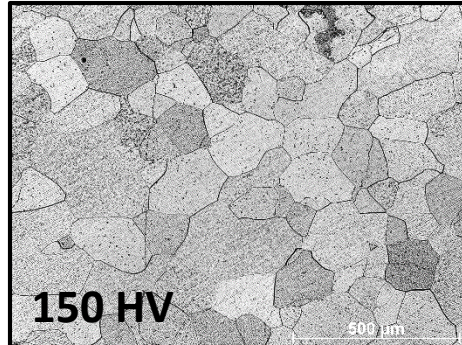


Elektrolyt: neutrale Boratpufferlösung (2,5 ml; pH = 7,4) mit **0,1 M NaCl**

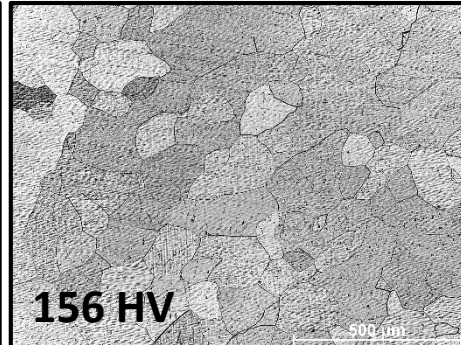
Polarisationsgeschwindigkeit: **1 mV/s**

[Gew.-%]	Fe	C	Cr	Nb	Ti	Co	Mn	Mo	Ni	Si	P	S
Ref	79,7	0,0118	18,44	0,385	0,116	0,05	0,380	0,017	0,14	0,43	0,02	0,0022
Co 0.5	79,4	0,0036	18,35	0,331	0,103	0,62	0,353	0,017	0,14	0,41	0,02	0,0018
Co 1	78,9	0,0107	18,22	0,391	0,117	1,13	0,360	0,017	0,14	0,42	0,02	0,0013
Co 2	78,1	0,0112	17,99	0,389	0,115	2,18	0,362	0,018	0,14	0,42	0,02	< 0,001
Co 3	77,2	0,0085	17,85	0,364	0,111	3,24	0,358	0,018	0,14	0,41	0,02	< 0,001
Co 4	76,4	0,0122	17,66	0,377	0,111	4,29	0,348	0,018	0,14	0,40	0,02	< 0,001
Co 5	75,5	0,0118	17,47	0,369	0,109	5,37	0,342	0,018	0,14	0,39	0,02	< 0,001
Co 10	71,6	0,0068	16,42	0,294	0,091	10,45	0,323	0,019	0,14	0,35	0,02	< 0,001
Co 15	67,4	0,0092	15,51	0,326	0,097	15,49	0,314	0,021	0,17	0,34	0,02	< 0,001

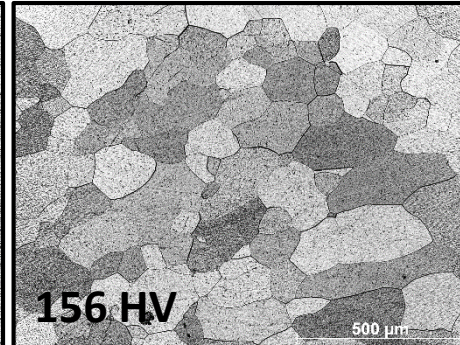
Ref



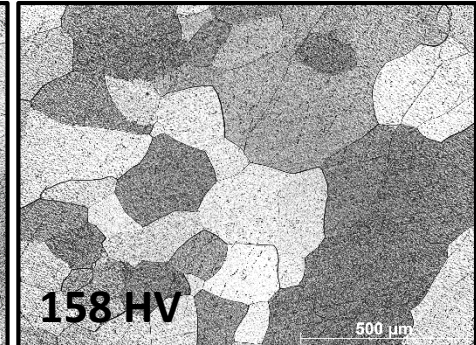
Co 1



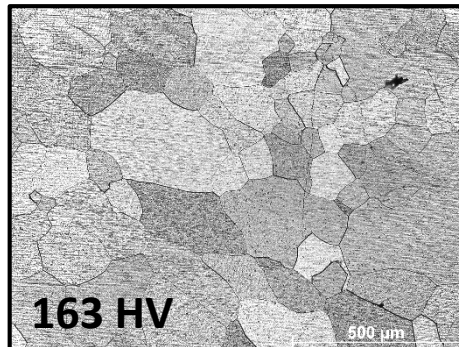
Co 2



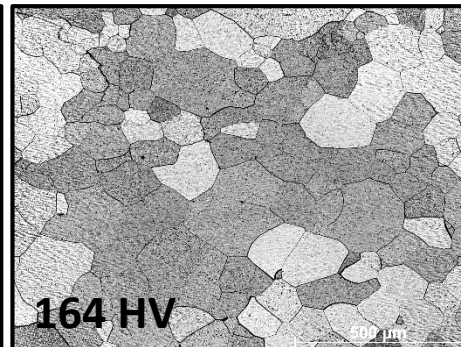
Co 3



Co 4



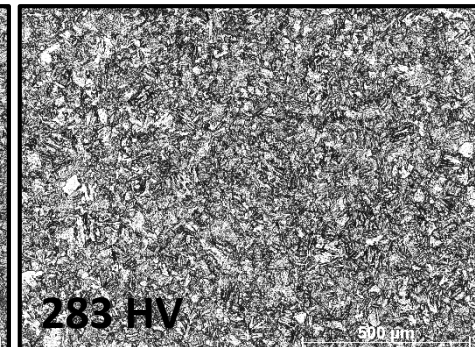
Co 5



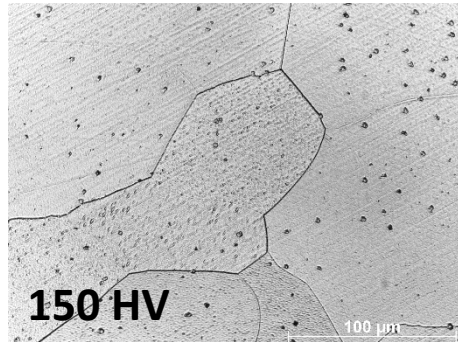
Co 10



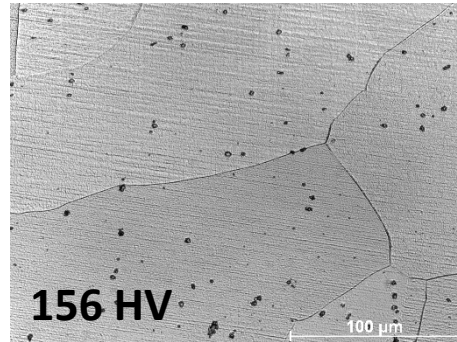
Co 15



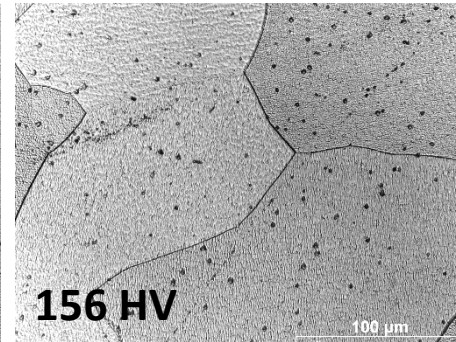
Ref



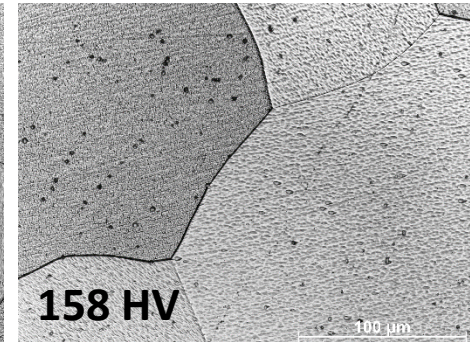
Co 1



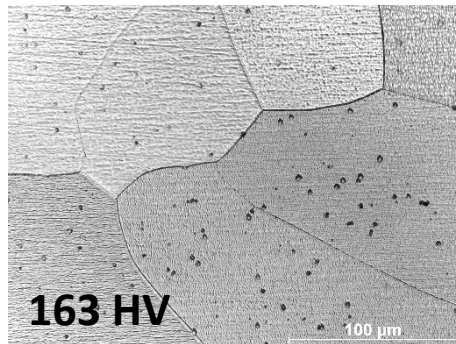
Co 2



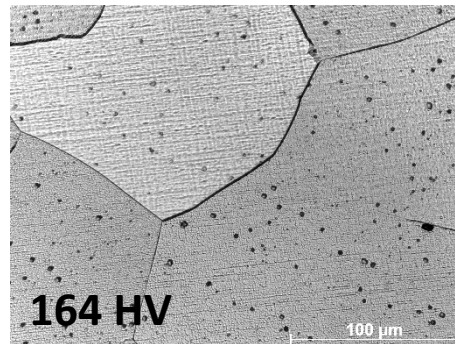
Co 3



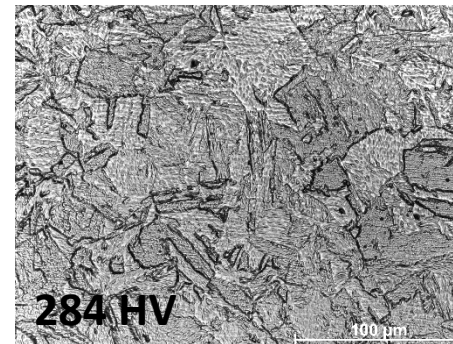
Co 4



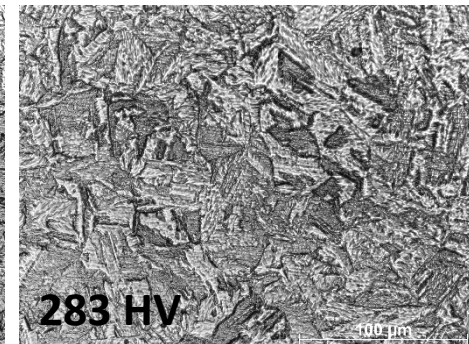
Co 5

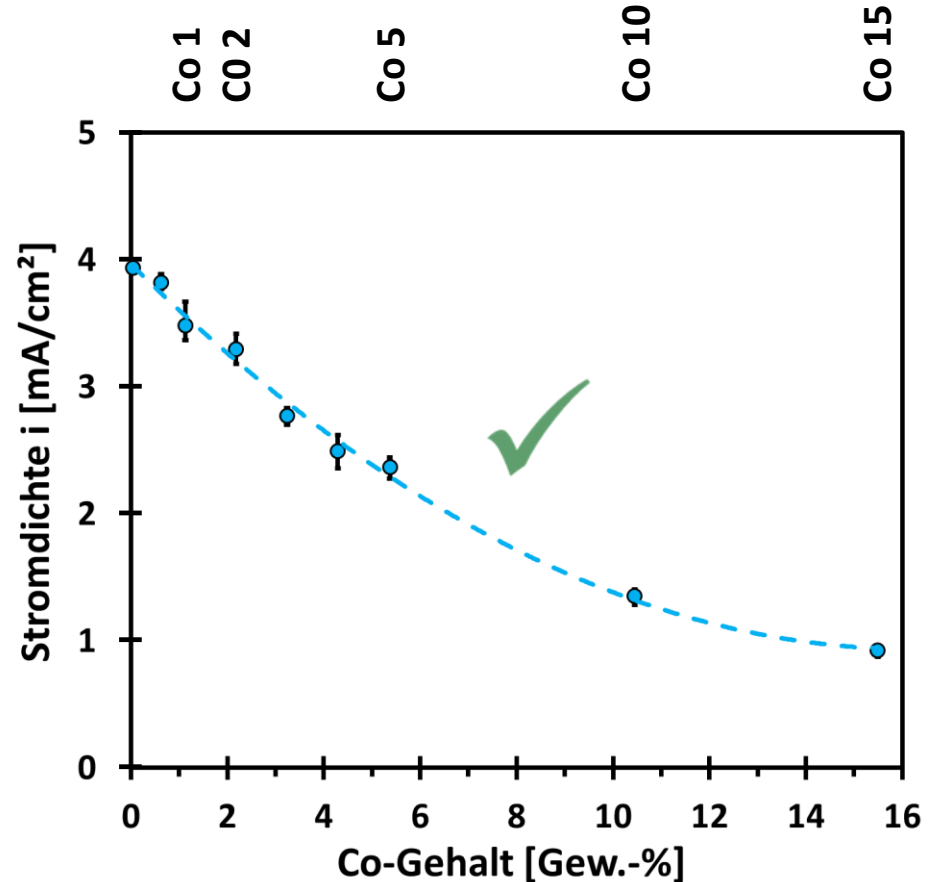
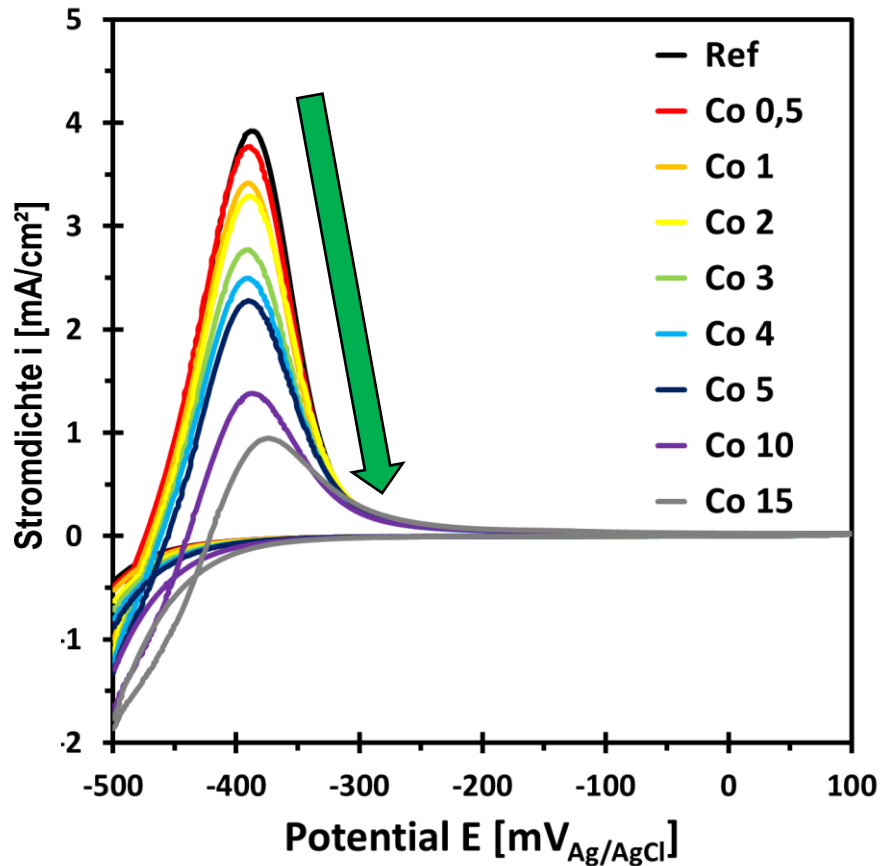


Co 10



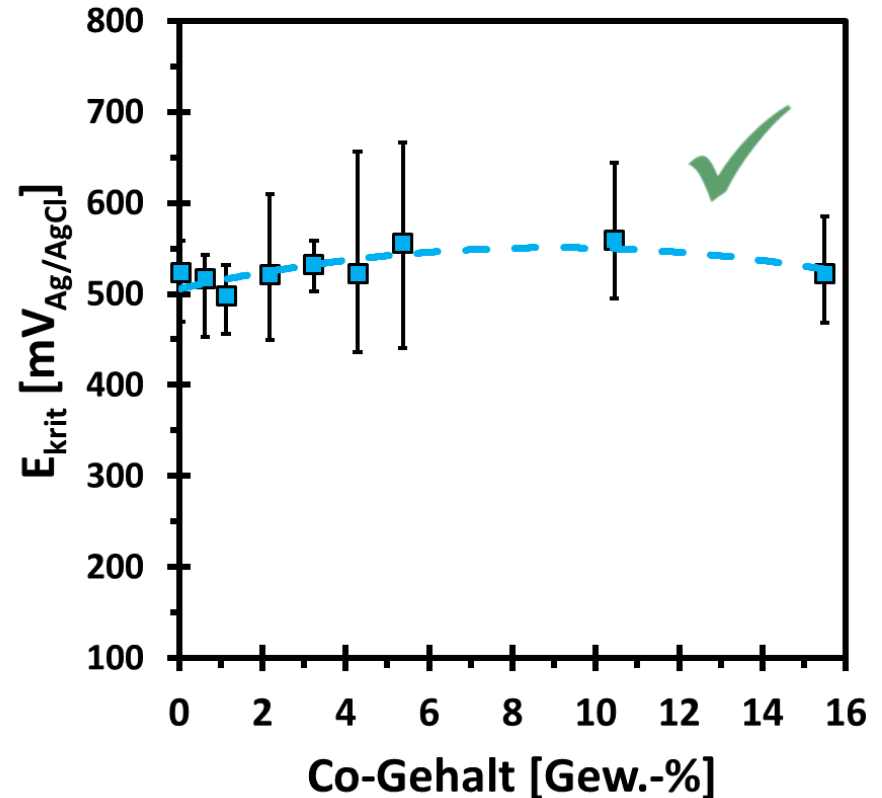
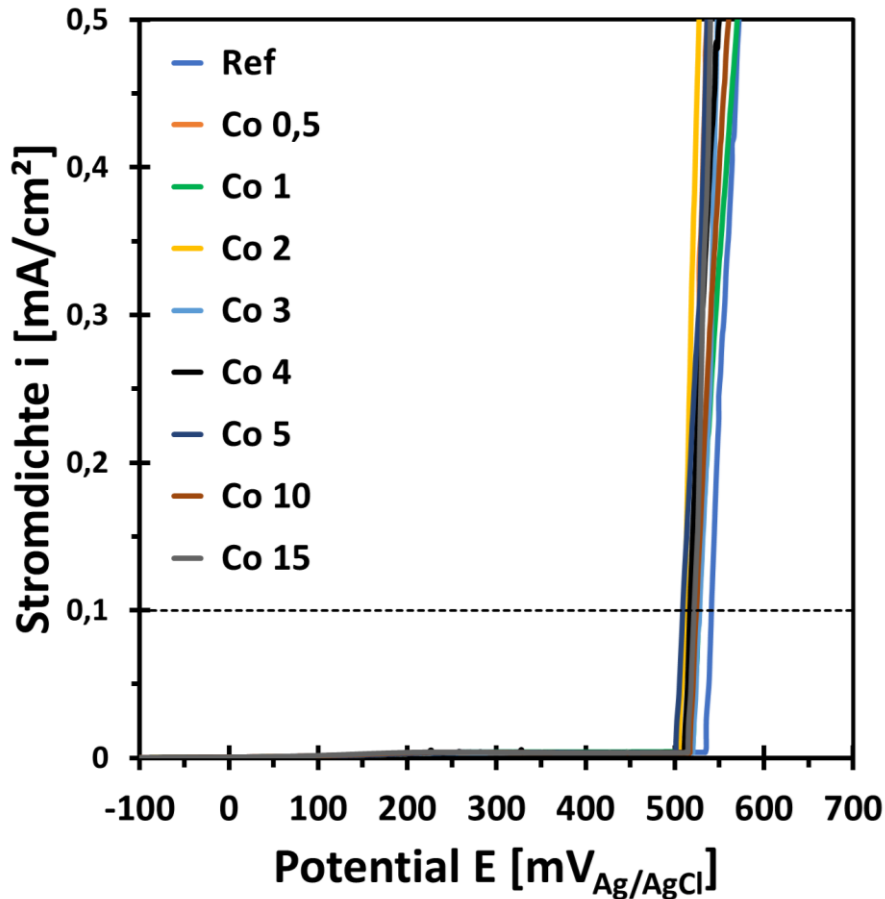
Co 15





Schliffpräparation: **180er SiC-Papier** – Elektrolyt: **0,5 M H₂SO₄**

Schliffpräparation: 600er SiC-Papier – Passivierung: 2 h bei > 95 % rel. LF

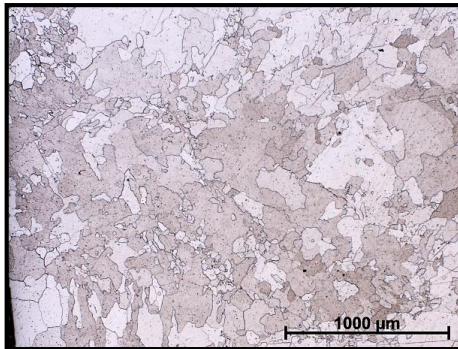


Elektrolyt: neutrale Boratpufferlösung (2,5 ml; pH = 7,4) mit **0,1 M NaCl**

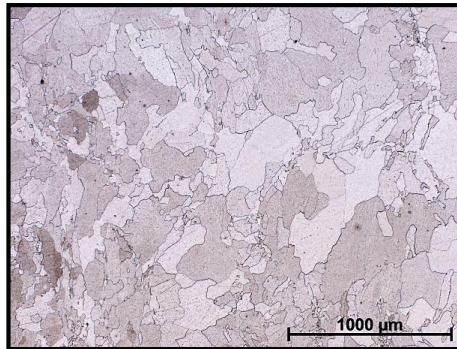
Polarisationsgeschwindigkeit: **1 mV/s**

[Gew.-%]	Fe	C	Cr	Nb	Ti	Cu	Mn	Mo	Ni	Si	P	S
Ref	80,0	0,024	17,95	0,46	0,14	0,13	0,42	0,030	0,14	0,50	0,02	0,0022
Mn 0.5	80,1	0,026	17,80	0,44	0,13	0,12	0,47	0,030	0,14	0,52	0,02	0,0018
Mn 1	79,7	0,023	17,79	0,42	0,13	0,12	0,98	0,021	0,14	0,52	0,02	0,0013
Mn 2	79,0	0,024	17,55	0,43	0,13	0,12	1,92	0,006	0,14	0,52	0,02	< 0,001
Mn 5	76,9	0,022	17,09	0,40	0,12	0,12	4,56	< 0,005	0,14	0,52	0,02	< 0,001
Mn 10	73,0	0,023	16,21	0,38	0,11	0,11	9,31	< 0,005	0,13	0,52	0,02	< 0,001

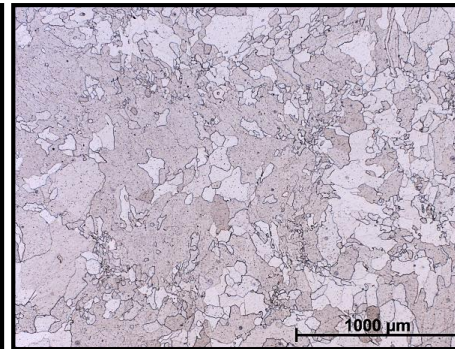
Mn 0,5



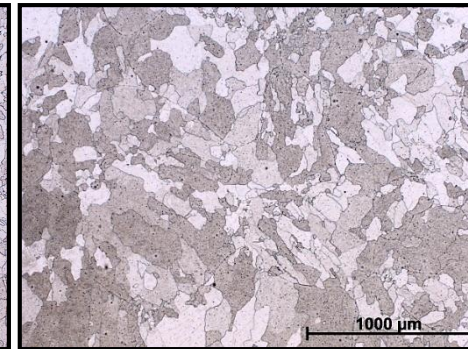
Mn 1

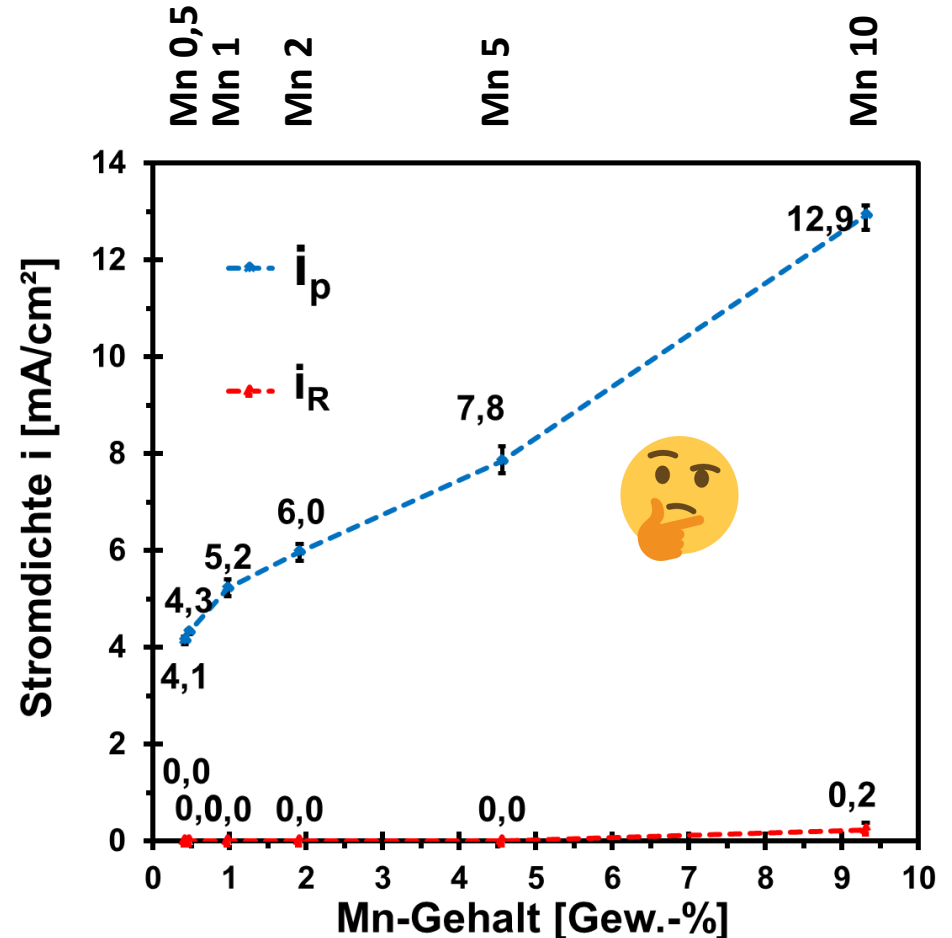
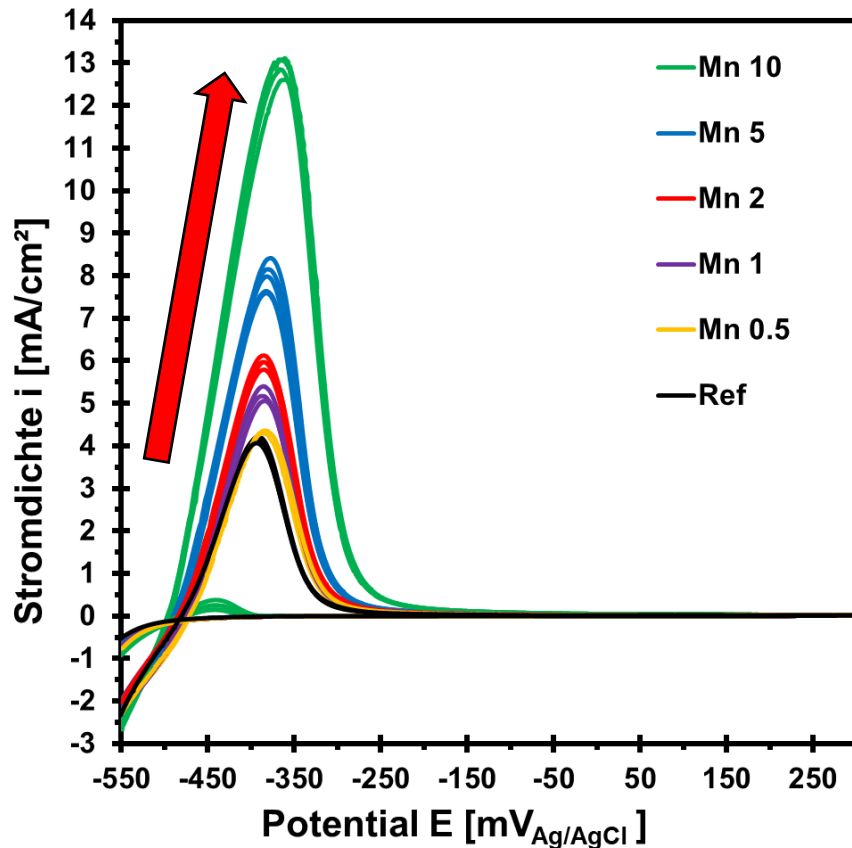


Mn 2



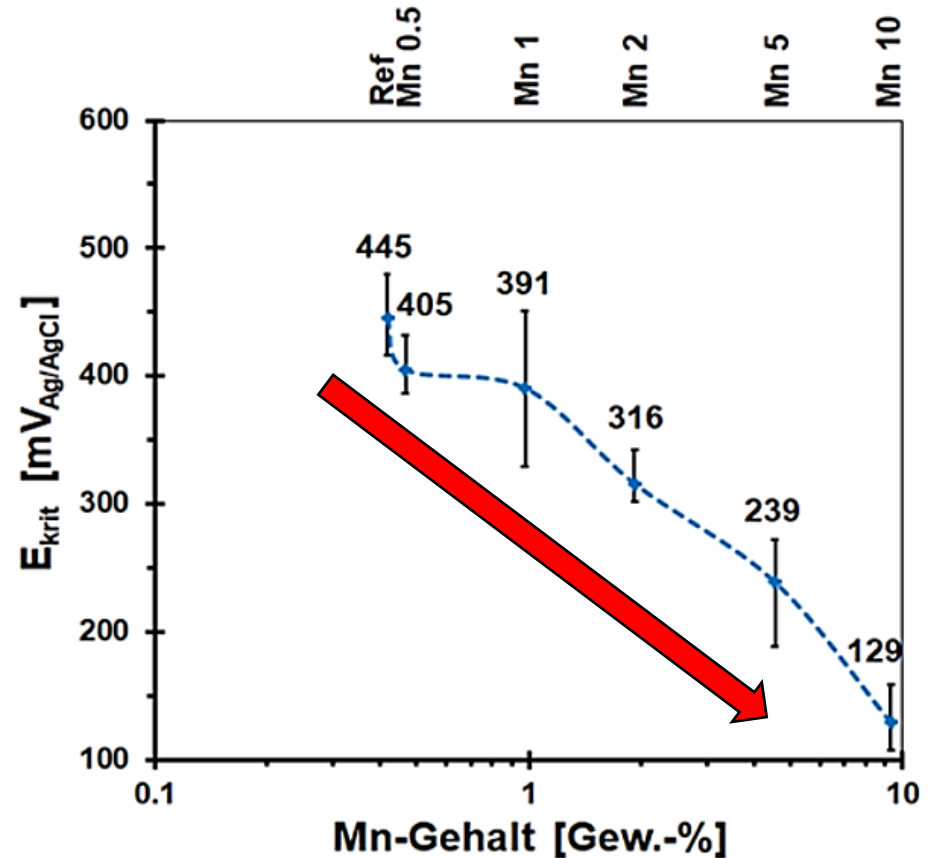
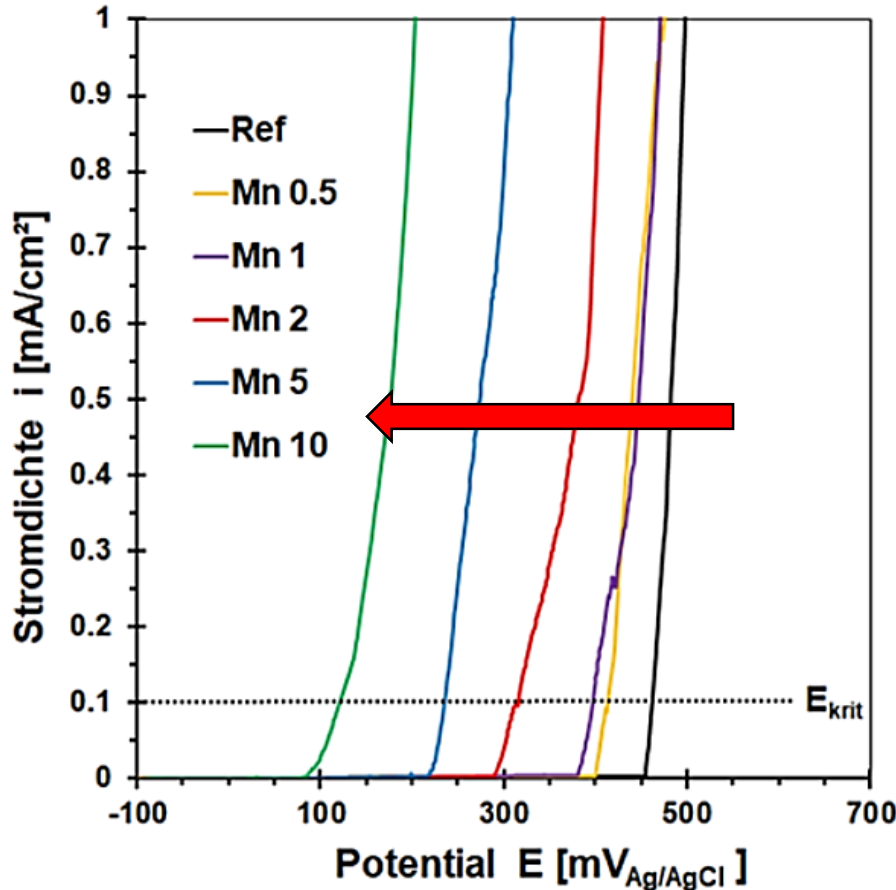
Mn 5





Schliffpräparation: **180er SiC-Papier** – Elektrolyt: **0,5 M H₂SO₄**

Schliffpräparation: 500er SiC-Papier – Passivierung: 2 h bei > 95 % rel. LF



Elektrolyt: neutrale Boratpufferlösung (2,5 ml; pH = 7,4) mit **0,1 M NaCl**

Polarisationsgeschwindigkeit: **1 mV/s**

- nichtrostende Ferrite haben Potenzial als Austenitersatz
- Legierungseffekte sind elektrochemische sehr gut an X2CrTiNb18 darstellbar
- Einfluss von Molybdän wird eindeutig nachgewiesen – Methodik funktioniert
- Mo, Cu und Co im Mischkristall erleichtern Passivierung in sauren Medien
- ausgeschiedenes Kupfer ist problematisch für die Lochkorrosionsbeständigkeit
- Mangan verringert die Korrosionsbeständigkeit ab 1 Gew.-% sehr stark!
- weitere Elemente ? → Al, Si, Ni, ... ?





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

ING Fakultät
Ingenieurwissenschaften



HTWK

Leipzig

