



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Electrocatalysis at Single Nanoparticles

Kleijn, S.E.F.

### Citation

Kleijn, S. E. F. (2013, November 13). *Electrocatalysis at Single Nanoparticles*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/22192>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/22192>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/22192> holds various files of this Leiden University dissertation

**Author:** Kleijn, Steven

**Title:** Electrocatalysis at single nanoparticles

**Issue Date:** 2013-11-13

# Stellingen

Behorende bij het proefschrift:  
*Electrocatalysis at single nanoparticles*

1. Het bestuderen van individuele elektrokatalysatordeeltjes is de beste manier om de grootte- en vormafhankelijkheid van hun activiteit te bepalen. *Hoofdstuk 2*
2. De detectie van het land van individuele nanodeeltjes op een microelektrode leunt op aannames die met aanvullende meettechnieken, zoals ex-situ elektronenmicroscopie, moeten worden geverifieerd om betrouwbaar te zijn. *Hoofdstuk 4*
3. Zowel de reinheid als de elektrochemisch actieve grootte van nanoelektrodes kan goed bepaald worden door het meten van de vorming van monolagen aan hun oppervlak. *Hoofdstuk 3*
4. De activiteit van individuele elektrokatalysatordeeltjes kan het best worden bestudeerd met *Scanning Electrochemical Cell Microscopy*, vanwege de nauwkeurigheid van deze techniek en de grote hoeveelheid materialen die ermee compatibel zijn. *Ebejer, Unwin, et al., Annu.Rev.Anal.Chem., 6, 329; Hoofdstuk 5*
5. De aantastende werking van chemische reacties op een katalysator kan uitstekend worden gekarakteriseerd door middel van 'identieke locatie elektronenmicroscopie'. *Mayrhofer, et al., Energy Environ. Sci., 5, 9319; Ustároz, PhD thesis, 2013; Hoofdstuk 5*
6. Behalve van de grootte van de katalysatordeeltjes, is de massa-activiteit van een katalysator ook afhankelijk van de deeltjesdichtheid, aangezien deze dichtheid het massatransport richting de katalysatordeeltjes beïnvloed. *Watanabe, et al., J. Electroanal. Chem. Interfac. Electrochem., 261, 375 & Kasemo, Behm, et al., Faraday Discuss. 140, 167*
7. Gezien de vergevorderde prestaties van katalysatoren gebaseerd op edelmetalen in brandstofcellen, is een verschuiving van de onderzoeks aandacht naar het gebruik van overgangsmetalen als brandstofcel-katalysatoren gewenst. *Debe, Nature, 486, 43*
8. Hoewel in glas ingesloten nanoelektrodes eenvoudig kunnen worden vervaardigd, wordt het verkrijgen van een reproduceerbare grootte van het elektrode-oppervlak gehinderd door bijvoorbeeld elektrolytek en elektrostatische ontlading tijdens manipulatie. *Mirkin, et al., JACS, 131, 14756 & Lazenby, McKelvey, Unwin, Anal. Chem., 85, 2937*
9. Wetenschappelijk inzicht wordt niet aangeleerd door gebruik van analogieën of versimpelingen, deze kunnen slechts gebruikt worden om interesse te wekken.

1. The shape and size dependence of catalytic activity is best characterized by studying individual catalyst particles. *Chapter 2*
2. The detection of individual nanoparticles landing on a microelectrode surface is based on assumptions that must be verified by additional measurements, such as ex-situ electron microscopy, in order to be reliable. *Chapter 4*
3. Both the cleanliness and the electrochemically active area of nanoelectrodes can be adequately determined by measuring the formation of monolayers on their surface. *Chapter 3*
4. The activity of individual catalyst particles can best be studied by *Scanning Electrochemical Cell Microscopy*, because of the accuracy of the technique, as well as the large amount of materials that are compatible with it. *Ebejer, Unwin, et al., Annu.Rev.Anal.Chem., 6, 329; Chapter 5*
5. The corrugative effect of chemical reactions on a catalyst can be characterized excellently by 'identical location electron microscopy'. *Mayrhofer, et al., Energy Environ. Sci., 5, 9319; Ustárroz, PhD thesis, 2013; Chapter 5*
6. Besides particle size, the mass-activity of a catalyst is also dependent on the particle density, as this density influences the mass transport towards the catalyst particles. *Watanabe, et al., J. Electroanal. Chem. Interfac. Electrochem., 261, 375 & Kasemo, Behm, et al., Faraday Discuss. 140, 167*
7. Considering the advanced performance of noble metal-based catalysts in fuel cells, it is desirable that the focus of research shift to the application of transition metals as fuel cell catalysts. *Debe, Nature, 486, 43*
8. While the fabrication of sealed-in-glass nanoelectrodes is straightforward, obtaining a reproducible electrode surface area is hindered by for instance electrolyte leakage and electrostatic discharge during manipulation. *Mirkin, et al., JACS, 131, 14756 & Lazenby, McKelvey, Unwin, Anal. Chem., 85, 2937*
9. Scientific insight is not taught by use of analogies or simplifications; these can only be used to stir an interest.