

University of Groningen

## Three-dimensional virtual surgical planning in head and neck oncology surgery

Glas, Haye Hendrik

DOI:  
[10.33612/diss.604892431](https://doi.org/10.33612/diss.604892431)

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*  
2023

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*  
Glas, H. H. (2023). *Three-dimensional virtual surgical planning in head and neck oncology surgery: improving surgery*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.604892431>

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

# Appendices

**Dankwoord**  
**About the author**  
**List of publications**



## DANKWOORD

Het is dan zo ver, zes jaar onderzoek heeft mogen leiden tot het proefschrift dat nu voor u ligt. Zonder de ondersteuning en hulp van velen was dat niet tot stand gekomen, en mijn dank gaat dan ook uit naar allen met wie ik in de afgelopen periode heb mogen samenwerken. Graag wens ik een aantal van hen persoonlijk te benoemen.

Ten eerste wil ik mijn dank uitspreken aan mijn drie (co) promotoren, waarna ik in willekeurige volgorde verder zal gaan.

**Prof. dr. Witjes**, beste Max, allereerst wil ik jou bedanken dat je mijn promotor wilde zijn. Daarnaast wil ik je ook hartelijk danken voor de goede en persoonlijke samenwerking die we de afgelopen jaren hebben gehad. Wij hebben heel wat tijd besteed aan het bedenken en doordenken van onderzoeksideeën. Van concrete en direct uitvoerbare opties tot creatieve en innovatieve mogelijkheden. Jouw ervaring binnen zowel de kaakchirurgie als het wetenschappelijk onderzoek heeft mijn onderzoek en daarmee mijn proefschrift geoptimaliseerd. Max, bedankt voor je support tijdens dit promotietraject.

**Dr. Kraeima**, beste Joep, laat ik formeel beginnen je te bedanken dat je mijn copromotor wilde zijn. De afgelopen jaren ben je nauw betrokken geweest bij mijn onderzoek, en ook dankzij jouw ondersteuning is het proefschrift geworden zoals het is. Zes jaar onderzoek lijkt een lange periode, maar is natuurlijk maar een fragment van de tijd die we elkaar al kennen. Onze vriendschap heeft ervoor gezorgd dat we 'toevallig' aan dezelfde studie zijn begonnen, om vervolgens ook 'toevallig' op dezelfde afdeling te eindigen. Gelukkig hebben we ook tijdens de proefschrift-periode onze vriendschap verder kunnen trekken, en samen nog eens een uitstapje naar onder andere de Buurvrouw, München en Rio kunnen maken. Dank!

**Dr. de Visscher**, beste Sebastiaan, ik wil je allereerst hartelijk danken voor de bijdrage die je hebt geleverd aan de totstandkoming van dit proefschrift. Daarnaast wil ik je graag danken voor de gedetailleerde, kritische maar zeker ook opbouwende bijdrage aan de ontwikkeling van de vele 3D-toepassingen in de hoofd-hals chirurgie over de afgelopen jaren. We zijn met het 3D-plannen tot op de millimeter en graad precies te werk gegaan, met een gedeeld oog

Voor precisie, accuratesse en toepasbaarheid.

**Prof. dr. Spijkervet**, beste Fred, tijdens het gehele promotietraject ben je betrokken geweest bij de onderzoeken die dit proefschrift rijk is. Jouw ondersteuning en, zeker niet onbelangrijk, de prettige onderzoeks-sfeer die onder jouw leiding bestaat op de afdeling MKA-chirurgie en het 3Dlab heb ik als zeer prettig ervaren. Mijn hartelijke dank.

Tevens mijn dank aan de beoordelingscommissie bestaande uit **prof. dr. H. Almeida Santos**, **prof dr. J.N. Doornberg** en **prof dr. T. Forouzanfar**. Hartelijk dank dat u de tijd wilde nemen om mijn proefschrift te lezen en te beoordelen.

**Drs. Vosselman**, beste Nathalie, bedankt voor de fijne samenwerking en de mooie artikelen die wij hebben kunnen schrijven. Ik waardeer je flexibiliteit en gedrevenheid, en ik heb het als zeer plezierig ervaren om samen het onderzoek vorm te geven.

**Prof. dr. Raghoobar**, beste Gerry, mijn hartelijke dank voor de goede samenwerking die we de afgelopen jaren hebben gehad. Ik heb veel mogen leren van jouw kennis en onderzoekservaring.

**Dr. Jansma, dr. Schepers**, beste Johan en Rutger, jullie enthousiasme voor het 3D-plannen en jullie passie voor elegante en precieze chirurgie hebben mij geïnspireerd. In mijn opleiding tot 3D-specialist heb ik van jullie veel mogen leren. Daarvoor mijn dank, en uiteraard ook voor het werkplezier dat jullie altijd weten te creëren.

Mijn collega's van het 3D-lab: **Bram, Peter, Anne, Bingjiang, Ricardo, Nick, Hylke, Mirjam, Lisanne, Katrijn, Jorn Ids, Sander**, bedankt voor de collegialiteit van de afgelopen jaren. We hebben heel wat uurtjes samen in het 3D-Lab en bij de Buurvrouw doorgebracht. Dat we kortgeleden nog samen op wintersport zijn geweest, ondanks dat ik al een tijdje niet meer in het 3D-Lab werkzaam ben, geeft de goede werksfeer wel aan.

**Prof. dr. Rosenberg** en **dr. Janssen**, beste Toine en Nard, samen hebben wij veel onderzoek mogen doen met betrekking tot augmented reality. Dankzij jullie is de mogelijkheid ontstaan

om het project te ontwikkelen tot het niveau dat het nu is. Het was altijd prettig samenwerken, bijvoorbeeld tijdens de sawbone experimenten en de experimenten op het anatomie lab. En Nard, bedankt dat je fotomodel wilde zijn!

Mijn dank gaat ook uit naar alle collegae van de MKA-polikliniek; dank aan eenieder die een bijdrage heeft geleverd aan het tot stand komen van dit proefschrift en de prettige sfeer op de afdeling. In het bijzonder een aantal van hen: beste **dames van de Röntgen**, met name, Anne, Charlotte, Mariëlle en Lilian wil ik hartelijk danken voor de hulp die zij afgelopen jaren zijn geweest bij eigenlijk al mijn onderzoeken. Er zijn heel wat CBCT's gemaakt, gesegmenteerd en 3D-gepland in de loop der jaren! **Ashwin en Anne**, bedankt dat ik welkom was in jullie tandtechnisch lab. Bij jullie heb ik niet alleen een spoedcursus gehad omtrent het vervaardigen van wafers, maar is er ook regelmatig 'gekleid' in verband met de diverse experimenten. Hard werken kan prima samengaan met gezelligheid en tijd voor een praatje bij jullie. **Jerry en Baukje**, als laatste stop voordat een 3D planning klaar is voor OK, hebben jullie als team veel moeten improviseren om alles op tijd steriel klaar te hebben. Naar mijn weten is dit altijd nog gelukt, dank daarvoor!

**De instrumentmakerij**, beste Wolter, Hans, Rik en Erik, de 'Mannen van het 3D-Printen'. Ook jullie hebben met regelmaat grote flexibiliteit en creativiteit ingezet en zorg gedragen zodat de 3D-ontwerpen ook daadwerkelijk tot een goede 3D-print leiden. Mijn dank daarvoor.

**Het anatomie lab**, met name dhr. Oosterhoff, beste Steve, hartelijk dank voor het mogelijk maken van de verschillende onderzoeken in dit proefschrift. Wij waren altijd welkom bij jullie op het lab, ook als het jullie eigenlijk niet paste. Dank voor de ondersteuning en de fijne samenwerking.

**Relaties van het Clinical Network**, het was een mooie uitdaging om voor jullie 3D-planningen te mogen verzorgen. Ik heb veel geleerd van de verschillende collegae binnen het netwerk en ik heb altijd met veel plezier maatwerk verricht. Zowel voor de patiënten alsook voor jullie. Dank voor de fijne samenwerking!

**Beste dames van het Martini**, Amy, Gabriëlla en Pamela, in het bijzonder wil ik ook jullie bedanken voor de prettige samenwerking de afgelopen jaren. Direct vanaf de start van het Clinical Network hebben we intensief contact gehad. Er zijn in de loop der jaren heel wat CBCT's, lichtfoto's, IO scans en documenten over en weer verstuurd. Dank voor jullie altijd positieve instelling, flexibiliteit en geduld!

**Beste Féline en Hylke**, beste paranimfen, hartelijk dank dat jullie mij op de bijzondere dag van mijn promotie willen bijstaan! Féline, ik heb ongekend vertrouwen in jouw kwaliteiten om een dergelijke ceremoniële gebeurtenis in goede banen te leiden. Hylke, afgelopen jaren hebben we regelmatig gebrainstormd over verschillende (academische) modellen. Ik ben ervan overtuigd dat je een goede compagnon bent, bij de verdediging van dit proefschrift evenals de bar tijdens de aansluitende borrel.

**Lieve (schoon)familie**, jullie allen wil ik hartelijk bedanken voor de onwankelbare support de afgelopen jaren. Ik heb mij natuurlijk ook buiten de deuren van UMCG en met regelmaat ook buiten werkuren veel beziggehouden met dit proefschrift. Dank voor jullie begrip en de steun die jullie mij hebben gegeven. Ik kan oprecht zeggen dat zonder eenieder van jullie dit proefschrift niet tot stand was gekomen.

**Janine**, lieve vrouw, jij bent mijn lievelings. Ik hou van je!

## About the author

Haye H. Glas was born on May 3, 1989 in Groningen. He finished high school in 2007 (C.S. Vincent van Gogh, Assen) and started with Technical Medicine at the University of Twente, Enschede in 2007. In 2014 he continued his study with the master Technical Medicine and specialized into Medical Imaging and Interventions. During his master's program he completed several clinical internships at Medische Spectrum Twente, Radboud University Medical Center, Ziekenhuisgroep Twente – Hengelo and University Medical Center Groningen. He graduated for his masters Technical Medicine in 2017. Hereafter he continued with his work at the department of Oral and Maxillofacial Surgery at the University Medical Center Groningen (UMCG). He started here as a technical physician and performed research in the field of 3D virtual surgical planning. During his PhD, he became a 3D specialist at the UMCG 3D lab for a wide variety of 3D applications, however he developed a special interest for 3D oncology and orthognathic treatment planning and augmented reality. He was active within the medical devices expert team and founded the Clinical Network Northern Netherlands. Through the Clinical Network Northern Netherlands, he provided numerous healthcare institutions, practitioners and patients with 3D virtual surgical plans.

---

## List of publications

- **Three-Dimensional Evaluation of Isodose Radiation Volumes in Cases of Severe Mandibular Osteoradionecrosis for the Prediction of Recurrence after Segmental Resection**

Glas, H. H., Kraeima, J., Tribius, S., Leusink, F. K. J., Rendenbach, C., Heiland, M., Stromberger, C., Rashad, A., Fuller, C. D., Mohamed, A. S. R., Lai, S. Y. & Witjes, M. J. H., 20-mei-2022, In: Journal of personalized medicine. 12, 5, 12 blz., 834.

- **Three-Dimensional Guided Zygomatic Implant Placement after Maxillectomy**

Vosselman, N., Glas, H. H., Merema, B. J., Kraeima, J., Reintsema, H., Raghoobar, G. M., Witjes, M. J. H. & de Visscher, S. A. H. J., 6-apr.-2022, In: Journal of personalized medicine. 12, 4, 11 blz., 588.

- **Augmented Reality Visualization for Image-Guided Surgery: A Validation Study Using a Three-Dimensional Printed Phantom**

Glas, H. H., Kraeima, J., van Ooijen, P. M. A., Spijkervet, F. K. L., Yu, L. & Witjes, M. J. H., sep.-2021, In: Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 79, 9, blz. 1943.e1-1943.e10 10 blz.

- **Automatic Segmentation of Mandible from Conventional Methods to Deep Learning-A Review**

Qiu, B., van der Wel, H., Kraeima, J., Glas, H. H., Guo, J., Borra, R. J. H., Witjes, M. J. H. & van Ooijen, P. M. A., 1-jul.-2021, In: Journal of personalized medicine. 11, 7, blz. 1-26 26 blz., 629.

- **Immediate implant-retained prosthetic obturation after maxillectomy based on zygomatic implant placement by 3D-guided surgery: a cadaver study**

Vosselman, N., Glas, H. H., de Visscher, S. A. H. J., Kraeima, J., Merema, B. J., Reintsema, H., Raghoobar, G. M. & Witjes, M. J. H., 14-jun.-2021, In: International journal of implant dentistry. 7, 1, blz. 1-8 8 blz., 54.



- **Mandible Segmentation of Dental CBCT Scans Affected by Metal Artifacts Using Coarse-to-Fine Learning Model**

Qiu, B., van der Wel, H., Kraeima, J., Glas, H. H., Guo, J., Borra, R. J. H., Witjes, M. J. H. & van Ooijen, P. M. A., 16-jun.-2021, In: Journal of personalized medicine. 11, 6, 17 blz., 560.

- **Robust and Accurate Mandible Segmentation on Dental CBCT Scans Affected by Metal Artifacts Using a Prior Shape Model**

Qiu, B., van der Wel, H., Kraeima, J., Glas, H. H., Guo, J., Borra, R., Witjes, M. & van Ooijen, P., 2021, In: Journal of personalized medicine. 11, 5, blz. 1-18 18 blz.

- **Recurrent Convolutional Neural Networks for 3D Mandible Segmentation in Computed Tomography**

Qiu, B., Guo, J., Kraeima, J., Glas, H. H., Zhang, W., Borra, R. J. H., Witjes, M. J. H. & van Ooijen, P. M. A., 31-mei-2021, In: Journal of personalized medicine. 11, 6, 15 blz., 492.

- **Three-dimensional virtual surgical planning in the oncologic treatment of the mandible**

Kraeima, J., Glas, H. H., Merema, B. J., Vissink, A., Spijkervet, F. K. L. & Witjes, M. J. H., jan.-2021, In: Oral diseases. 27, 1, blz. 14-20 7 blz.

- **Patient-specific finite element models of the human mandible: Lack of consensus on current set-ups**

Merema, B. J., Kraeima, J., Glas, H. H., Spijkervet, F. K. L. & Witjes, M. J. H., jan.-2021, In: Oral diseases. 27, 1, blz. 42-51 10 blz.

- **The use of 3D virtual surgical planning and computer aided design in reconstruction of maxillary surgical defects**

Glas, H. H., Vosselman, N. & de Visscher, S. A. H. J., 1-apr.-2020, In: Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery. 28, 2, blz. 122-128 7 blz.

- **Automatic segmentation of the mandible from computed tomography scans for 3D virtual surgical planning using the convolutional neural network**

Qiu, B., Guo, J., Kraeima, J., Glas, H. H., Borra, R. J. H., Witjes, M. J. H. & van Ooijen, P. M. A., sep.-2019, In: Physics in Medicine and Biology. 64, 17, 13 blz., 175020.

• **Patient-specific pre-contouring of osteosynthesis plates for mandibular reconstruction:  
Using a three-dimensional key printed solution**

Kraeima, J., Glas, H. H., Witjes, M. J. H. & Schepman, K. P., jun.-2018, In: Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 46, 6, blz. 1037-1040 4 blz.

• **Accuracy and reproducibility of a newly developed tool for volume measurements of  
the arm using 3D stereophotogrammetry**

Verhulst, A. C., Wesselius, T. S., Glas, H. H., Vreeken, R. D., Ulrich, D. J. O. & Maal, T. J. J., dec.-2017, In: Journal of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery. 70, 12, blz. 1753-1759 7 blz.