



Karaktärisering av nitrerade/nitrokarburerade skikt, från LOM till EBSD

Sven Haglund
sven.haglund@swerea.se

Inledning

- Karaktärisering av föreningszon vid nitreringsprocesser
 - Vanligast är krav på skiktjocklek och hårdheter
 - Högt ϵ/γ -förhållande önskvärt
- Metoder
 - LOM
 - SEM
 - GD-OES
 - EBSD
 - Röntgen

Nitrering / nitrokarburering

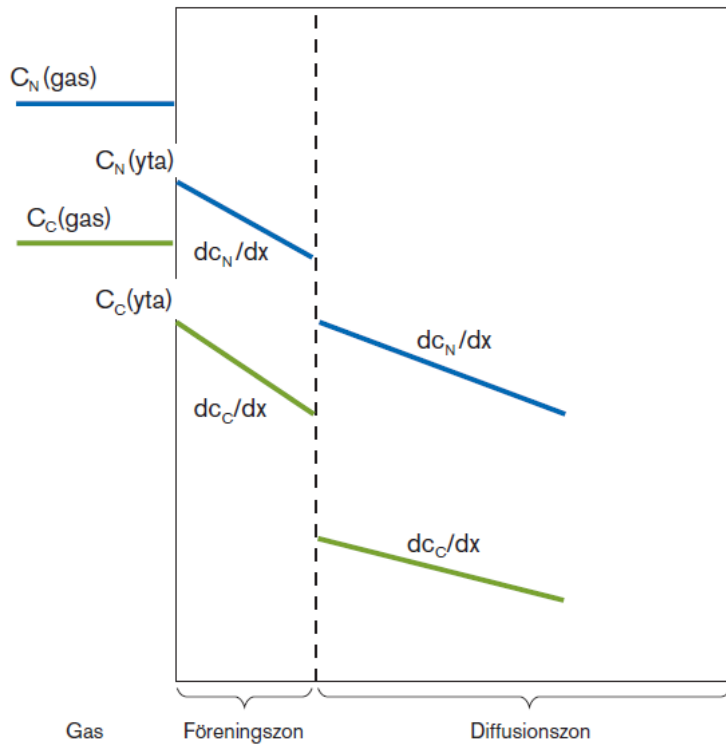
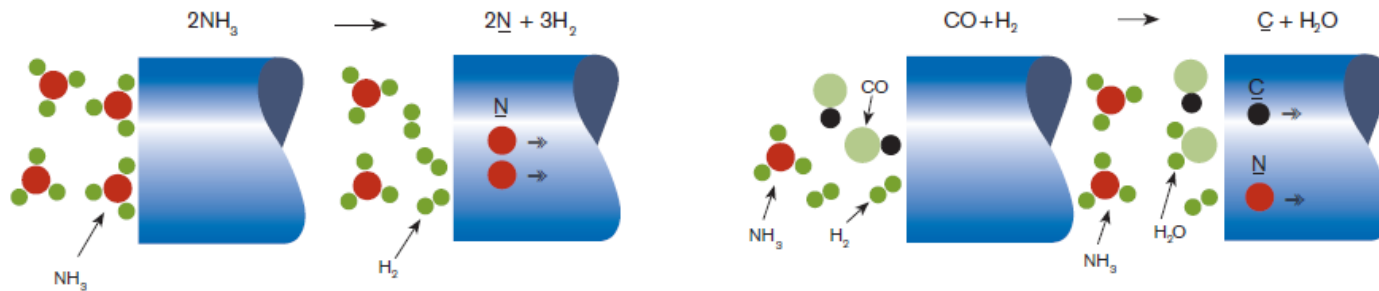


Bild 8.12.25 Koncentrationsgradienter för kol respektive kväve.

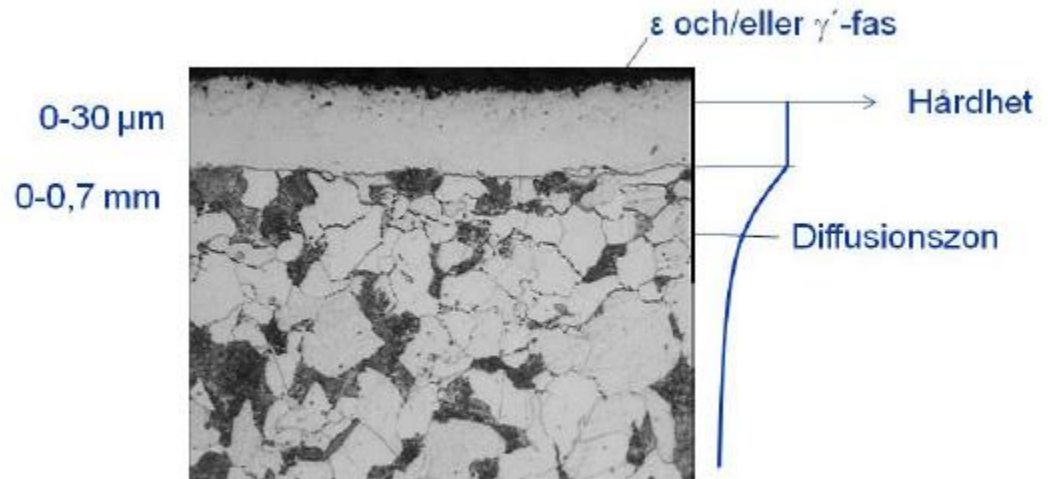
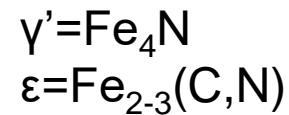
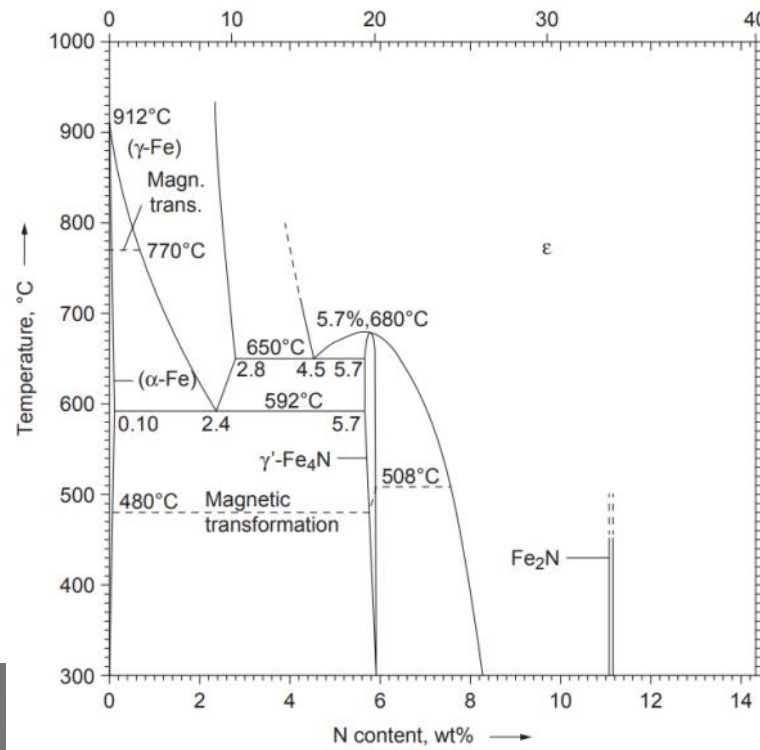


Bild 8.12.28 Förenings- och diffusionszon hos nitrokarburerat järn

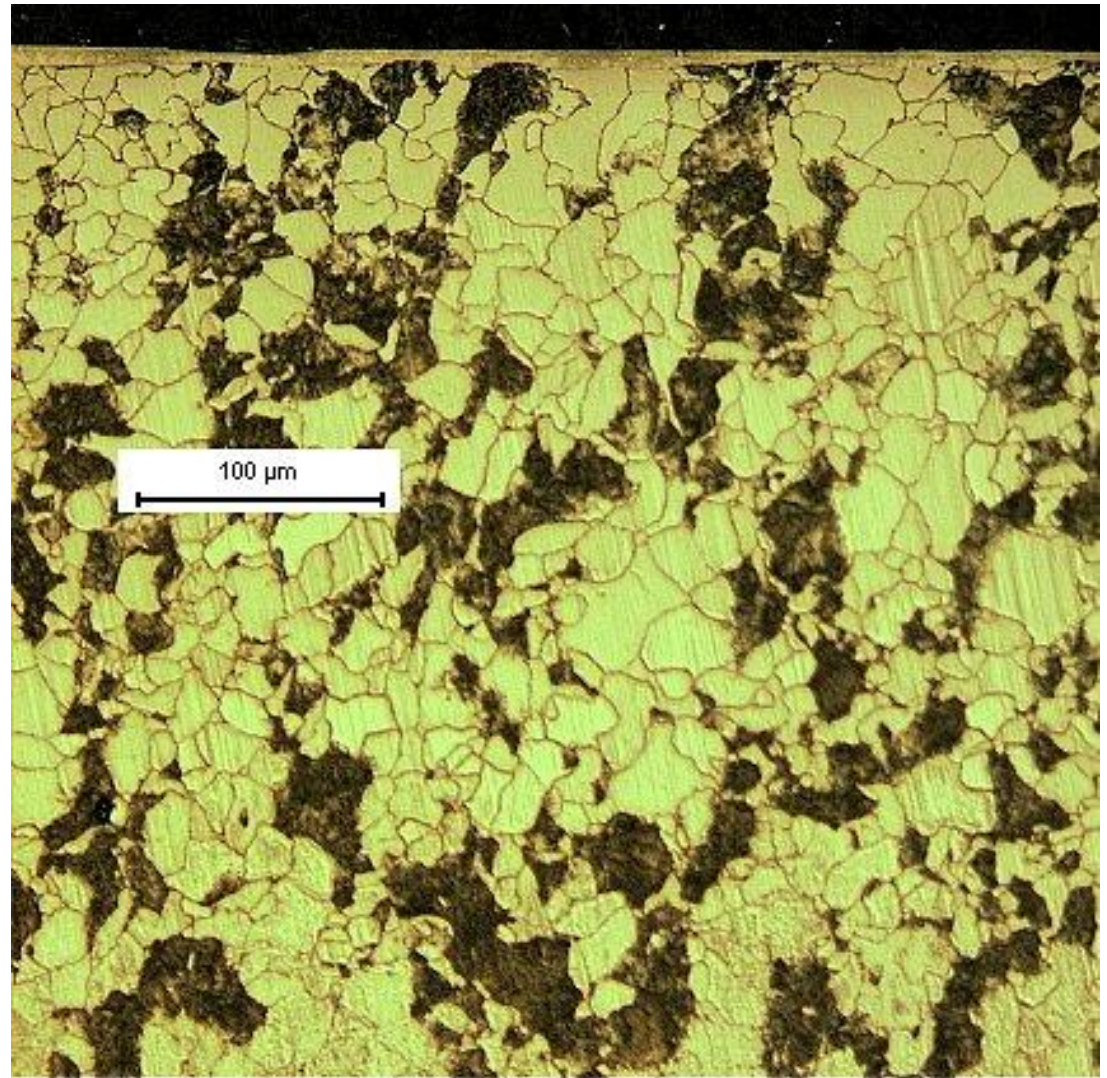
Nitrering/nitrokarburering, två nitridfaser

- ϵ -fas, $\text{Fe}_{(2-3)}\text{N}$, i binära fallet ~ 11 wt%N
- γ' -fas, Fe_4N , i binära fallet ~ 6 wt%N



LOM

- 92520
- Plasmanitrat

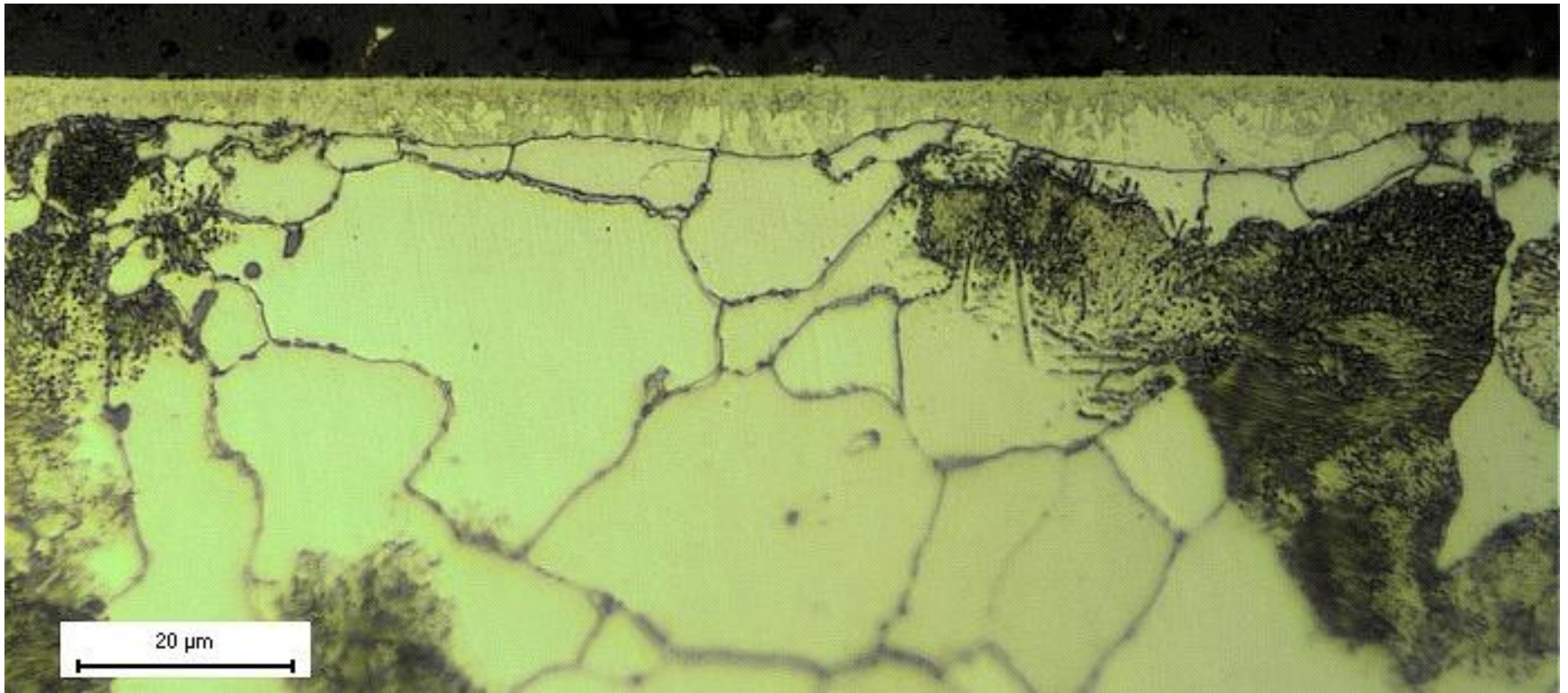


PART OF RLS

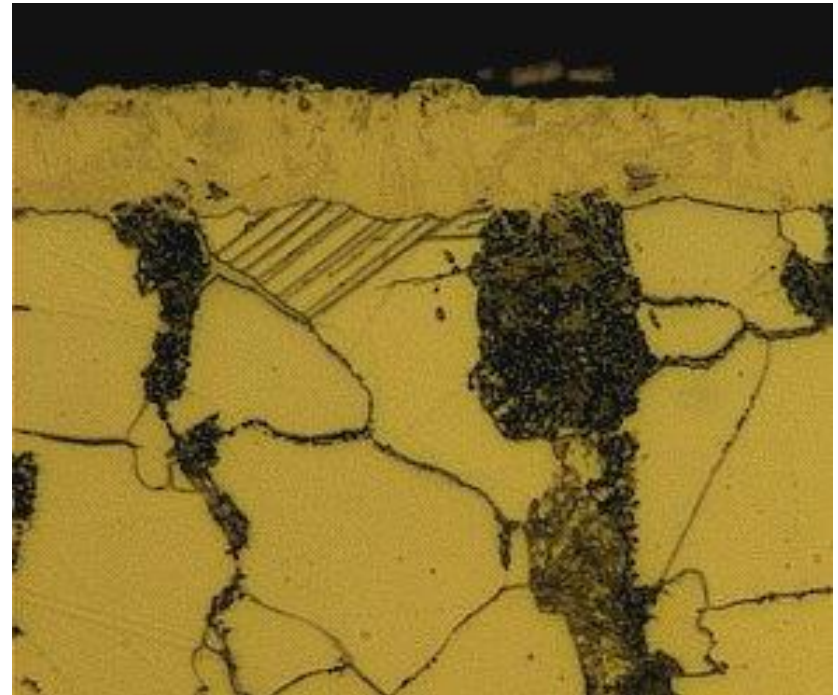
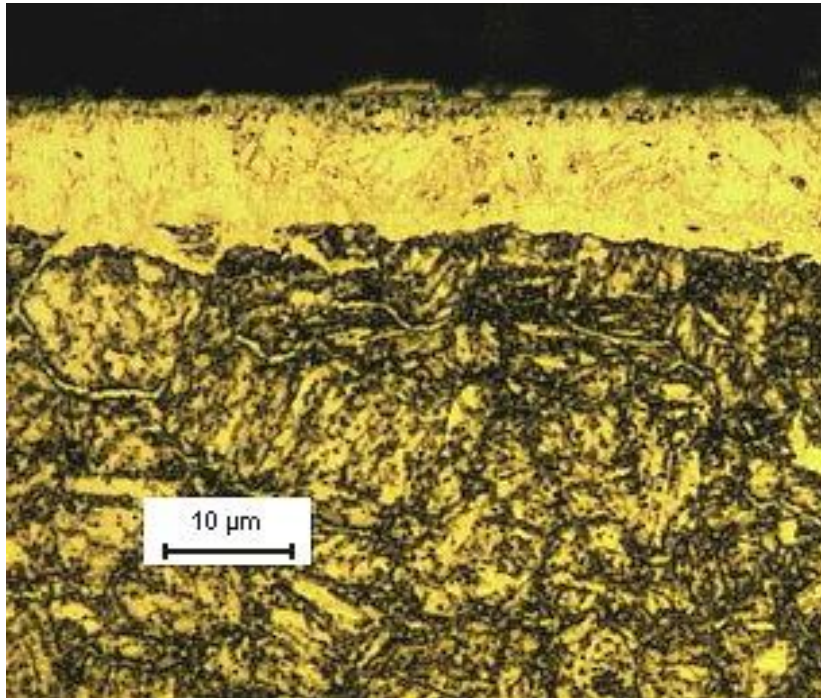
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu
92520	0.14- 0.20	0.4 0	0.60- 0.90	0.035	0.030- 0.050	0.80- 1.20	1.20- 1.70	0.10- 0.20		0.3 5

LOM föreningszon

- 92520



LOM, andra stål, nitrokarburerat

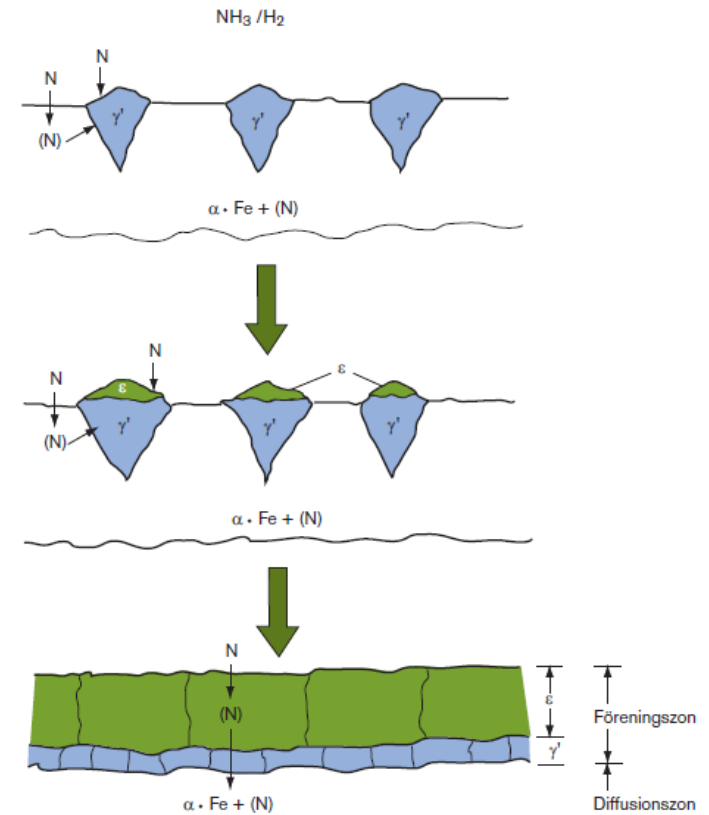
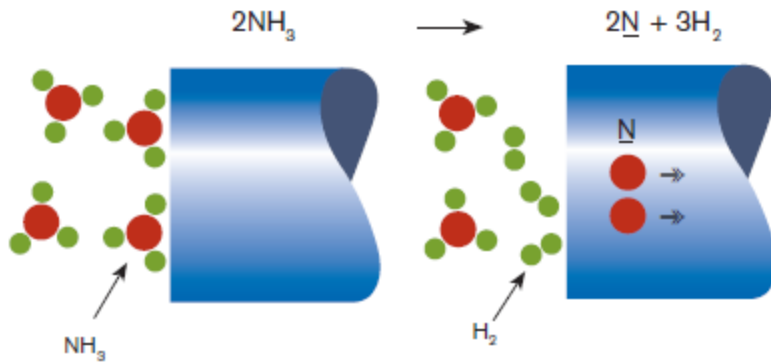


- 42CrMo4

SS2172

Hur bildas skiktet?

Nitrering av rent järn

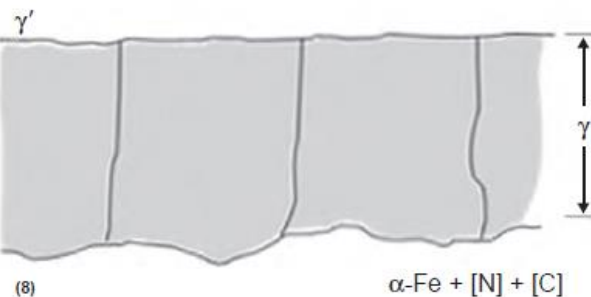
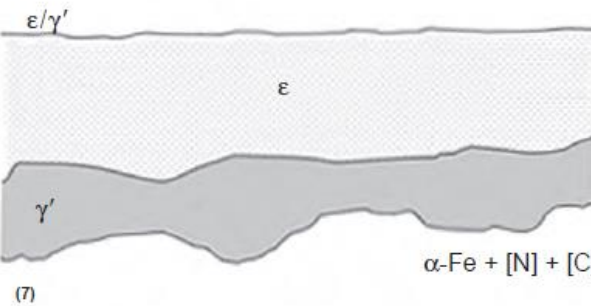
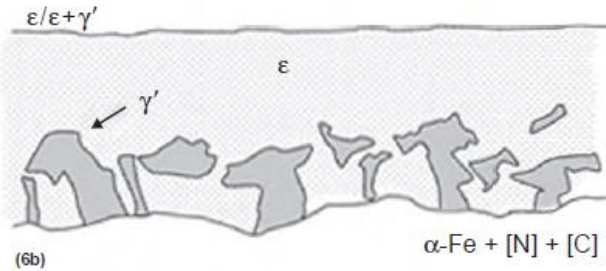
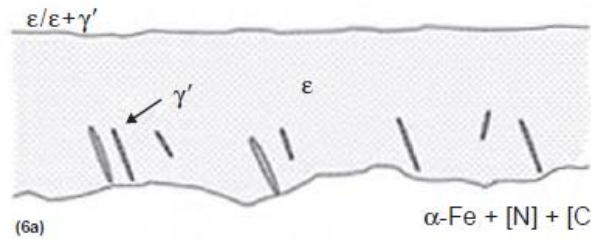
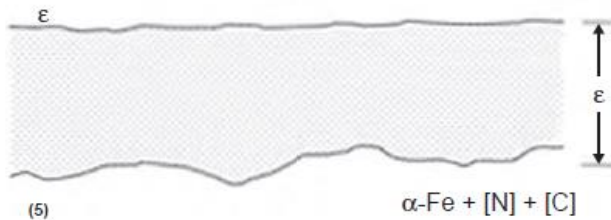
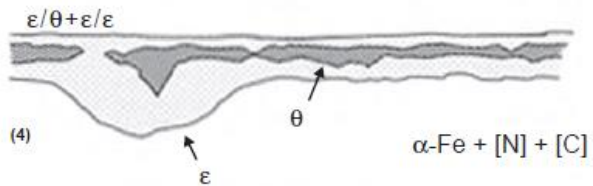
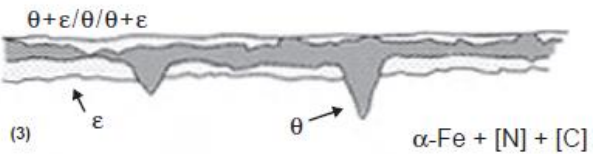


[Somers et al]

Bild 8.12.29 Kärnbildning av γ' - och ϵ -nitrider på rent järn. [59]

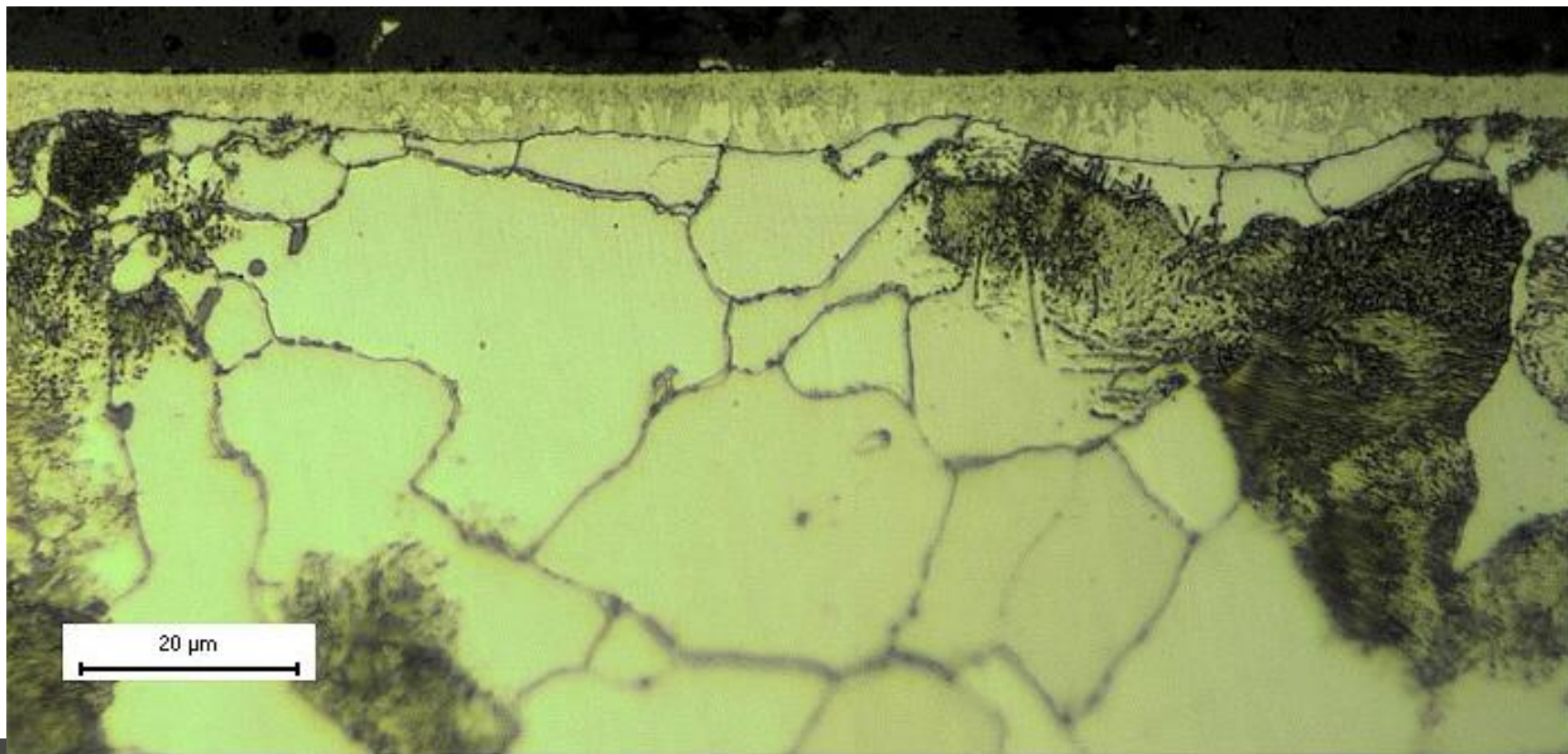
Nitrokarburering rent järn

Θ =cementit
 γ' =Fe₄N
 ϵ =Fe₂₋₃(C,N)



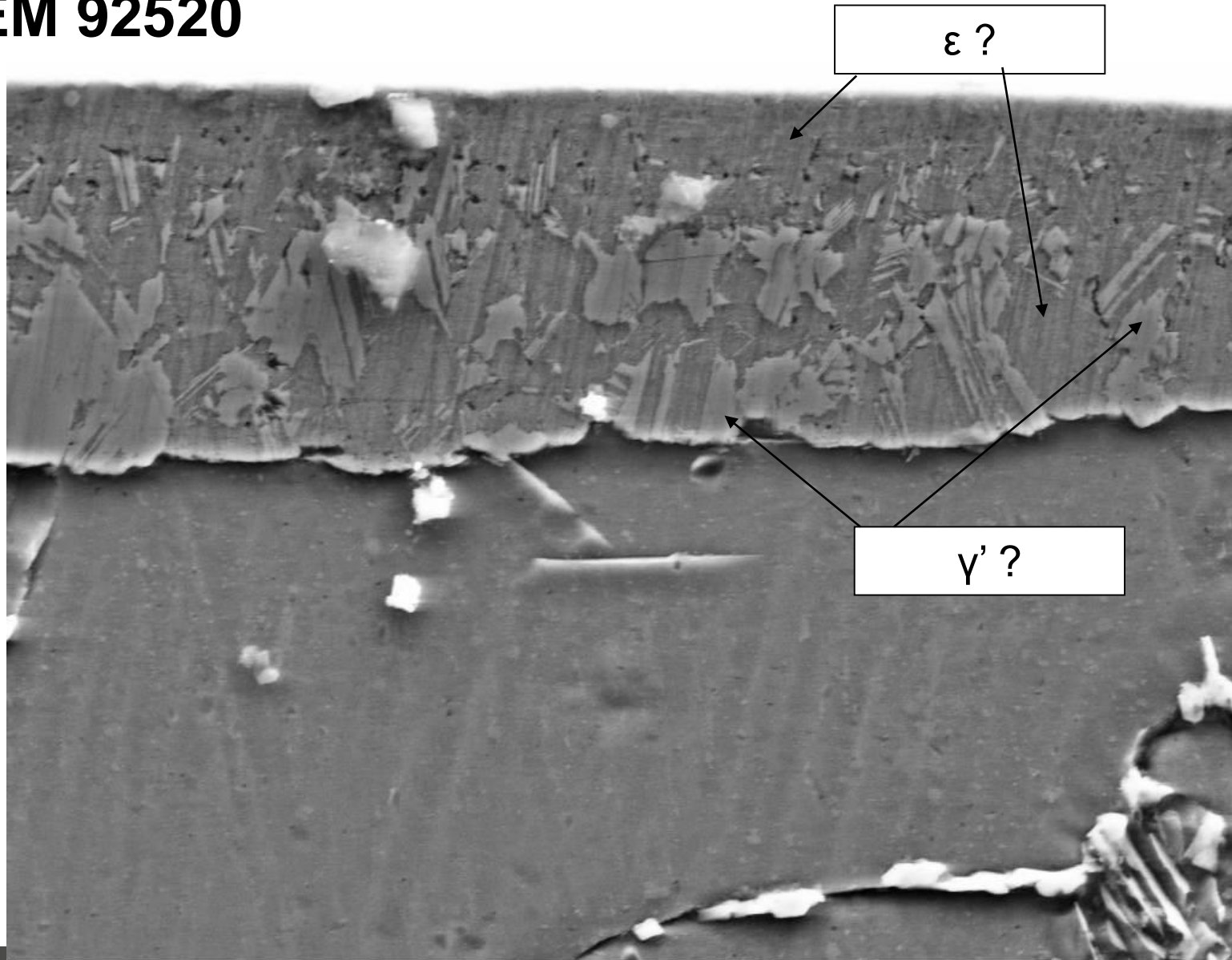
Mittemeijer,
 ASM Handbook
 (2013)

LOM, 92520



PART OF RISE

SEM 92520



PART OF RI.

Mag = 5.00 K X

1 μ m
|-----|

EHT = 10.00 kV
WD = 7.2 mm

Signal A = SE2

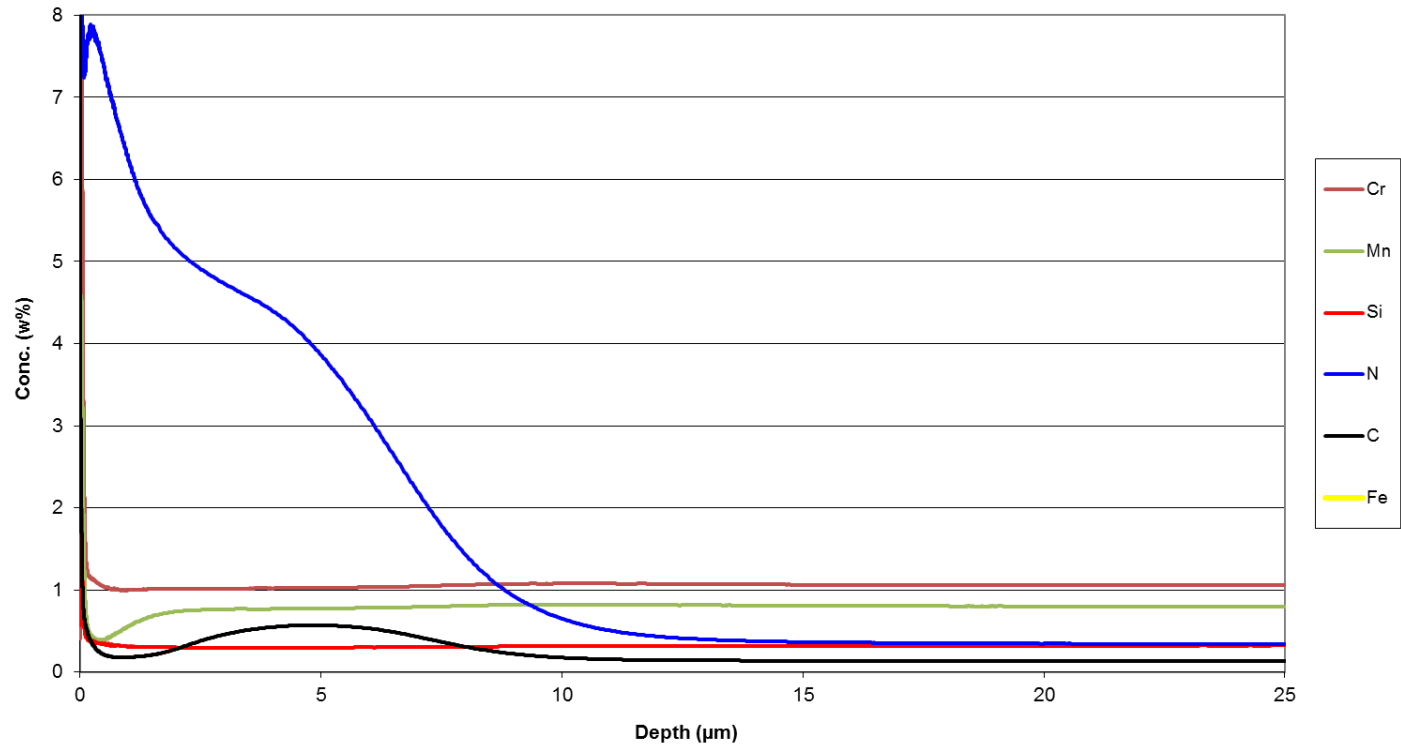
Date :20 Oct 2010

Time :12:12:00

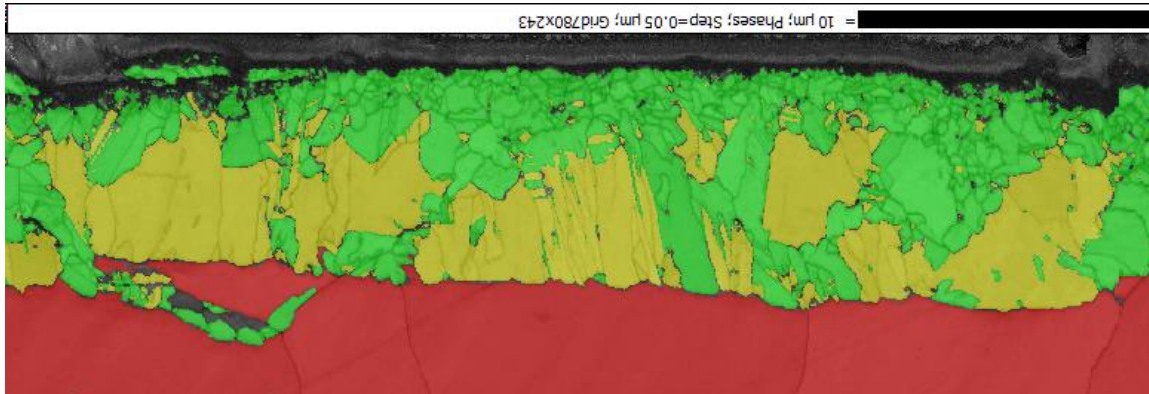
File Name = nitro-2520-5000x01.tif

GD-OES 92520

Profile 2520



EBSD-bild 92520

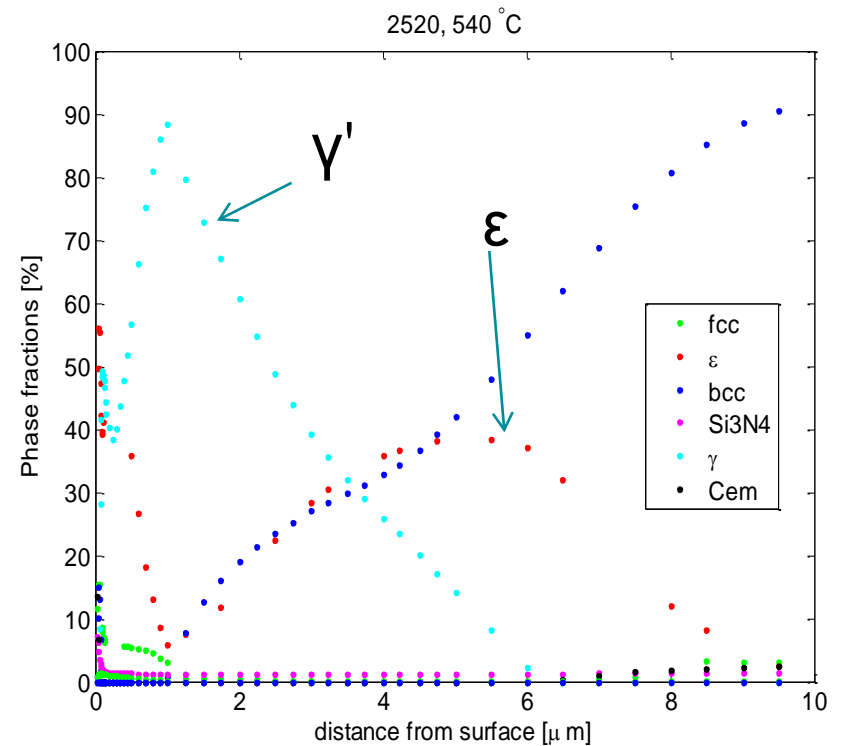
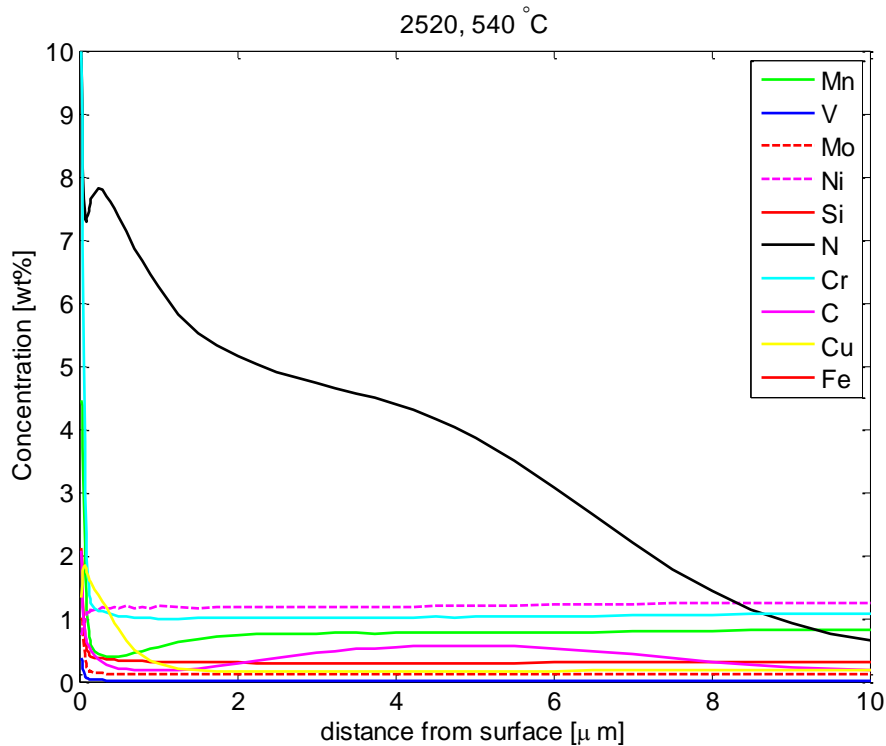


γ' = grön
 ϵ =gul
Grundmassa=röd

- Kan det verkligen stämma???
- Förklaring kan vara att kolet kommer från bulken och kolet kan endast finnas i ϵ -fasen

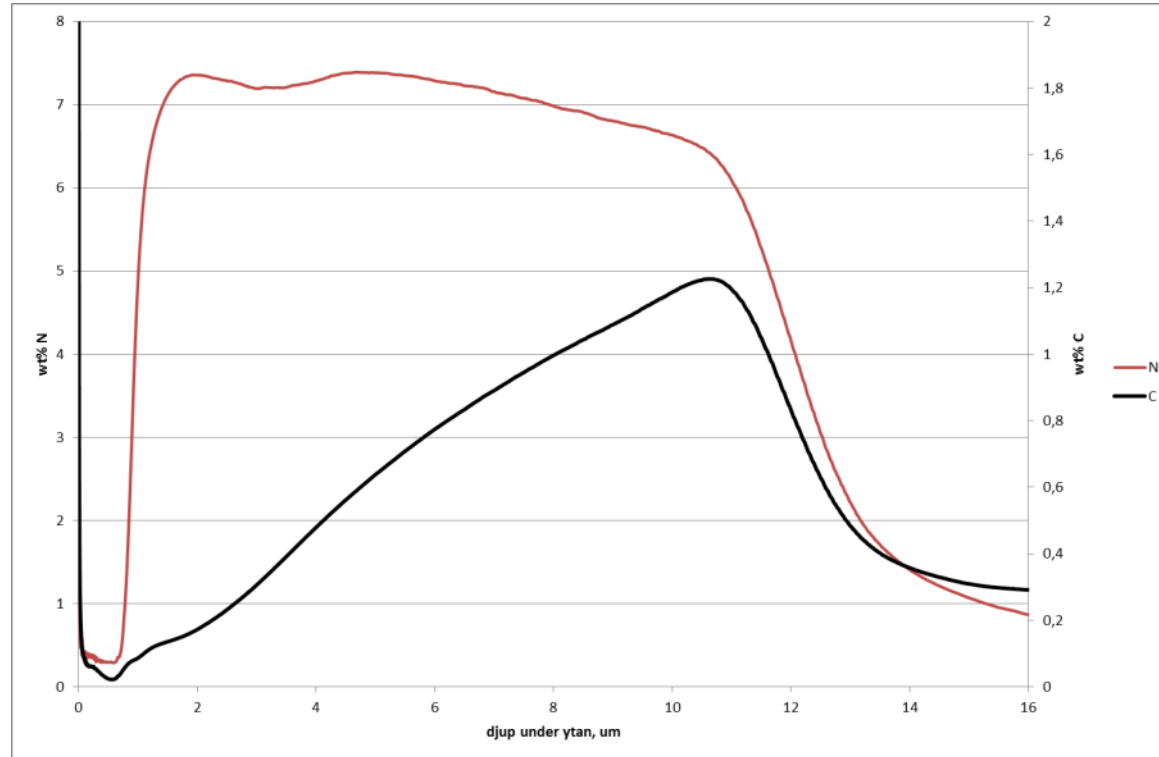
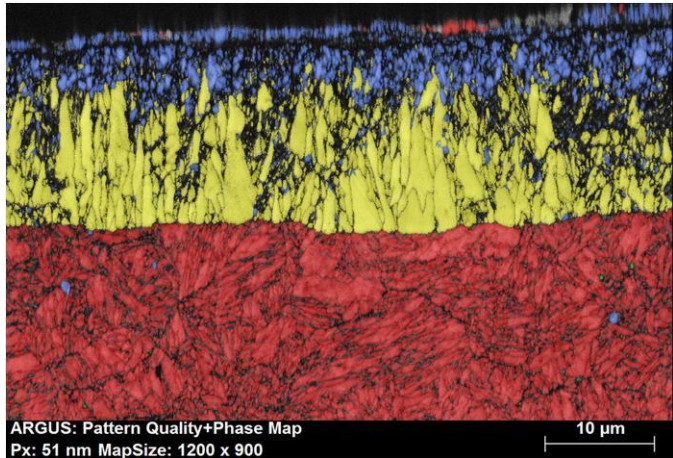
2520

- Thermo-Calc beräkningar baserade på GD-OES profil



42CrMo4 (SS2244)

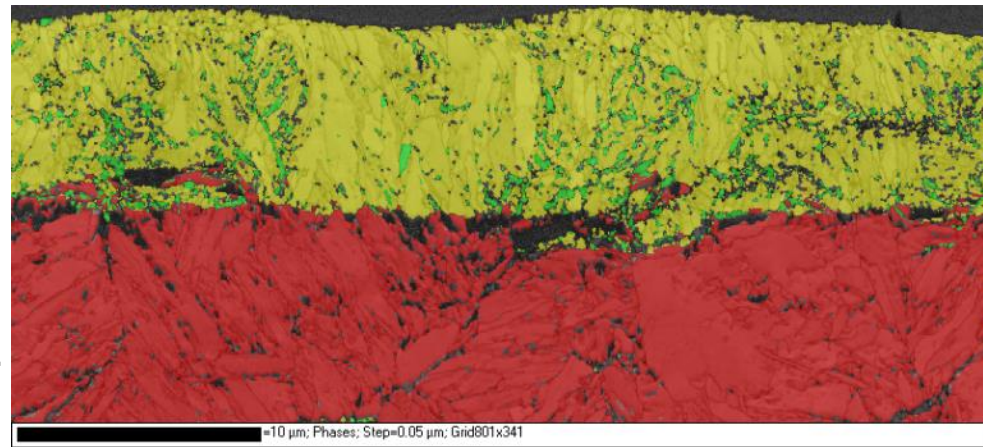
gult ϵ -fas, blått γ' -fas, rött ferrit, grönt cementit



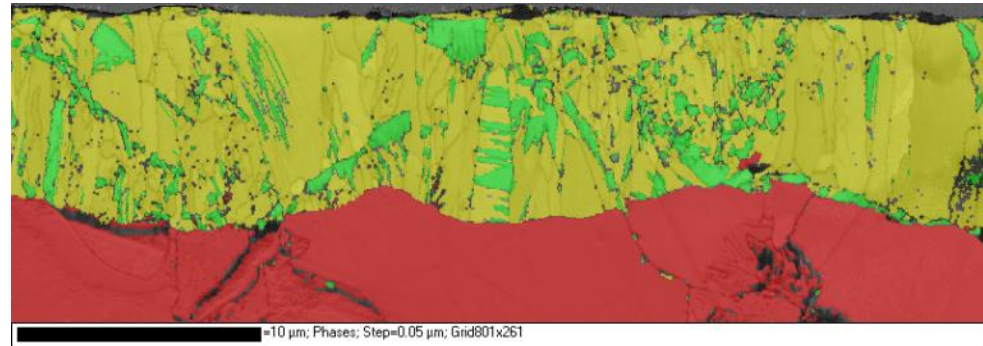
Även vid nitrokarburering kan kol tas från bulken och γ' bildas ytterst
Kolhalt i bulk 0.44 wt%, vid 16 um är kolhalten endast 0.3wt%

Fler exempel EBSD

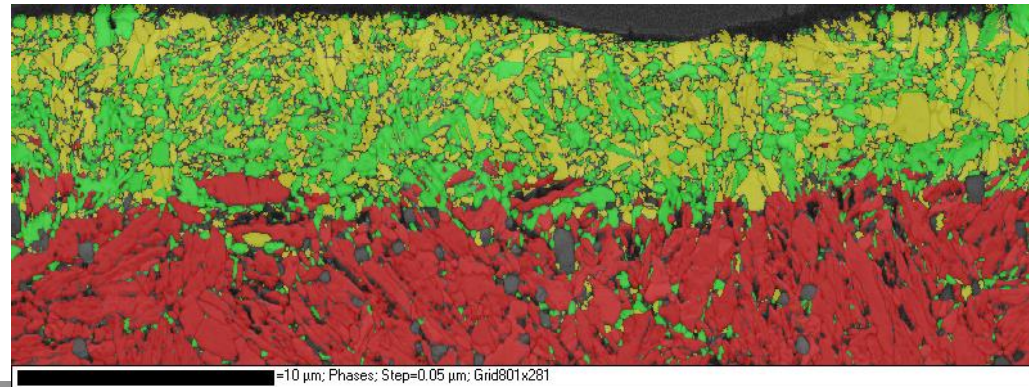
42CrMo4



SS2172



100Cr6



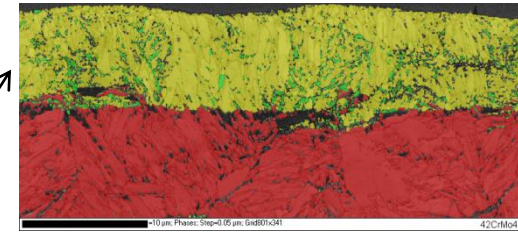
Mätning med röntgen (XRD)

- Pulver
 - Skrapa av föreningszonen som ett pulver och mäta på det
 - Fördel – bör ge korrekt halt
 - Nackdel – svårt att skrapa av
- Direkt på ytan
 - Lätt att mäta
 - Nackdel – inträngningsdjup endast 2-3 μm

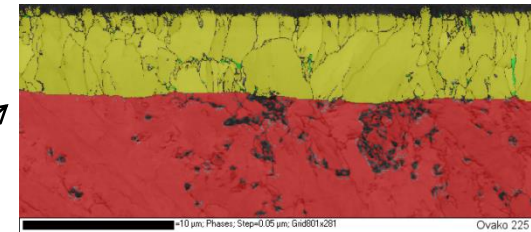
XRD på yta vs EBSD

Nitrokarburerat

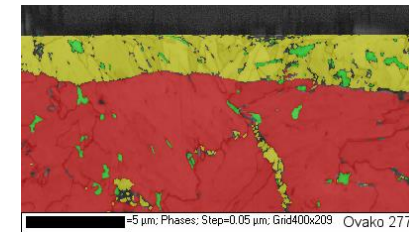
Steel	Compound layer thickness, μm	$\text{Fe}_{2-3}(\text{N}, \text{C}) (\epsilon)$ XRD	$\text{Fe}_4\text{N} (\gamma')$ XRD
42CrMo4	9	96	3
Ovako 225A (18CrMo8)	7	90	7
Ovako 277 (16CrMnNiMo9)	6	95	3
S355JR	7	89	10
100Cr6	8	95	4



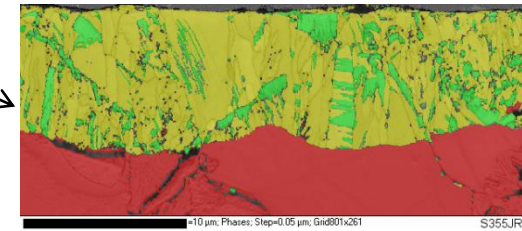
42CrMo4



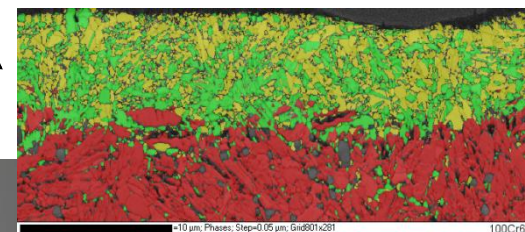
Ovako 225



Ovako 277



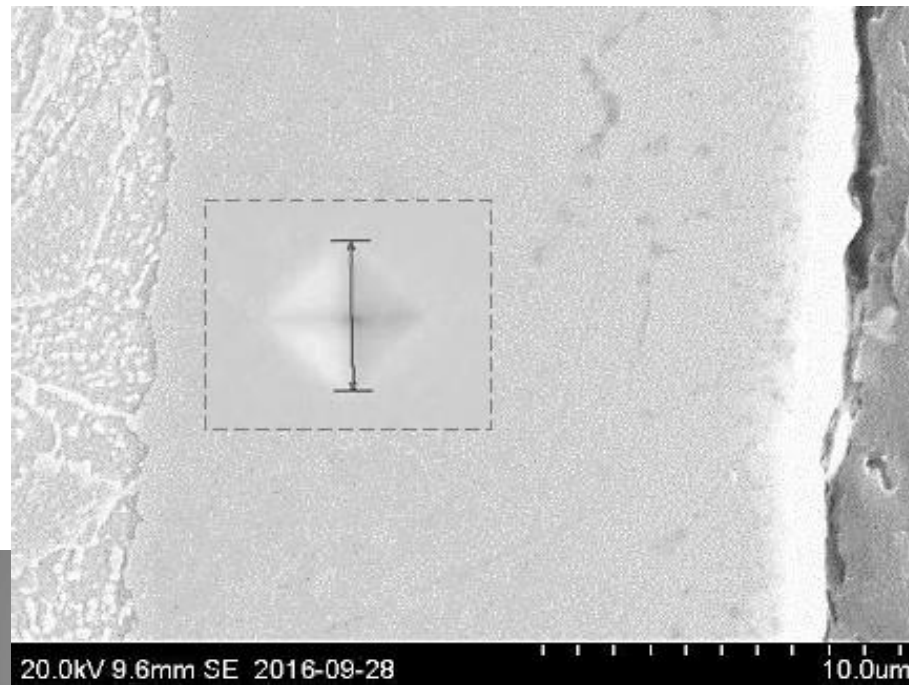
S355JR



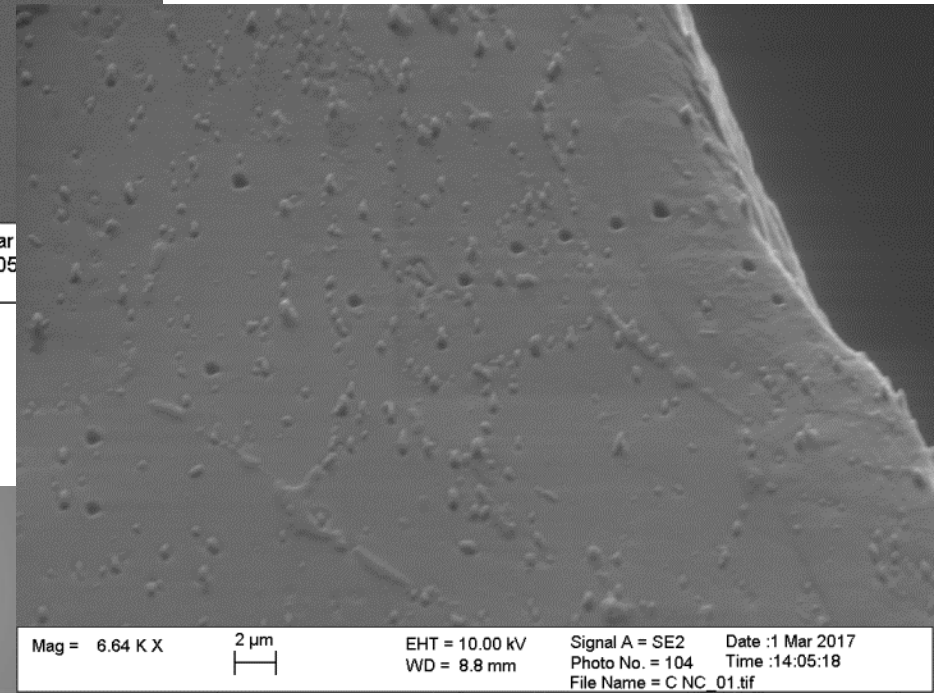
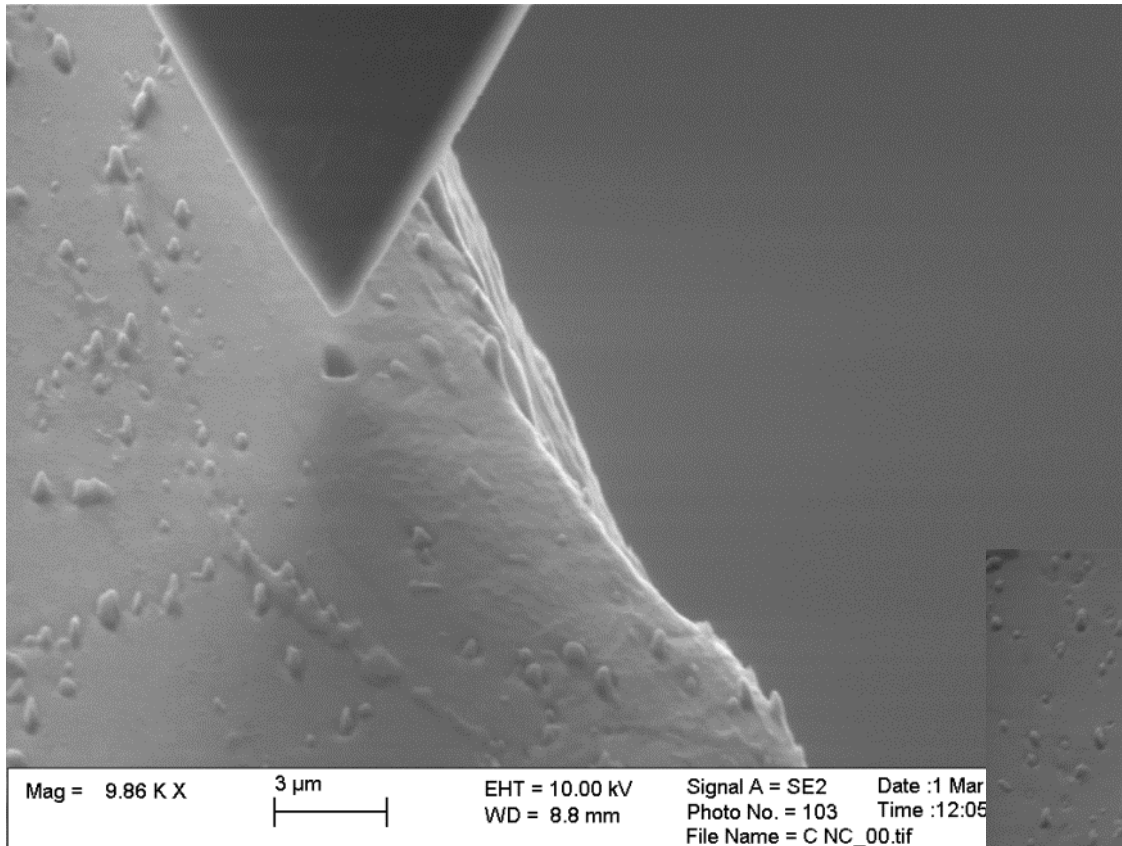
100Cr6

Hårdhet

- Vanlig vickersmätning HV1 ger för stora intryck
- HV 0.01 kan användas men det kan vara svårt att träffa föreningszonen
- → Svårt att mäta hårdheten i endast föreningszonen

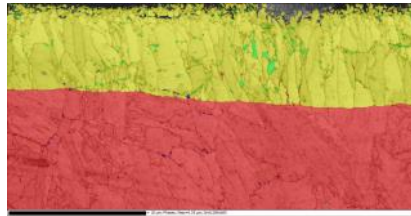


Nanoindenter

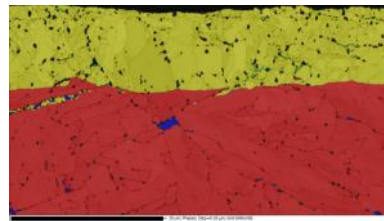


Nanoindenter

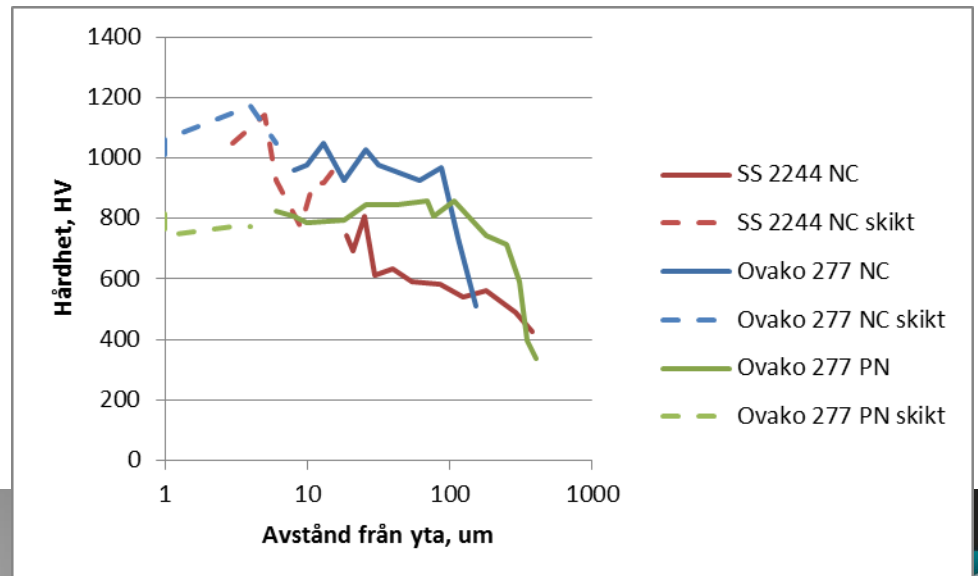
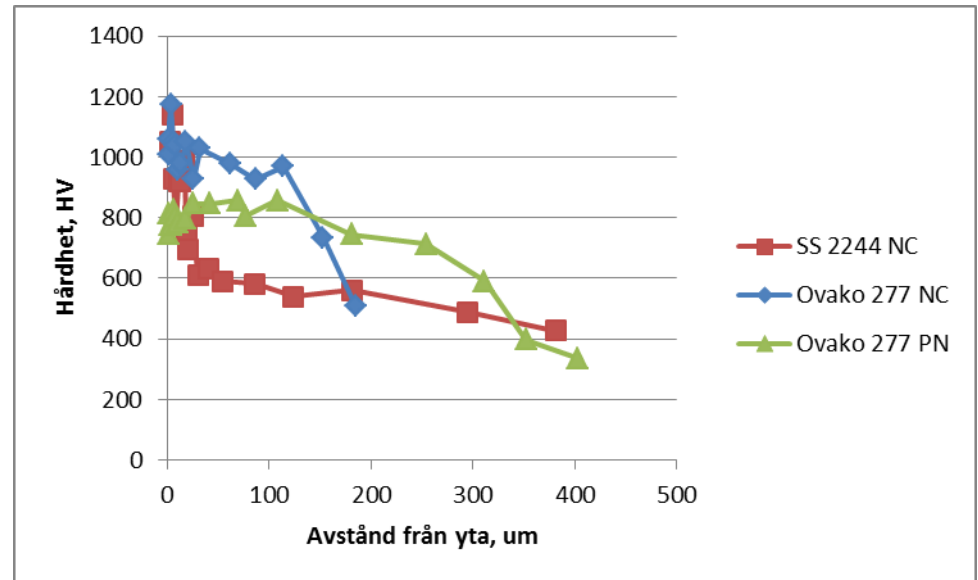
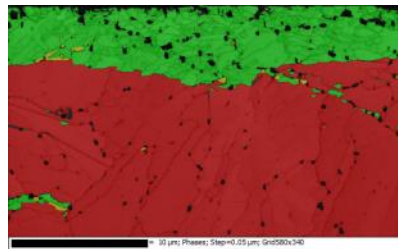
SS 2244 NC



Ovako 277 NC



Ovako 277 PN



Slutsatser

- LOM på nitaletsat prov visar de olika faserna men talar inte om vilken som är vilken
- EBSD utmärkt verktyg för att särskilja olika nitrider
- XRD på ytan ger missvisande fasfördelningar
- Pga skiktets tjocklek är hårdhetsmätning svår. Nanoindenter alternativ



**Vi arbetar på vetenskaplig grund
för att skapa industrinytta.
www.swerea.se**