



ROYAL INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY

## SKB har anlitat forskare från Ångströmlaboratoriet (Uppsala universitet) i 6 år nu för att studera om koppar korroderar i rent vatten

NACKA TINGSRÄTT  
Avdelning 4

INKOM: 2017-09-11  
MÅLN: M 1333-11  
AKTBIL: 663

*M. Ottosson, M. Boman, P. Berastegui, Y. Andersson, M. Hahlin, M. Korvela, R. Berger, Copper in ultrapure water, a scientific issue under debate. Corrosion Science 122 (2017) 53–60.*

I deras senaste publikation i "Corrosion Science" erkänner Ottosson, Boman m.fl. att de har så höga halter av väte i sin utrustning redan från början att eventuell kopparkorrosion inte går att studera(!)

Dessutom har Ottosson, Boman m.fl. valt att specialbehandla kopparytorna i fosforsyra samt med olika värmebehandlingar i 300°C och 400°C på ett sådant sätt att korrosionsreaktionen med vattenmolekylerna försvåras eller förhindras. Vi KTH-forskare har påpekat detta i flera år i den av SKB initierade "Referensgruppen för kopparkorrosion" där Ottosson och Boman deltagit, men utan resultat. (Det kan tilläggas att i enstaka försök med normalt slipad kopparyta så får Uppsalaforskarna resultat som stödjer våra rön med ökad vätgasutveckling)

Då Ottosson, Boman m. fl. systematiskt vägrar ta till sig experimentella vetenskapliga fakta har vi KTH-forskare känt oss nödgade att skicka in ett manuskript till "Corrosion Science" där vi förklarar missförhållandena med deras experiment. Manuskriptet kommer att publiceras inom snar framtid.



## *Citat från Ottosson, Boman m.fl senaste publikation i journalen "Corrosion Science"*

“Even the very best steel quality used today worldwide in UHV work can-not yield such low hydrogen pressures as to allow changes to be unequivocally discerned from the background and be significantly measurable, when considering the obvious fact that oxidation and reduction processes simply have to match.”

“Since there is no difference from the background pressure [of hydrogen], the effect is unmeasurable with the current experimental setup. In other words, the oxidation rate of copper corrosion is so small that its pressure effect cannot be recorded.”

Ottosson Boman m.fl. skriver att det inte bara är deras utrustning som har problem med för höga bakgrunds nivåer av väte för att kunna studera kopparkorrosion utan indikerar att alla som använder vakuum utrustning måste ha samma problem.

# Tre möjliga orsaker till skilda resultat i kopparfrågan

## Givet: Koppar exponerat i syrefritt vatten.

### 1. Partialtrycket vätgas ( $H_2$ )



Vid  $H_2$ -tryck på 1 atm korroderar inte Cu. Men en sänkning av  $H_2$ -trycket förskjuter reaktionen åt höger.  $H_2$ -trycket i försöket måste vara tillräckligt lågt för att Cu-korrosion ska vara möjlig och  $H_2$  detekteras.

Materialfrågan blir då viktig.

Mo-haltiga rostfria stål rekommenderas.

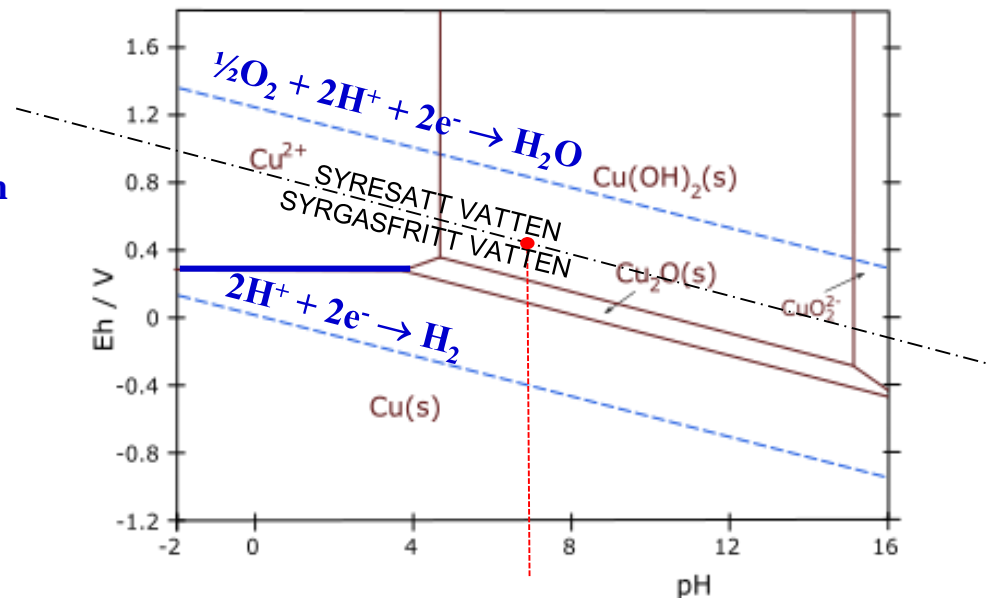
### 2. Frånvaron av syrgas ( $O_2$ )

Om  $O_2$  är närvarande reagerar detta med  $H_2$  och bildar  $H_2O$ . Då detekteras inget  $H_2$  pga korrosion

### 3. Cu-ytans behandling

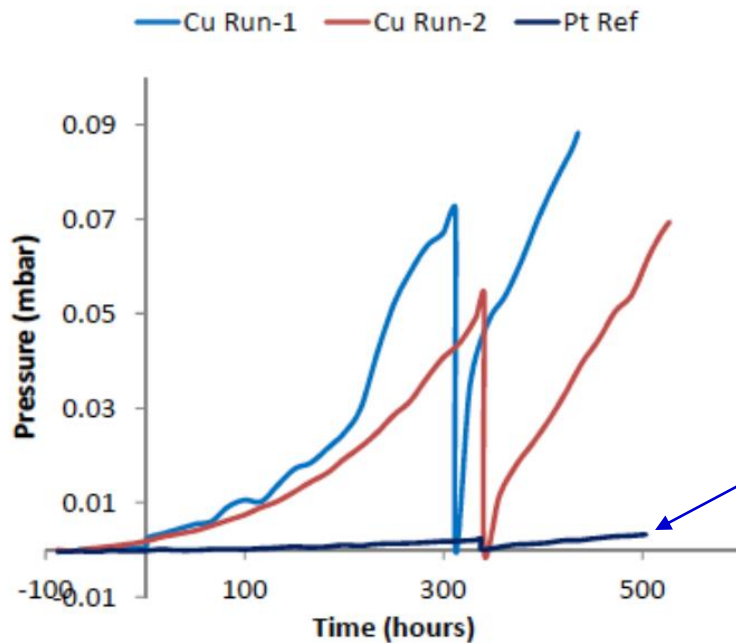
De långsamma korrosionsprocesserna i absolut rent vatten gör att ytbehandlings art kan fördröja eller maskera kopparkorrosionen.

### Pourbaix-diagram för Cu i $H_2O$



# Vad har andra forskargrupper än UU för bakgrundsnivå av vätgas? (I)

Från Studsviksforskarnas rapport:



Bakgrundsnivå av vätgas är under 0.01 mbar. (Under 0.01 promille av normalt lufttryck)

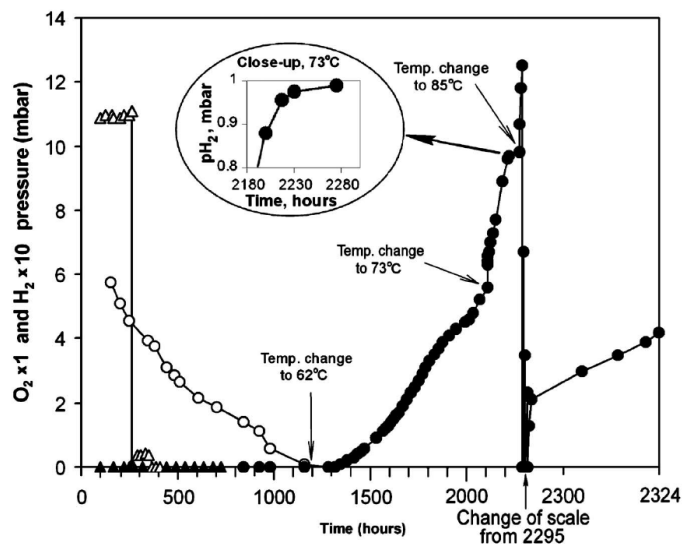
Figure 6 Pressure data for the upper chamber during Cu run-1, Cu run-2 and Pt-ref.

REF: R. Becker, H.-P. Hermansson, *Evolution of Hydrogen by Copper in Ultrapure Water Without Dissolved Oxygen*, Swedish Radiation Safety Authority SSM Report 2011:34 (2011), ISSN: 2000-0456.

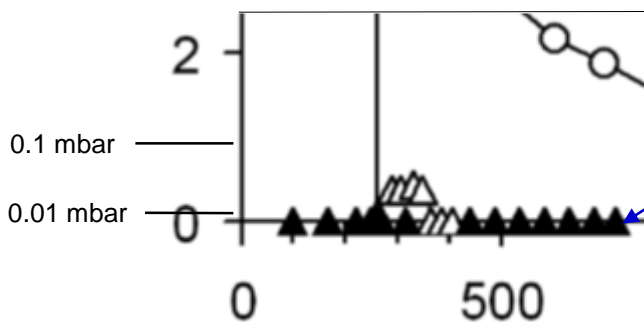
# Vad har andra forskargrupper än UU för bakgrundsnivå av vätgas? (II)

Från "KTH-forskarnas" publikation:

Från figur 3:



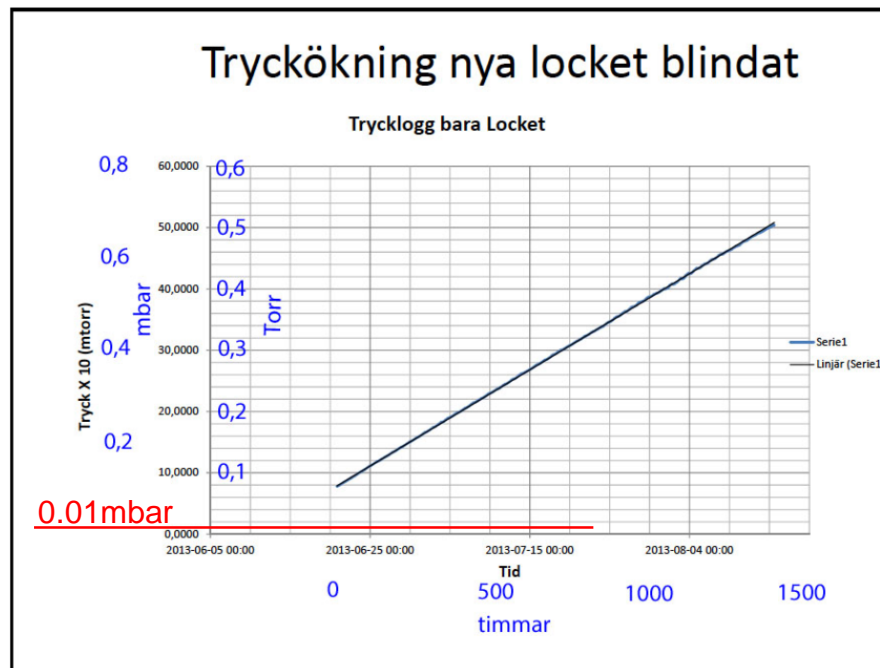
Uppförstoring från Figur 3:



Bakgrundsnivån av vätgas, svarta trianglar, är under 0.01 mbar. (Under 0.01 promille av normalt lufttryck)

REF: P. Szakálos, G. Hultquist, G. Wikmark, Corrosion of Copper by Water, *Electrochem Solid State Lett.* 10 (2007)C63.

# Vad har då "Uppsalaforskarna" för bakgrunds nivå av vätgas?



Figur 1. Nedre bilden på sidan 5 av Mikael Ottossons rapport på referensgruppsmötet 2013-10-03 (tryck i Torr och mbar och tid i timmar tillagt i blått)

Det som visas i diagrammet är alltså en tomkörning av den övre delen. Efter en hel del mejlväxling med Mikael bekräftade han att eftersom den övre delen har en volym på ca. 76 cm<sup>3</sup> och den undre delen ca 200 cm<sup>3</sup> så skulle en tomkörning av hela volymen, med ett öppet och tätt lock mellan delarna, ge en kurva som liknar den i diagrammet i figur 1.

**Slutsats: Uppsalaforskarna har 10-100 gånger högre vätgasbakgrund än KTH- och Studsvikforskarna**

REF: "Nytt öppet brev" från J. Swahn till M. Boman daterat 2014-02-24

# *Ytterligare orsaker till att vi tycker att "Uppsalaforskarna" inte tagit till sig experimentella råd och faktauppgifter"*

Urklipp från Gunnar Hultquists utträdebrevbrev från SKB's referensgrupp för kopparkorrosion:

"...säkerhetsansvarig Hedin vid SKB och Anderson vid Ångströmlaboratoriet närvarande och de visade tyvärr inget intresse för mina insikter om kopparkorrosion och åsikter om utförandet av relevanta experiment vid Ångströmlaboratoriet. Speciellt min varning av behandling av koppar med elektrolytpolering och exponering i vätgas med efterföljande värmning under alltför kort tid i ett otillräckligt vakuum ignorerades<sup>1</sup>.

Även icke initierade personer förstår att väteinnehållet i koppar påverkar registrering av vätgas ovanför koppar och dess korrosion vid exponering i vatten utan syrgas. Då krävs en ordentlig dokumentation av vad som händer med väteupptag under de olika behandlingstegen av koppar. Det är absolut inte vetenskapligt och seriöst att nöja sig med inget "uppmätt" väteupptag i behandlingstegen med en "uppmätt" vätehalt som är c.a 10 ggr högre än obehandlad koppar mätt med annan metod<sup>2</sup> (bilagd).

Tidigare har Ångströmlaboratoriet förbisett avgörande experimentella förutsättningar för relevanta studier av koppar i vatten utan syrgas såsom väteinnehåll i omslutningen av rostfritt stål och läckage av väte i membran av palladium trots en mer än 3 års aktivitet. Därmed är det definitivt rimligt att vara vetenskapligt kritisk av den behandling och analys av koppar och dess korrosion som har utförts vid Ångströmlaboratoriet i Uppsala.

Gunnar Hultquist, 17 oktober 2013 "

# *$\gamma$ -strålningens oklara inverkan på koppars långsiktiga mekaniska integritet.*

*Dosrat*

