

## Appendix 2

### → Experteninterviews



Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

## 1. Interview mit Andy Walter, vormals am IBM UK Scientific Centre, Winchester

### Computertechnologien der 1980er-Jahre, 3D-Projekt zu Old Minster, Winchester

Southampton und München, 17. und 20. Dezember 2017

#### **Frage 1, Heike Messemer: From a technical point of view could you please describe the setting in which the digital reconstructions of Old Minster were created at the IBM UKSC?**

Andy Walter: We're looking at 1984/1985. The IBM PC appeared in 1981, but the version with the ability to emulate an IBM terminal, and so be connected usefully to the corporate network, didn't appear until the end of 1983.

These Personal Computers had very limited memory, 640 kBytes typically, and little disk space, 20 MBytes typically. Images of 512 × 512 using an 8-bit LUT <sup>1745</sup> took 1/4 MByte to store, so any serious image/graphics work needed to be done on large, expensive workstations, or on shared access to large, expensive mainframes. PCs really weren't up to serious graphics use.

Firms such as Ramtek sold expensive custom hardware capable of 1024 × 1024 display with 8-bit LUT, or 1024 × 1024 full RGB (3 bytes/pixel). You could load this display-buffer with for e. g. 64 images each of 128 × 128 pixel size, and the Ramtek could then zoom each of these to fill the display, then select the next image in turn, so creating an animation of 128 frames with very blocky images in that animation. The images to be displayed had to be precomputed; there was no Z-buffer <sup>1746</sup> or ability to send polygons to that device. Fewer images of larger resolution or more images of lower resolution could be displayed, subject to the storage capacity of the frame buffer.

Vector Graphics sold a black-and-white vector wireframe display which had real-time pan, zoom and rotation, plus depth cueing which helped with 3D perception; this had no hidden-surface removal. This device had analogue inputs as well as it's own vector font-set, so it was capable of useful real-time visualisation.

At IBM UKSC the Ramtek was controlled by a smallish 16-bit Series One minicomputer which in turn was interfaced to the mainframe 4381. The Vector Graphics display also had it's own Series One minicomputer to control and

#### ■ 1745

Unter LUT (Lookup Table) wird eine Wertetabelle verstanden, die zu folgendem Zweck erstellt wird: »In einer LUT-Tabelle werden vorberechnete Werte eingetragen, die einen hohen Rechenaufwand erfordern. Dieser kann dadurch verringert werden, indem man bei der Wertermittlung keine Berechnung durchführt, sondern direkt auf die im Lookup Table eingetragenen Werte zugreift.«, zit. aus: LUT (lookup table), in: ITWissen.info: <http://www.itwissen.info/LUT-lookup-table-Wertetabelle.html> [veröffentlicht am 29.01.2014].

#### ■ 1746

In der Computergrafik beschreibt der Z-Buffer die z-Koordinate, also die Tiefe eines Pixel an einem bestimmten Punkt im Raum. Vgl. z. B.: Vornberger, Oliver u. Olaf Müller: Computergrafik. Vorlesung gehalten im SS 2000, Fachbereich Mathematik/Informatik, Universität Osnabrück, Osnabrück 2000: [http://www-lehre.informatik.uni-osnabrueck.de/~cg/2000/skript/17\\_2\\_1\\_z\\_Buffer\\_Algorithmus.html](http://www-lehre.informatik.uni-osnabrueck.de/~cg/2000/skript/17_2_1_z_Buffer_Algorithmus.html).

interface it. A very few of IBM's own 5080 graphics workstation devices were available, and these could display 1024 × 1024 images using an 8-bit LUT; they could also display wireframe images and do 3D pan/rotate operations on line vectors and markers, but there was no Z-buffer or hidden-surface assistance available.

With all of these devices you had some ability to interact in some way with the precomputed images (change LUT, animate it, zoom/pan it maybe). But what you lacked then was the ability to send the results of that interaction back to the mainframe and get a brandnew image recomputed in real-time using the new input values you gave.

IBM UK Hursley Laboratory had been working on an experimental graphics workstation at the time I joined in 1984, and this was codenamed Titanic – we joked that it was destined never to cross the Atlantic! This was IBM UK bidding to develop the next range of IBM's workstation hardware, but it got rejected. However, I was given one to use for research at UKSC, and I was able to rewrite the bit-slice microcode internally to make it more flexible. The initial instruction set coded in was aimed at rendering lists of lines and polygons onto the screen; the idea was that the clever mainframe would run a massive program to compute some engineering visualisation and provide this list of coloured lines/polygons/text to be displayed, and the rather dumb-but-hi-res colour display would allow limited interaction with this object. There was no effort to do any modeling inside the display device itself. That was the then state-of-the-art for mainframe-attached engineering graphics workstations (IBM 5080 family).

It was possible to get Titanic to do hidden-surface removal with 3D-rotation in real time, even though it lacked a Z-buffer, if you precomputed the polygons of your 3D object and stored them in a binary-space-partition tree-structure. Some demos of this had been worked out for Titanic before I got hold of it, and they were very impressive – looking exactly like a simple model rendered using OpenScad on today's hardware.

After I recoded the internals to provide a microprocessor-like instruction, with looping, testing/load/store etc. added, I used it to animate an experiment to research using a Polhemus 3-Space Tracker 3D input device to build a 3D brick tower out of blocks; you would use a 3D mouse to pick solid cubic coloured blocks from a corner of the screen, move them and rotate in 3D perspective until the faces matched the colours, and you placed the new block on top of the existing tower to grow it. This was a simple hidden-surface problem, as it's not hard to prevent two cubes intersecting each other, so a red warning bar was flashed up if you tried to intersect them, and movement stopped. This was a crude version of optical feedback used to try to simulate tactile feedback, but also showed that the freedom of waving a mouse in the air was far faster than the conventional knobs and dials then in use. It also showed the growing power of bit-sliced hardware, which was at that time being imported into single-chip CPUs such as Motorola 68000 family, and IBM's own 32-bit RISC chips being developed at that time.

In my Titanic tower-building experiment, all the hidden-surface removal calculations were done using integer arithmetic in real time around 30 frames/second, as well as the two-body collision calculations. But it was a custom program, so this device still lacked the real power and flexibility needed for

something like rendering a church. So for us at least, the only hardware with the amount of memory available to handle really complex models was the main-frame. And this produced the best quality images. So the challenge was, how do you make these images better, more accurate, more realistic, and how do you present the result to the outside world for more people to appreciate.

As of 1984, the UKSC could produce texture mapped, very high quality still images with glossy/matt shading etc. of objects created using the WINSOM CSG modeler. This did not output polygons or lines, instead it worked out each pixel as it should look. So this avoided the sharp edges associated with polygon rendering of curved surfaces (spheres, cylinders, cones, toruses, helices etc.). WINSOM could also render 3D volumetric information, such as producing a cloudy view of the computed electrostatic field around a charged molecule, or rendering a skull from MR data.

Typically, these 1024 resolution images took around one hour of CPU time to compute. Ray tracing was possible, and WINSOM could do this at the expense of a huge amount of CPU time taken. Ray tracing was a favourite challenge for graphics teams, as it produced very pretty pictures of objects reflected in silver balls and that kind of glossy reflection art. But scientifically it wasn't particularly useful, as most illumination met in life is a distributed/reflected type, with unimaginably huge numbers of rays of light bouncing off many matt surfaces and being rebroadcast split many ways. The technical challenge of how to illuminate a model using that kind of distributed light source had not yet been solved.

The Minster was lit with two lights, one being a powerful one representing the sun shining through all walls and roofs and illuminating everything, plus a »mini-sun« of much lower intensity placed on the opposite side of the model, underground in the case of the Minster! This provided a low-level of illumination on the reverse-faces of objects not otherwise illuminated by sunlight. This kind of illumination was the standard way at that time. So the technical challenge of realistic lighting was well understood, but unsolved, and we did not attempt to tackle that problem.

So there was a large mix of graphics hardware present at UKSC, and each type of device had its strengths and weaknesses. Vector devices with real-time 3D rotation were excellent for helping the brain to perceive volumetric relations – a clump of static dots on a screen may look like random noise, but add a small amount of rotation and the random noise suddenly turns into the surface map of say a dog – imagine a Dalmatian photographed against a white background if you like!

The Vector Graphics device was superfast to interact with and rotate objects, but lacked colour and polygons. The Ramtek had 24-bit colour at high resolution which was excellent for high quality display, but 3D interaction was non-existent and animation support was crude, though useful. The IBM 5080 lacked the capacity to store huge numbers of polygons or the speed to animate them, and the 3D interaction was clunky; but it was a useful high-resolution display with an 8-bit LUT, and it connected easily to the IBM Mainframes. PCs were feeble at that time, as far as graphics was concerned.

**Frage 2: Which technical aspects made the digital reconstructions of Old Minster outstanding in the mid-1980s?**

WINSOM was originally designed to render models of modest complexity, such as molecules consisting of 50 or so spheres. The Old Minster project had far more primitive shapes in it, numbering in the thousands, and this had to be done within the memory limitations of a 16 MByte virtual machine. WINSOM was written using a spatial subdivision technique, effectively this divides the cubed volume to be rendered into eight smaller cubes, four at the front, then four at the back. If rendering one of the front cubes results in drawing all the pixels it can represent in the frame buffer, then clearly the cube behind it cannot affect the image, so is discarded. At the same time, being a smaller cube, it may well have fewer of the primitive shapes affecting it, so any which are completely outside it can be pruned.

This process repeats recursively, so at the limit, a tiny cube sized  $1 \times 1 \times 1$  pixel is rendered, and hopefully has very few primitive surfaces going through it. But where objects meet, you inevitably can end up with more than one surface present, and the challenge then is to decide, which of these is the correct one to draw. Get this decision wrong, and you can, and do, end up with unexpectedly bright pixels where the brain expects a dark one, and this looks disturbing and wrong. The Old Minster threw up a lot of this kind of problem, and the inaccuracy inherent in floating-point number representations means that different surfaces may be coplanar in theory, but inside the computer they aren't, as they have been subjected to moves and rotations in different combinations or in a different order.

IBM UKSC published several papers on improving the process of discriminating between multiple co-located primitives; in CSG these primitives can be logically added, logically subtracted, or be an exclusive-OR. So the Minster acted as a particularly tough challenge for WINSOM to cope with, starting with the very large size of the initial model needing to be rendered in what today is seen as a tiny amount of memory.

WINSOM originally had limited perspective capability, and only rendered a single unit volume of space; this was fine for technical illustration of small objects (molecules, widgets) where you, the human, are larger than, and outside the object, looking down at a smaller one. The Old Minster reversed this scenario; suddenly you become the small object, and the model is far larger than you are, surrounding you, so perspective immediately becomes a vital part of making the rendering somewhat lifelike. In terms of the view volume WINSOM handles, this meant extending the single-unit volume backwards several more volumes; the primitives in the model are distorted by the geometric transformation – imaging the objects in the further back volumes being progressively shrunk in size. WINSOM then proceeded to iterate through this series of unit volumes, starting at the front, working back, and only finishing when some far distant back-clipping plane was reached. Again, this was all done within a 16 MByte ram space. So technically, adding perspective capability adds hugely to the quantity and complexity of the calculations involved.

So far this gave us the ability to render a high-quality image of the inside of a non-existent building. WINSOM worked as a one-pass process; the model was read in, parsed, geometry applied to the primitives, and then the resulting

structure was recursively rendered to produce a single image. There was no animation capability, other than loading a sequence of low-resolution images into the Ramtek and quickly flipping through them. Interactivity was minimal due to rendering delays. WINSOM typically took about an hour to render a MByte image, maybe a little more for the Old Minster thanks to the huge number of primitives. So a low-resolution movie of 64 128 × 128 images could also be rendered in about an hour or two, and this could then be shown using the Ramtek, allowing a few seconds of real-time payback to be simulated.

So the process of making an animation was simply to reposition the camera for each new frame, create the new image, and add it to the list to be taped to a Sony PAL U-Matic recorder, or later to a Sony Betacam broadcast-quality recorder. We then had the problem of how to generate the camera-path; clearly this needed to be smooth and continuous, with minimal jerks. This problem was remarkably similar to computing robot-mechanism movements, something I'd worked on in my previous job in R&D at an engineering company.

A trial animation run would then be done at low resolution to see how the camera path worked out; we needed to avoid walls, also we needed to show features and views the archaeologists wanted to see. Frequently the low-resolution animation would crash into a wall; this meant modifying a key-point. The guilty key-point was discarded, to be replaced by a newer version. This animation was carried on using a succession of key-points; we ended up with about 28 key-points finally.

Frequently the low-resolution movie looked fine, so we proceeded to generate a movie with a higher resolution, or maybe one with more frames per interval. As we did this, a problem would crop up quite often with the camera path, for example as a tiny corner of an archway would interfere with the rendering. Not all of these instances were corrected!

WINSOM itself was being developed at the same time as it was being used in production, and on occasion bugs would creep in unexpectedly, of combinations of primitives, which caused problems. Toruses in particular are tricky to deal with mathematically, so when we got close to the high altar, the toruses forming decoration to the pillars needed fixing. Sometimes random editing bugs caused a problem – I have one wonderful image I created of the Minster using a buggy version of WINSOM. I love this picture!

Finally we generated 32 images in each of 25.4375 arcs, for a total of 814 ›action‹ images. The storage for these was about 250 MBytes – that was a lot by mainframe standards of the time!

Other technical issues abounded. Staircasing or jaggies or aliasing is where thin features occupy an entire pixel when they should really be fading away. Anti-aliasing was something we did not have time to do; the easiest way to do this is simply to render at higher resolution than you want, then average the results of each 2 × 2 set of pixels to give one smoother pixel. So you generate a 1024 × 1024 image, then average-down to a 512 × 512 one. You then hope the badly-calculated pixel is averaged-down enough by the other three hopefully correct pixels, that the error is no longer noticed. In the case of the Minster, doing this would have quadrupled the computation time.

We were pushed for time, so simply had the tools available to hand, and delays to research and shop for graphical editing tools weren't acceptable at

that point. We had no special tools to post-edit images – we aimed to create them correctly to begin with, and we were not doing photoshopping work or developing that kind of application.

An example of this jaggies/aliasing problem can be seen at the end of the Minster Movie, as the camera pans upwards to view where the King sat high up at the rear of the Church; details of the steps below the altar appear and disappear, and jagged features run up the corners of the arches at the side of the view. Other examples can be seen by single-stepping through the movie; as you approach the altar, with an angled tomb on the floor in front of you, look closely at the curved conical inside of the roof where it meets the sloping flat roof: the join appears to have bright dots moving upwards at the join. This is an example of multiple primitives meeting within a single pixel volume, and WINSOM has chosen a wrong-directioned primitive surface to illuminate.

At the same place in the movie, where the cylindrical end wall meets the sidewall on the left, the join varies from frame to frame. This may be a floating-point rounding variation, combined with trigonometrical calculations involved with the cylinder that don't apply to the wall. Theoretically they meet perfectly; in practice rounding errors occur.

To summarise – what made the movie outstanding? Probably more than just the technical challenges outlined above. There were the programming problems, storage problems (cost and management of disks etc.), collating the images problems (solved by the naming convention described above), and then recording onto U-Matic tape which needed yet another set of hardware and RS-232 controls which I managed, not described here; that recording process was not flawless – occasional frames going to tape would be missed, resulting in restarting the taping process until we got a clean recording. There was the challenge of building and debugging the Minster models – this was helped largely by parameterising the models, so that sections of the walls and roof were done by ›House(X,Y,Z, roof=conical)‹ style code, and a conical request meant a rounded end to the box-shaped bit. Arches were similarly parameterised, so we could vary the style and size etc.

Additionally there was the challenge of meeting the archaeologist's requirements, and others which occurred. For example, the archaeologist theorised a wooden tower structure holding a bell, located above the high altar. As an engineer, I pointed out, that this would have needed some internal support, so we jointly agreed the simple wooden beams holding a wooden base above the altar. Everything we did was some sort of challenge, numerical as well as logistical, and the deadline of the exhibition of this video at the British Museum was a deadline we had to meet.

### **Frage 3: How did you cope with the colours and the display of depth in the digital reconstructions of Old Minster?**

We had 256 entries which had to cover every possible colour we might want to make, so we had six levels of red, seven of green, six of blue, giving  $6 \times 7 \times 6 = 252$  entries used in the LUT table. Two others were used for background colour, one was used to set a bright yellow dot to indicate ›buggy‹ pixels where WINSOM didn't have a clue what to do and needed debugging or further coding to sort it out. Can't remember what the remaining one was used for, if

anything at all. So the grainy appearance is WINSOM ›dithering‹ the pixels, trying to get the exact shade it wants by oscillating around the nearest close-fit entries it has. A sort of Pointillism in a way. Had we used 24-bit images it would have been less grainy, but would have needed 750 MBytes to store – that was a huge amount back then! Yes, we could have compressed images, but then that impacts CPU time available, so we avoided doing that.

From a technical problem aspect, at this stage in 1985 WINSOM had only just had perspective projection added in, and it was still limited to rendering a conceptual single cube of volume (which becomes trapezoidal under perspective, if you see what I mean), so by the time we set the camera values, this meant the front-to-back depth we could render was rather limited. You didn't want anything placed immediately in front of the camera, as that was too close; at the same time, anything that went out of the back face of the cube wouldn't be rendered, as being too far away. In this particular image, ›too far away‹ starts somewhere just behind the high altar! The far end curved wall of the Minster has been chopped off by the back clipping plane, and WINSOM leaves these unrendered pixels as black!

Fortunately for us, WINSOM had an option to ›depth cue‹ the lighting; this means that objects further away are drawn darker, and generally helps the brain perceive depth in CGI images. By turning the depth cueing feature to a rather extreme value, I was able to make objects in the back of the cube fade to black just as they got clipped! So that was a big cheat, if you like. By complete coincidence, the effect this has is to make the Minster look as though it's night-time, and you're walking through it with only a small candle to light the way. The effect is very atmospheric, and I must say I much prefer it to the brightly lit second version of the movie!

**Frage 4: The digital reconstructions of Old Minster were created by an expert team at IBM UKSC in cooperation with the archaeologists Martin Biddle and Birthe Kjølbye-Biddle. What was the workflow like and what was your part?**

I directed the making of the movie. As a technical person, I supervised the students who did the legwork of making and testing the models. I designed and wrote the animation control software, and wrote software and connected a Spaceward Supernova framestore system to an IBM PC which acted as a slave tape recorder controller; this hardware then downloaded images from the mainframe and dropped them onto tape until the recording was done. Any bugs or problems found with WINSOM were fed by me back up to the authors of the program, and I'd test their fixes. So my job was to get the film done by the deadline.

The workflow went well; Birthe visited regularly and advised on the models we made, the colours used and so on. The graphics developers continued to enhance WINSOM, the students worked hard and the team as a whole produced what we believed to be the world's first ever animated reconstruction video of a non-existent building. IBM itself saw this as excellent PR, as well as driving the publication of more papers on graphics.

**Frage 5: How did the scientific community react on the digital reconstructions of Old Minster and the Minster Movies in the 1980s/early 1990s?**

I don't think the scientific community noticed particularly! There were many teams, often based in American Universities, all working on the challenges of advancing the state-of-the-art in CGI. The field was advancing so rapidly that you simply noted improvements all over the place – improvements you expected to appear anyway.

Archaeologists who saw the work we had done on the Minster and other sites such as Potterne using database techniques, were very envious of the equipment and manpower available, but lacked the funds to benefit from the technology of the day.

**Frage 6: In retrospect: Which aspects about the digital reconstructions of Old Minster would you have done differently, if there had been enough resources of time/money/expertise etc. in the beginning, and why?**

The movie seen today looks jerky and flickery. So the visual quality aspects would have been targeted.

Firstly we would have generated the movie at 25 frames/second rather than 12.5, and this would have required a doubling of the CPU time available, plus doubling the disk storage available. A lot of the images were generated overnight on mainframes off-site to UKSC, so these had to be sent across the IBM network to UKSC, so we might have needed more bandwidth to cope with the volume of data. 25 frames was the original desire, but it quickly became apparent we lacked the time.

Secondly we would have tackled the aliasing problem. Easily done by increasing the image resolution to 1024 x 1024 and averaging down, but a more intelligent approach might have been recognising pixels which suffered the multiple-primitives problem, and throwing more CPU-power at them to solve it; perhaps a mini-recursion into just that pixel-volume, or ray-tracing at multiple parts of the pixel would have solved this.

Thirdly we would have extended the image size to fill the screen completely. This would have meant rendering at 768 x 576 resolution. WINSOM got this capability soon after. This helps to give a TV viewer the feeling that they are actually inside the building, rather than simply looking inside a Lego model of one.

We didn't lack expertise; we had two of the world's best graphics software writers on hand, plus several students. We lacked enough CPU time to generate the 1600, or more, images originally wanted. The version of the Old Minster movie that the world has seen was in fact the second version ever made; there is an earlier prototype, which is rather crude by comparison, made about a year earlier, and this version takes a different, and longer, path through the Minster. We did not use that path for the British Museum version as the longer path would have taken more computation time than we had available. The earlier version now only exists as a capture from poor-quality VHS tape, but is interesting to show the limitations of the earlier single-volume WINSOM doing its first-ever version of perspective.

**Frage 7: Today in academia there are discussions of how to document the reconstruction process of a 3D project, and of how to cope with a long-term preservation of it. How was that in the mid 1980s with regard to the digital reconstructions of Old Minster especially, and later academic 3D projects at the IBM UKSC?**

Arguably there should be no need to preserve it at all. It is not original material in an archaeological sense. Historians always want to get back to the original material rather than be constrained/influenced by interpretations made more recently than the events and literature of the time. There were no thoughts about long-term preservation of the Minster materials at the time. Copies were made of the various videos, and it is quite by chance that I kept copies of the original images of the second Minster Movie, the one made for the British Museum exhibition. Disk space limitations meant these images were shuffled off onto backup tape, should you want to keep them. Sadly I didn't keep the images from the very first movie. Frankly, they weren't very good by our demanding standards!

However you can argue that the Minster models could be a useful starting point for anyone else wanting to improve or reinterpret them. The CSG models remain (almost) intact, as by chance a copy of the Minster was used to develop a Graphical Solid Model Editor named ESME, and these have been ported to run on OpenSCAD which is freely available.

Other academic work at UKSC was published at the time in the relevant journals, so should be there to be read. I would hope that material of that age would be available for free to everyone, but sadly many ancient papers I see referenced on the Internet require payment to download them. Surely these should become free after some finite number of years?

**Frage 8: Since the beginnings of digital reconstructions of historical architecture in the 1980s and the first boom in the 1990s the technology developed rapidly and the possibilities for application also multiplied. Where do you see the greatest development and progress respectively in this regard – especially for 3D models in the academic context? What future do you predict for digital reconstructions of historical architecture in the academic context?**

VR is certain to become mainstream. I have seen a VR version of the Old Minster, and the way that the views change dramatically, in response to head motion, really does give a convincing effect of reality. That's fine for the perception side of things. For the academic use side, I can see the models making greater use of parameterisation; for example the Old Minster is shown undecorated, and none of the megalithic-style building techniques the Saxons used is shown. It would now be relatively easy to allow the viewer to choose details such as architecture like Jarrow church where some windows have pointed arrow-shaped arches as opposed to Romanesque rounded ones. Details of internal paintwork and wall decoration could be added, borrowed from a selectable list taken from other Saxon churches and literature of that time.

It would be straightforward to edit the models interactively with a group of collaborating archaeologists, and missing details such as the bell in the tower, and a weathervane, which were drawn in one early manuscript, could be added.

Viewing the Minster Movie for the first time, with the archaeologist present, immediately threw up a lot of questions, such as: ›should there be a handrail to prevent monks falling into the steps down into the crypt and breaking their necks?, rapidly followed by: ›if this reconstruction is based on similar Saxon Minsters in Europe, how do those Minsters deal with this problem?, and so on. Given enough antiquarians collaborating, these questions could quickly be answered and the model improved accordingly.

On the other hand, the aim of this movie was to illustrate the evidence found at the excavation of the site, not to present a well-imagined church, so you could argue that no such handrail adding should be done, as we simply don't have any evidence for that being present. Maybe there was a low wall instead? Or maybe you parameterise all the options, leaving the ›no-handrail as the ›original default setting? This all depends on what you want to use the model for!

3D laser scanning is also fantastically useful. We now have the ability to scan existing buildings. It would be useful and interesting to be able to merge these datasets with the CSG models, maybe build CSG objects using the boundaries and measurements from the laser scan; this would allow real-time cut'n'paste of a genuine Saxon church arch/window etc. into the model, so giving a far more realistic result. But the danger is you then say ›this is how it was, or maybe the viewer believes that's how it must have been because they've just seen a video reconstruction. There's a danger of history being rewritten if we're not careful.

**Frage 9: The sources available are often not enough to answer all questions coming up in the process of the creation of a 3D model of historical architecture. How do you cope with these gaps in your projects? How could hypotheses be marked in 3D models according to you? Would that be necessary after all?**

There are certainly plenty of gaps. We know there was an impressive organ of some kind at Winchester, but no idea where it was placed, what it looked like and so on. So we would not dare to try to model that!

But there are enough similar Minsters around, of that period, to be able to suggest a reasonable possible building appearance. So it should be easy enough to adapt, let's say, the position/existence of the Bell Tower, and let the viewer select different interpretations of the model. Some details such as general dimensions are known sufficiently well from the robbed-out foundations that there would be little argument about them; but such things as the heights of walls or quantity and placement of windows are not known, so have to be estimated. If all Saxon Minsters were somehow visualised in one environment, it might be possible to scroll through them and come to some definitive rules about certain things; for example, you might be able to say ›there was always a window in the very East end, or not. These things are well able to be parameterised.

Another question was prompted by doing the animation: We know there was a crypt under the altar, so that must have been raised. Presumably there was access to the far end, around the side of the crypt. But then, wouldn't there be a danger of a monk falling off the raised altar area and breaking his neck? So, just like the crypt steps behind the altar, surely there must have been some railing to prevent accidents? As some of the Minster details were borrowed from

existing Saxon Minsters elsewhere, it would seem reasonable to borrow whatever protection they used; and if more than one type, why not borrow the lot and parameterise this selection? You could have Old Minster, Winchester as it might have looked like, based on Barton-on-Humber for example.

The existence of hypothesis in a model could be indicated verbally by the computer knowing what part of the model you're looking at closely, and providing you with a tour guide style commentary. Or the object could appear a bit indistinct/shadowy/vague in some way. Or the hypothetical arch could cycle slowly through the range of known variations of such an arch. Lots of possibilities.



Publiziert in: Messemer, Heike,  
Digitale 3D-Modelle historischer  
Architektur. Entwicklung, Potentiale und  
Analyse eines neuen Bildmediums aus  
kunsthistorischer Perspektive.  
Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books,  
2020 (Computing in Art and Architecture,  
Band 3). DOI: [https://doi.org/10.11588/  
arthistoricum.516](https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516)

## 2. Interview mit Dr. Paul Reilly, University of Southampton

### 3D-Projekt zu Old Minster, Winchester

Southampton und München, 30. Juni 2017

**Frage 1, Heike Messemer: Which factors would you say, contribute to the 1980s digital reconstruction of Old Minster being an unique project at that time?**

Paul Reilly: It was a large and complex model for the period. It was based on CSG modelling, and the development of perspective views was novel for this kind of solid modelling technology. The investment in CPUs and storage, not to mention the investment in very high-calibre computer scientists was unheard off at that point in time. And of course it had the animation, which could be played in public places and broadcast on TV.

**Frage 2: What was your part in the digital reconstruction projects of Old Minster?**

None. The project had started before I arrived. My impact was via the other projects I was working on, that changed the features and functions in Winsom. My other role was to present the work of the IBM UKSC so I often included the project in my presentations/papers. That said, I was the Catalyst for rematerialising the Old Minster as a phygital entity, and problematising the status of (im)materiality in archaeological theory.

**Frage 3: What was the budget of the digital reconstruction in 1984–1985?**

Sorry, I don't know. We didn't work like a development lab back then. We were in research. The UKSC had a budget and three main research groups. Shared between us we had two buildings, two mainframes, a load more machines of different types over the years, a bunch of IBM computer scientists and managers and a set of research fellows (like me) and students (very clever ones) on work experience. I do know it took almost six months of Andy Walter working full-time with two students and occasional fixing efforts from the Winsom modelling team.

**Frage 4: What was the budget of the digital reconstruction in 1986?**

Same as before, i.e. no budget – the work load was less as the model was the same, but more editing was applied to remove all aliasing.

**Frage 5: The sources for the digital reconstruction of Old Minster were historical descriptions, plans, drawings, as well as images from comparable buildings in Europe. How were the decisions made about which details to visualise in the reconstructions?**

The process was iterative. Birthe Kjølbye-Biddle would describe what she thought something might look like – e.g. the throne or St Swithun's tomb. The modelling team would make a first impression and Birthe Kjølbye-Biddle would say this or that was wrong or this or that could be added. Her arguments were written up (see ref in Reilly et al. 2016). The full report is still pending 50 years after the dig. I'm told it is to appear soon – but I was told that in 1990, too.

**Frage 6: Why were there no photorealistic textures integrated into the second version of the digital reconstruction? Was there no excavated original material, which could have been used for inspiration in creating textures?**

There was no archaeological evidence of what the building looked like. It was completely dismantled to just the footprint left by the robbed-out foundation trenches. We had used textures on other buildings such as the west gate, however, I doubt we would have contemplated it then as the problems of our very low high-resolution video standard (!) would have generated far too many aliasing – visual bugs arising from rounding calculations to render each pixel. It would have been a nightmare video. There was some evidence of wall plaster – a dirty pink colour, which is how the walls in the movie are rendered.

**Frage 7: How were the digital reconstruction and the Minster Movies received in archaeological, art historian, architectural academia in the 1980s/early 1990s?**

I think the project inspired many subsequent projects in the next couple of years, mostly involving computer scientists and archaeologists.

**Frage 8: How is the resonance in academia on your 2015 project of modernising the digital Old Minster?**

I think that project and the DAACH paper has reinforced awareness that these models are transient things unless actively curated, which in turn stimulates a historical interest in the projects, approaches, media, and the models themselves.

**Frage 9: In your 2016 paper ›Rediscovering and modernising the digital Old Minster of Winchester‹ you analyse the digital reconstruction of Old Minster in respect of the London Charter and Seville Principles. Can you explain why this contextualisation is essential?**

Actually, it was meant to be a provocation. When we were drafting the papers I placed copies on Academia.edu and Hugh Denard and Michael Carter especially asked questions concerning how the project fitted with the London

Charter and Seville Principles. Of course it predated them by one and two decades respectively. The conclusion that the project stood the test of time concerning London and Seville was possible because the work was based on excellent critical scholarship and contemporary technology. These charters codify principles, which have always underpinned good scholarship and science. They don't make it happen, they probably stifle the creative strides that epitomise good science and scholarship, by being overly prescriptive. I have major concerns with the notion of paradata – how the data were arrived at, as the selection of the paradata to be recorded is itself a form of bias.

**Frage 10: Which future plans exist for the digital reconstruction of Old Minster and/or the Minster Movies?**

Since the DAACH paper we used the virtual model as an exhibition space in an event called the ›Annihilation Event‹ we also incorporated the 3D print of the half section in an art work called ›the archaeology of a digital file‹ (Ian Dawson & Paul Reilly 2017) – see my facebook! We need to write this up. Stephen is working on an open source version of GoW (Grandson of Winsom). When that happens we need to publish the Winsom code as well as the TIFFs – I may see if I can add them to the DAACH paper.

**Frage 11: Since the beginnings of digital reconstructions of historical architecture in the 1980s and the first boom in the 1990s the technology developed rapidly and the possibilities for application also multiplied. Where do you see the greatest development and progress respectively in this regard – especially for 3D models in the academic context? What future do you predict for digital reconstructions of historical architecture in the academic context?**

The digital reconstructions of the 1980s and indeed until the present day, have mostly focussed on ›illustrating the monument‹; that is giving an impression (hypothesis) of what buildings might have looked like. They are usually empty and devoid of people or the activities for which they were erected for and subsequent uses. I see two strands emerging. One is a continuation of the creative interpretive approach – visual hypotheses to stimulate thoughts (Alice Waterson and Grant Cox are two such practitioners that jump to mind). The second area (which I feel should have been addressed long ago) are the mechanical/engineering aspects of reconstructions. Finite element and load bearing/stresses analyses to investigate if the model could stand up and to gain insights of the problems the builders had to overcome (and still only hypotheses). Finally, of course, full material instantiations (additive manufacturing) is a possibility and raises very big ethical and disciplinary issues surrounding reconstruction (which phase and states matter most, whose narrative is rendered physical?), preservation and the biography of the site/monument.

**Frage 12: The sources available are often not enough to answer all questions coming up in the process of the creation of a 3D model of historical architecture. How do you cope with these gaps in your projects? How could hypotheses be marked in 3D models according to you? Would that be necessary after all?**

I think that perhaps too much attention, time and resources, have been given to this topic which I, personally, regard as a 1990s backlash by established archaeologists who feared non-archaeologists would be in the driving seat as far as orthodox interpretations of sites presented to the public were concerned. There is very little literature that critiques specific reconstructions. I do feel the need to show the basis of what is secure knowledge (what we found/ still have) and highlight (a fade to transparency) showing what is interpretation and guesswork.

**Frage 13: How should the documentation and long-term preservation of digital reconstructions of historical architecture be handled in the future to preserve the work for researchers and interested people to come?**

Personally, I think the authors should describe in broad brush what their interpretation was based on and implement using their best efforts. The data they have based their ›hypotheses‹ on is still there and can be challenged or superseded as new insights/data/evidence arise. I don't accept that models have significant impact on the long-term perceptions or understanding of specific heritage – Gaming might change that in the short term.

**Frage 14: The London Charter from 2009 constituted a guideline to be followed in the creation of 3D models. Were these principles part of your work?**

The London Charter didn't exist then and there was no real concern then about the authenticity of the model, at least from the IBM side as 1) they were focussed on the technological innovation the project engendered and 2) a world leading specialist archaeologist, who actually worked on the digs and archive research was the collaborator. Having said that as we laid out in Reilly, Todd & Walter 2016 (DAACH), our approach would have stood up to a critique with regards to implementing London Charter and Seville Principles.

**Frage 15: How does the London Charter play a part in the 3D projects of your colleagues you meet at conferences?**

London Charter is a widely advocated and a component of many Virtual Heritage/Archaeology syllabi. However, I have never met or heard of anyone who has actually reviewed a model for compliance. Moreover, with the inbuilt obsolescence of software and hardware, I have my reservations that this is a realistic objective. The Reilly et al 2016 paper is a rare example of this introspective assessment.

Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

### 3. Interview mit Dr. Norbert Quien, vormals am IWR, Universität Heidelberg

#### 3D-Projekt zu einem spätgotischen Kirchenchor

St. Ingbert, 21. Mai 2016

##### **Frage 1, Heike Messemer: Wie ist die Zusammenarbeit mit Ihnen und Herrn Müller entstanden?**

Norbert Quien: Das entstand über das Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen an der Universität Heidelberg, an dem ich beschäftigt war, genauer gesagt über unseren Institutsdirektor, Prof. Dr. Willi Jäger. Herr Müller hatte ihn angesprochen und gefragt, ob er jemanden hätte, der ein Projekt bearbeiten könnte, in dem es um die Visualisierung von gotischen Gewölben geht. Weil er es sehr spannend fand, hat Herr Jäger sofort zugesagt und hatte dabei wahrscheinlich mich als einen seiner Postdocs im Hinterkopf. Er hat mich dann gebeten, dieses Projekt in Angriff zu nehmen. Nach kurzer Zeit hat es auch ziemlich Spaß gemacht und es hat sich eine sehr intensive Zusammenarbeit mit Herrn Müller entwickelt.

##### **Frage 2: Was war der Gegenstand und das Ziel Ihrer Zusammenarbeit?**

Herr Müller war immer schon an Anwendungen von Computern und digitalen Techniken in der Kunsthistorik interessiert. Er war Fachmann für gotische Architektur und hatte die Idee, gotische Maßzeichnungen zu visualisieren. Damals war die Technologie, die man dazu brauchte – also die Computergrafiktechnologie – noch relativ am Anfang. Das heißt es gab kein fertiges Programm, das man kaufen konnte, das diese Arbeit hätte machen können.

Herr Müller gab uns die fachlichen Vorgaben aus dem Bereich der Gotik, die Konstruktionslehre, nach welchen Prinzipien damals gearbeitet wurde. Das waren mehr oder weniger mathematische Prinzipien, das heißt die alten Baumeister und Steinmetze wussten wie man aus diesen zweidimensionalen, planen Zeichnungen das dreidimensionale Rippensystem entwirft, konstruiert. Den dahinterliegenden Algorithmus konnte man in relativ einfacher Weise in mathematische Formen fassen und damit auch programmieren. Das war eigentlich die Idee von Herrn Müller, die wir dann zusammen umgesetzt haben.

Herr Müller war der Gotik-Fachmann und ich war der Informatik-, Mathematik- und Programmierfachmann. So haben sich dann die beiden Welten der Naturwissenschaft und Geisteswissenschaft dort getroffen und relativ schnell und gut ergänzt.

**Frage 3: Wie erfolgte die Auswahl für die digitale Rekonstruktion gotischer Gewölbe?**

Die Auswahl der gotischen Gewölbe nahm Herr Müller vor, weil ich absolut kein Fachmann in dem Bereich bin. So entstanden dann auch die Bücher, die wir gemacht haben, in fachlicher Aufteilung zwischen Herrn Müller und mir. Digitale Rekonstruktionen waren damals relativ neu. Parallel zu unserer Arbeit entstanden weitere Projekte wie zum Beispiel Cluny III und ein zwei andere, die uns bekannt waren, die aber alle wirklich Neuland betreten haben. Es gab auch durchaus Ressentiments, daran erinnere ich mich auch noch. Da musste man auch gegen gewisse Widerstände kämpfen. Die Computergrafik war damals wirklich noch in den Kinderschuhen, kein etablierter Fachbereich. Und es hat sich gezeigt, dass es durchaus sinnvoll ist, sie als einen Teil der Fachsprache der Kunsthistorik zu benutzen.

**Frage 4: Sie haben eben Cluny III angesprochen, das heißt Sie haben damals auch andere 3D-Rekonstruktionsprojekte wahrgenommen?**

Ja klar. Es gab damals natürlich noch kein Internet. Das Internet war grade noch in den Anfängen, Anfang der 1990er-Jahre. Also, wir haben davon gelebt, Informationen von Herrn Müller zu erhalten und zu sehen, was in den öffentlichen Medien gezeigt wurde, beispielsweise in Fernsehberichten und Fernsehfilmen, wo auch Cluny zu sehen war – kurz vor uns. Das hat uns natürlich etwas gewurmt, dass uns andere etwas zuvor gekommen sind. Denn damals gab es schon ein leichtes Konkurrenzdenken. Der Kreis der Leute, die in dem 3D-Bereich gearbeitet haben, war relativ klein. Die meisten kannten sich. Manchmal gab es gewisse Rivalitäten und so hat man sich bemüht, dass man möglichst schnell, möglichst weit vorne war.

**Frage 5: Inwiefern haben Sie mit Ihren Projekten hinsichtlich der Technik Neuland betreten?**

Wir haben damals auf verschiedensten Gebieten Neuland betreten. Das IWR – das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen – wurde von Herrn Jäger Ende der 1980er-Jahre gegründet und hatte den Anspruch an vorderster Front Numerik, also die Lösung von mathematischen Problemen des Computers, zu betreiben. Die Hauptprobleme, die es immer gibt, sind der Speicherplatz und die Rechenzeit. Damals brauchte man riesige Mengen an Hardware und auch Software, wenn man komplexe Rechnungen durchführen wollte. Das IWR ging dann in die Richtung des Parallelrechnens und kaufte einen Parallelrechner, der 128 Chips hatte, also Rechenknoten. Das war ein sogenannter Transputer-Rechner, einer der größten für wissenschaftliches Rechnen zu der Zeit in Deutschland. Wir hatten die Idee, die Visualisierungssoftware, also das Raytracing, auf einem Parallelrechner laufen zu lassen, weil dann die Software – so unsere Hoffnung – vielleicht auch 128-mal schneller läuft als auf

einem normalen Rechner. Das haben wir nicht ganz geschafft, weil es immer einen gewissen Overhead von Kommunikation zwischen den Knoten gibt, das heißt wir sind nicht 128-mal schneller, sondern 50-mal schneller als auf einem normalen Desktop-Rechner. Wir haben dann sowohl das Raytracing als auch die spezielle Software, die die Gewölberippen geometrisch erzeugt hat, auf dem Parallelrechner programmiert. Denn die Anforderungen, die an die Software gestellt wurden, konnten wir damals nicht mit einem handelsüblichen CAD-System abbilden. Wir mussten die Software selber entwerfen. Jegliche Software, die im Projekt verwendet wurde, also sowohl die Konstruktionssoftware zur Erzeugung der Gewölberippen als auch die Visualisierungssoftware, das sogenannte Raytracing – als Standardmethoden der Computergrafik – haben wir selber programmiert.

Das war sozusagen eine Verbindung verschiedener Dinge an vorderster Front: einerseits eine komplett neue Software für die geometrische Darstellung dieser kunsthistorischen Probleme zu entwickeln und andererseits die auf diese Weise erzeugten Daten in das Raytracing-Programm zu setzen und dann das Raytracing-Programm auf dem modernsten Parallelrechner laufen zu lassen. Dies war es der Zeitschrift Spektrum der Wissenschaften wert, dass wir darin einen Artikel bekamen, der an anderen Instituten relativ gute Resonanz gefunden hat. Da waren wir, denke ich, ganz vorne in der Forschung mit dabei.

#### **Frage 6: Wie gestaltete sich der Arbeitsablauf zwischen Ihnen und Herrn Müller?**

Wir hatten natürlich regelmäßige Treffen, in denen Herr Müller mir dann einen neuen Katalog oder Vorlagen für weitere Gewölbe mitgebracht hat. Zweidimensionale Skizzen habe ich auf Millimeterpapier kopiert. Daraus habe ich dann die Koordinaten und Daten abgelesen, die ich brauchte, um meine Startfiles zu generieren, die ich wiederum für das Programm benötigt habe. Das heißt ich bin da gesessen, habe die Daten ausgelesen und sie über die Tastatur in den Computer – Workstations von SiliconGraphics – eingegeben und habe dann die Software gestartet. Diese hat die Daten eingelesen, die Objekte dreidimensional konstruiert und sie mir dann als Linienmodell am Computer gezeigt. Diese dienten als erste Kontrolle – ohne Farben, keine aufwendige Grafik, einfach nur die Eckpunkte und Verbindungslinien. Da konnte ich schon erkennen, ob irgendwo ein Bug, also ein Fehler vorlag, oder ob alles ok war. Wenn das in Ordnung war, hat mir der Rechner ein Datenfile mit weiteren Daten ausgegeben, den Eckpunkten dieser Geometrie bzw. Triangulierung, aus der die Objekte bestanden haben. Unser Raytracing-Algorithmus auf dem Parallelrechner hat dann diese Daten eingelesen. In die Raytracing-Software hatten wir eine eigene Bedienoberfläche eingebaut, die auch mit Textfiles funktionierte. Und darin haben wir dann bestimmte Elemente spezifiziert, wie Farbe, Beleuchtungspunkte, Größenverhältnisse, Skalierungen, Drehungen usw. Dann haben wir den Parallelrechner gestartet. Die Idee war, die Lichtstrahlen, die mit dem Raytracing verfolgt wurden, mittels des Parallelrechners zu visualisieren. Das heißt es wurde eine Million Lichtstrahlen auf 128 Knoten verteilt berechnet, sodass jeder Prozessor möglichst viel zu tun hatte. Später wurde dieses Bild wieder zusammengeführt zu einem großen Bild.

Im nächsten Schritt musste man diese Daten, also Bilder, wieder aus dem Computer heraus bekommen, um sie in einem Paper oder für eine Ausstellung zu verwenden. Dazu mussten wir uns auch wieder Hardware kaufen, beispielsweise eine sogenannte Realtime-Disk. Das war eine, für damalige Verhältnisse, recht gute Festplatte, die 25 Bilder pro Sekunde grafisch ausgeben konnte, sodass man also den Eindruck eines Films hatte. Damit haben wir unseren Film Play Gothics ... zusammengestellt. Wir haben uns auch einen Belichter gekauft mit einer daran montierten Spiegelreflexkamera. Der Belichter hat die Bilder vom Computer projiziert, die dann von der Spiegelreflexkamera aufgenommen wurden. Am Ende entstand dann ein schönes Bild.

Wir hatten den großen Vorteil, dass wir all diese Schritte bis ins Detail beeinflussen konnten. Wir konnten also in sämtliche Vorgänge eingreifen, wie in die Bedienung des Betriebssystems des Parallelrechners, in die Raytracing-Software, in die Konstruktionssoftware.

**Frage 7: Wenn wir jetzt vom übergeordneten Workflow ins Detail gehen: Wie entstand die Visualisierung des Kirchenchors, der mit sämtlichen Elementen wie Gewölbe, Maßwerkfenstern, Kirchenbänken, Altar, Fußboden und Marienbild dargestellt ist?**

Das war auch ein Ergebnis des Parallelrechners bzw. der Parallelrechner-Software. Wir haben einzelne Gegenstände als einzelne geometrische Objekte konstruiert, wie beispielsweise eine Kirchenbank. Diese wurde x-fach kopiert und an die entsprechende Stelle verschoben. Für den Fußboden hat mir Herr Müller historische Vorlagen geliefert. Daraus habe ich ein nicht allzu komplexes Fußbodenmuster ausgewählt, um den Arbeitsaufwand in Grenzen zu halten. Die Maßwerkfenster habe ich auch gemäß den Querschnitten und Größenverhältnissen aus den Vorgaben von Herrn Müller digital erbaut. Wir hatten uns überlegt, die Wände möglichst realistisch aussehen zu lassen, indem wir sie nicht absolut weiß darstellen. Also mussten wir die Wände im Kirchenchor sozusagen etwas ›schmutzig‹ machen. Dazu habe ich mir eine Software überlegt, mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung von dunklen Stellen auf der Wand, die dann so aussieht, als ob schon Jahrhunderte an ihr vorübergegangen wären.

Ich war der Meinung, um einen Eindruck von den Größenverhältnissen des Raums zu bekommen, müsste eigentlich ein Altar im Chor stehen. So hat mir Herr Müller ein paar Vorlagen gegeben und ich habe dann auch hier versucht einen Kompromiss zwischen Zeitaufwand und Exaktheit zu finden und einen mehr oder weniger stilisierten Altar konstruiert und das Gewölbe dann darüber gesetzt. Das Dach habe ich mit mathematischen Spline-Funktionen konstruiert, die dann so berechnet waren, dass es sich optimal an das Rippen-gewölbe anfügt. In die Fenster habe ich dann noch gefärbte Glasscheiben eingesetzt. Wenn man sich noch mehr Mühe geben würde, könnte man das noch realistischer machen, aber wir wollten ja nur den Eindruck schildern. Vor allen Dingen sieht man auf dem Boden die Reflexionen der verschiedenen Farben der Gläser, und das gibt dem Raum auch so eine gewisse sakrale Stimmung. Das ist anders als mit normalen, farblosen Glasscheiben.

Das Wandbild einzufügen war, glaube ich, meine Idee. Denn damals hatten wir programmiert, dass man auch eingescannte Bilder, Strukturen und Texturen auf Wände setzen kann, die dann mit dem Raytracing-Algorithmus

relativ realistisch beleuchtet werden. Das wollte ich also noch in die Visualisierung des Kirchenchors einbauen und hatte Herrn Müller gebeten, mir dazu eine Vorlage zu geben. Er hatte mir dann eine Zeichnung eines Altars gegeben. Die Vorlage habe ich eingescannt und dann mittels Software auf die Wand neben einem Maßwerkfenster unter zwei Lampen projiziert. Ich habe versucht einen möglichst realistischen Eindruck zu erzeugen, so als würde das Bild bei Nacht durch die Lampen beleuchtet werden. Das war sozusagen eine Kombination von wissenschaftlichem Anspruch – also wie so etwas ausgesehen haben könnte – und von technischem Anspruch von meiner Seite, um herauszufinden, wie weit man mit der Software gehen kann.

**Frage 8: Um eine realistische Anmutung von Materialoberflächen zu erhalten, haben Sie sozusagen Störfaktoren eingebaut, damit man beispielsweise einen ›Sandsteineffekt‹ erhält. Wie muss man sich das vorstellen?**

Genau, wir als Mathematiker konnten in die Software selber eingreifen, haben selber programmiert und konnten daher auch Tricks einbauen, wie zum Beispiel eine statistische Wahrscheinlichkeitsverteilung für die dunklen und hellen Punkte des Sandsteins. Damit beim Betrachter der Eindruck entsteht, tatsächlich eine raue Oberfläche vor sich zu haben. Für die Maserung des Holzes auf den Kirchenbänken hatte ich mir eine statistische Zufallsfunktion überlegt, die dann dieses krumme, gemaserte Muster auf die Kirchenbänke projiziert hat. Dies wurde dann in das Raytracing-Programm eingebaut und so kam die Textur zustande. Und so stecken in den Bildern eigentlich viele Kleinigkeiten, die heute ganz selbstverständlich aussehen. Aber damals waren das echte Herausforderungen.

**Frage 9: Wie kam es dazu, dass Sie aus den Einzelbildern auch Animationen erstellt haben?**

Nach einer gewissen Zeit waren die Medien sehr an unserer Arbeit interessiert und so kam Herr von der Burchard, ein Redakteur des Südwestrundfunks, zu uns und hat vorgeschlagen einen Film für die populärwissenschaftliche Sendung Sonde zu machen. Wir haben dafür Animationen mit neuester und sehr teurer Hardware erstellt – das war damals nicht so einfach mit hochauflösenden Grafiken 25 Bilder pro Sekunde als Film zu erzeugen. Also hat das IWR viel Geld investiert, um die neueste Hardware zu kaufen. Die Animation ermöglichte es, virtuell in das Gewölbe hineinzugehen, sich nach allen Seiten umzuschauen und zu sehen wie die Software die Gewölberippen Stück für Stück erzeugt. Der Südwestrundfunk hat die Animation für die Zuschauer in ein bestimmtes inhaltliches Umfeld eingebettet, sozusagen als populärwissenschaftliche Information über unser Projekt. Zum Schluss wurde es dann noch entsprechend professionell vertont.

**Frage 10: Sie haben Ihr Projekt auch in Ausstellungen vorgestellt. Wie war beispielsweise die Ausstellung ›Hammer, Meißel und Computer – Spätgotik im rechten Maß‹ aufgebaut, die im Jahr 2001 im Museum für Technik und Arbeit in Mannheim gezeigt wurde?**

Das war wie meist eine Kombination von Filmen, die vorgeführt wurden, und verschiedenen Ausstellungsstücken, zum Beispiel die Darstellung eines

Teils einer Gewölberippe als Modell aus Pappe, verschiedene Materialien der Steinoberflächen, Skizzen, Bilder, also umfassende Informationen, haptisch und visuell. Das hat damals, denke ich, eine gute Resonanz gefunden. Und Ähnliches haben wir an anderen Orten auch gemacht

**Frage 11: Wie wurde ihr Projekt an sich in der Kunstgeschichte rezipiert und aufgenommen? Sie waren ja auch auf einem Kunsthistorikertag eingeladen ...**

Genau, wir haben auf dem Kunsthistorikerkongress 1992 in Berlin einen Vortrag gehalten. Die Resonanz war – ich will mal sagen – gemischt. Bei einigen hatte man schon eine gewisse Distanz bemerkt, bei anderen auch eine gewisse Begeisterung. Das hat sich, glaube ich, bis heute auch teilweise gehalten, wobei die Akzeptanz etwas größer geworden ist. Aber es wurde zumindest als nützlich und spannend empfunden – dieses Feedback haben wir eigentlich immer bekommen. Es war etwas vollkommen Neues, das wir damals gemacht haben. Da entstehen natürlich die üblichen Animositäten, das heißt der etablierte Lehrkörper ist nicht unbedingt bereit, sich auf etwas Neues einzulassen, das nicht am eigenen Lehrstuhl erforscht wurde. Alles in allem war das positive Feedback größer als das negative.

Publiziert in: Messemer, Heike,  
Digitale 3D-Modelle historischer  
Architektur. Entwicklung, Potentiale und  
Analyse eines neuen Bildmediums aus  
kunsthistorischer Perspektive.  
Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books,  
2020 (Computing in Art and Architecture,  
Band 3). DOI: [https://doi.org/10.11588/  
arthistoricum.516](https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516)

## 4. Interview mit Prof. Dr. Richard Beacham, Prof. emer. King's College, London

### 3D-Projekte zum Festspielhaus Hellerau und »Theatron«

Warwickshire und München, 17. Juli und 4. September 2017

#### **Frage 1, Heike Messemer: In which context was the Festspielhaus Hellerau digitally reconstructed for the first time?**

Richard Beacham: In 1991 I went to Hellerau because of my interest in the Swiss theatre artist Adolphe Appia. At that time the building was still a Russian garrison. When I got into it finally, it was a wreck. It had no roof, it did not have any repair work or decoration since 1945. And I loved the building because of the idea behind it. From 1991/1992 I was a member of an organisation called the Förderverein für die Europäische Werkstatt für Kunst und Kultur Hellerau e.V., which was set up by Detlef Schneider from Berlin.

At Hellerau I met the architect Fabian Zimmermann, who had and still has the architectural firm atelier4D in Berlin. We discovered that we have this similar interest in the history of the building, a kind of a passion. I went back with him to Berlin after one of these meetings, probably in 1995 or 1996, and there I saw that they were preparing a 3D model of the Festspielhaus Hellerau. This would have been an architectural CAD model, which was being prepared by his assistant, Jim Webster, from Glasgow. After seeing this preliminary CAD model, it occurred to me that such technology would be immensely useful for students of theatre history. Because as theatre historians we had always dealt with light, distance, proportions, architecture and all of this. And here was a way of actually beginning to visualize these things. So in 1996 together Fabian and I conceived a project creating models of iconic historic European theatres. I thought up the name »Theatron – Theatre History in Europe: Architectural and Textual Resources Online«. We subsequently formed a limited company with this name.

#### **Frage 2: So the Festspielhaus Hellerau was the initial inspiration for Theatron ...**

Yes, the initial inspiration came from the building itself for the whole Theatron project, but it was not one of the first buildings we modelled. We

actually began with the theatre of Dionysius in Athens. We undertook a long march through theatre history, so we began with the Greeks and the Romans. And then we looked at medieval stages and then Shakespeare stages etc., and eventually ended up doing Hellerau in 2000. Including it in Theatron helped to publicise the history and importance of the actual surviving building itself.

**Frage 3: What were the main steps in the process of the digital reconstruction of the Festspielhaus Hellerau? And what was its budget?**

As in any creation of a virtual model, initial research was carried out to determine as much as possible about the actual building: whether still surviving, or known only through archival records, historical descriptions. This involved visiting the existing Festspielhaus, studying historical records, close analysis of plans, description and photographs, discussion with other scholars. The 3D model of the Festspielhaus was part of larger projects. Work on it was not separately costed.

**Frage 4: What role did the reconstruction of the Festspielhaus Hellerau play in the real restoration of the building in the 1990s?**

This was a ›synthetic‹ process using research, discussion, argument etc. back and forth as it was combining various elements. And it was also a rather ›organic‹ process of exchange between 3D modellers and those working on the physical restoration of the actual Festspielhaus. Fabian Zimmermann and Jim Webster created the digital model to understand the logic behind the actual building. Although it had not been destroyed, it had been significantly altered, first during the 1930s and then during the Russian occupation. You had to make an analysis of the building: what changes had been made and you had to compare the original designs with the existing state. We also used historic photographs a great deal, because they were the only evidence we had in many cases.

The CAD model allowed us to ask questions, to find answers and to encourage a dialogue. So we could show the model to the people who were working on the place, to explain what they have to do in order to make it as close as possible to the way it originally was in 1911/1912. Furthermore, I used images of our hypothetical modelling in making a successful grant application to The J. Paul Getty Trust: \$ 250,000 Conservation Grant to assist in the restoration of the Hellerau Festspielhaus in 1995. It was the first big intervention from anybody outside to begin the restoration and although the grant was only to restore the front façade and the Treppenhalle of the place, it kind of set the tone for the rest of the restoration that followed. Up to that point nobody in Saxony had taken any notice of Hellerau, they were spending all their money on the Frauenkirche in Dresden.

**Frage 5: As the Theatron project developed there were several different versions of the digital reconstruction of the Festspielhaus Hellerau. Did these 3D models evolve from each other? What are the main differences between them?**

As time went on and our researches and those of others continued, we were able to refine the various iterations of the models. So of course they evolved one from the other and in the process became increasingly accurate

while at the same time the developing modelling technologies allowed us to create more realistic versions. The differences between the earliest VRML models, and those used either in Second Life or for creating video representations of the Haus are very substantial.

**Frage 6: A part of the Theatron project was to integrate the 3D models of important European theatre buildings in the virtual world of Second Life. How would you describe the benefits of this initiative in general and with regard to the Festspielhaus Hellerau specifically?**

The benefits are pretty obvious. A 3D model of a theatre is very useful for study and learning and research purposes because theatres are all about space and movement and visual qualities: all of which are accessible in virtual formats. Instead of looking at drawings, or photographs, or designs, users can see and in the case of some models, such as Second Life, actually »visit« and explore and move about the historical theatre space. We enabled visitors to explore all the spaces throughout the Haus, and also to see a variety of stage settings in the Great Hall, and under various lighting conditions. Also within the various spaces, we put up placards around the building which you could click on and it would take you to further information and/or historic photographs of the spaces they were seeing.

**Frage 7: Do the Theatron Islands in Second Life still exist and how are they accessible today?**

No, it is not longer available, and that is because in Second Life you have to rent an Island, what they call it. And initially because Second Life was trying to encourage academic users they offered a very substantial discount. After about one or two years after we were working on the Theatron 3 set up, they hanged their policy. And suddenly they were charging the academic users the same price and it was just too much. It was a substantial amount of money to rent it each year. The Department of Digital Humanities at King's College couldn't afford it. We kind of packed up the models and saved them. They could always be revived and used again, but obviously they are not accessible. It is a great pity, because this was a tremendously educational resource. It was hugely admired and even won some awards within Second Life itself for being such a useful educational resource.

**Frage 8: How was the 3D reconstruction of the Festspielhaus Hellerau received in history of art/architecture and theatre studies?**

Whenever it was shown – mostly by me at workshops and conference presentations – it was very greatly admired. I do not know how individual lecturers and/or their students received it. My own students found it very useful.

**Frage 9: Since the beginnings of digital reconstructions of historical architecture in the 1980s and the first boom in the 1990s the technology developed rapidly and the possibilities for application also multiplied. Where do you see the greatest development and progress respectively in this regard – especially for 3D models in the academic context? What future do you predict for digital reconstructions of historical architecture in the academic context?**

I think it's growing enormously since the 1980s. The first presentations tended to be archaeological. Actually in archaeology they began with reconstructions of the Parthenon and of the Colosseum, because it was such an obvious way to use 3D modelling to reconstruct buildings that were no longer there and to visualize them. I was really one of the very first people to recognize that this was particularly useful as a tool for theatre historical research, Theaterwissenschaft, because theatre is all about space, movement, sightlines, visualization, textures – as I talked about earlier. And virtual reality can do all of those things. So instead of talking to students and showing them slides, images, photographs, artists' conceptions, you can actually – and this is the great idea behind Theatron 1, 2 and 3 – go there and virtually experience the space as it was meant to be experienced. In Theatron 1 we even had an acoustical element, where we were able to do virtual acoustics. You could be in the space and could hear what the sound would have been like, which was very useful.

To address the question in my own field, the theatre history, the transformation has just been enormous. From a teaching point of view the great advantage of Theatron 3 was that in the virtual world of Second Life you could meet with scholars from different parts of the world at a certain time and talk in real time in a virtual environment, which is the place you are discussing. What we did with the Oplontis project [Projektbeginn 2008, Anm. d. A.] – where we worked closely together with John Clark from the University of Texas at Austin, who still runs the Oplontis model – was one step further: We modelled the entire building, which is a huge villa, so called villa Pompeia, and he linked it up with the project database. If you are inside the model and you are looking at a particular wall, you can double click on the wall and it will take you to the database and bring up all of the information. So you have instant scholarly access to everything that is known about the wall. The beauty of it is, it is a visual and virtual interface to the scholar to the database and that has never been done before: To actually be in a virtual space and to be able to move seamlessly from that virtual space and access the underlying data, because it means that there is no confusion of media – you are in a 3D space and you are calling up information about that 3D space.

The really big change that we did with the model as part of the project was that we used a different virtual system, called Unity games platform. The great advantage of Unity was that unlike Second Life you can import 3DStudioMax models pretty much directly into the Unity platform. Unity has become very popular for serious projects, for academic, archaeological projects.

I think the way forward and the way the most interesting things are happening right now, are in virtual worlds. And by extension or as one manifestation we are exploring virtual worlds. When you wore a head-mounted display it made you dizzy and nobody could do it for very long. But the beauty of the

Oculus Rift hardware is that it synchronizes in such a way that it is much more like real life, you don't become seasick looking at stuff. To answer my prediction: My prediction is that the virtual worlds phenomenon is going to become increasingly prevalent and useful. And it's particularly going to be enhanced by the new head-mounted viewing displays.

**Frage 10: The sources available are often not enough to answer all questions coming up in the process of the creation of a 3D model of historical architecture. How do you cope with these gaps in your projects? How could hypotheses be marked in 3D models according to you? Would that be necessary after all?**

I am one of the trustees and one of the authors of the London Charter, which basically lays out the importance of being able to show where the gaps in knowledge are, to show what is known and what is not known. There are different ways of doing it. For example you can do it by colouring, by transparency, you can kind of footnote or somehow cross reference the model to the information it has been used. But the important thing is – and this is important for the seriousness of the scholarship – that you have got to somehow indicate what is real as it was and what is hypothesis, because the early history of virtual modelling was hampered, was handicapped because people would come and say, »well, that's just an artist's concept, that's pure imagination«. Serious scholars were dissuaded from adopting this technology because of those kinds of problems. If I write an article, I have footnotes. So people can use that to judge. In a 3D model – unless you have some way of doing that kind of cross referencing – you just have to take it or leave it. That's why this is so absolutely crucial.

**Frage 11: How should the documentation and long-term preservation of digital reconstructions of historical architecture be handled in the future to preserve the work for researchers and interested people to come?**

Again, I think the London Charter concerns itself with the question of preservation. Furthermore in 2011 the first Preservation of Complex Objects Symposium – POCOS took place at the University of Glasgow. It focused on visualisations and simulations, asking: Once we got all these things, how do we preserve them? How do we avoid the fate of Theatron 3 where it just kind of disappeared? How do you archive? How to make it future proof? Projects are being created and they are also being lost, they are not being archived, servers are vulnerable and can be expensive. So the question is: How do you back it up and how do you preserve it? Up to now what's happening, is that it has tended to be that everyone is doing their own thing. For example at King's we have all of our work backed up on a server and that is even when I left King's in 2011, you can still find all of my work there. All this was funded by public money and therefore has to be preserved.

**Frage 12: The London Charter from 2009 constituted a guideline to be followed in the creation of 3D models. Are these principles part of your work? And how do you cope with them in your projects?**

After we worked a number of years, we realized that it was important to bring people together and discuss about how do you get virtual modelling and virtual reality work to be taken seriously as scholarship. And so we drew up these guidelines. They pretty much reflected the principles we were already following, but we never had pulled them together and collated them in such a way that we could actually say what we are doing and how we are doing it and why we are doing it and how we are preserving scholarly integrity. My colleague Drew Baker invented the term ›paradata‹ and it was based upon the experience of our working together. There is a constant exchange of ideas and discussions going on, whereby you take your data, but you refine it into what you finally come up with as your best guess, your best hypothesis. That whole process, those discussions, is what we call paradata. Usually there is no record of it. But in a way that is the most important part of the research process, it's about how you make these decisions. Unless you are calling attention to that paradata, they are gone forever. It is impossible for other scholars without access to the paradata to reconstruct and know why you made these decisions you made. This happens all the time.

**Frage 13: How does the London Charter play a part in the 3D projects of your colleagues you meet at conferences?**

It's a bit like how the Ten Commandments play a role in your life. Sometimes you follow them, sometimes you don't. Ideally the London Charter guidelines need to be followed and you need to call attention to the fact that you followed them. That was one reason, why we put it together. We wanted to have a kind of a reference point, a standard, to give academic, scholarly credibility to this work, because the danger is, if it just becomes popular stuff – ›oh, look, here is the Colosseum, how cool!‹ – it's never going to mature into the hugely important scholarly tool that it has the potential to be. So what we are trying to do is, to get publications, particularly serious scholar publications, to say: if you are submitting something based upon virtual reality work, you have got to follow the guidelines of the London Charter.

Publiziert in: Messemer, Heike,  
Digitale 3D-Modelle historischer  
Architektur. Entwicklung, Potentiale und  
Analyse eines neuen Bildmediums aus  
kunsthistorischer Perspektive.  
Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books,  
2020 (Computing in Art and Architecture,  
Band 3). DOI: [https://doi.org/10.11588/  
arthistoricum.516](https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516)

## 5. Interview mit Prof. Dr. Bernard Frischer, Indiana University, Bloomington

### 3D-Projekt zu Santa Maria Maggiore in Rom und »Rome Reborn«

Rom und München, 4. Juni 2017 und 10. August 2017

**Frage 1, Heike Messemer: A special feature about the Santa Maria Maggiore project – and Rome Reborn in general – is, that there is a Scientific Committee in charge of the scientific supervision of the digital reconstruction. Could you please describe the workflow in the Santa Maria Maggiore project in the context of an example like the following: As there is no common opinion about the design of the entrance to the nave of the basilica, in the 3D model there were two versions reconstructed. How was the process to decide which version will be in the final 3D model? Why was this process not visualized in the final 3D model in the published video?**

Bernard Frischer: We did have two versions of the entrance as I recall. The video is not really the final version. The final version is what we call the authoring version in the 3D modelling software, MultiGen Creator, which I don't think exists anymore. This software provided the possibility of having alternative parts of the model. Right from the beginning of the project we stressed that we wanted to show alternative possible reconstructions or alternative hypotheses of reconstructions or restorations. But the video was aimed at an exhibition for the general public so we did not want to burden them with the uncertainty. Also the storyboard for that video came from the Vatican and so we just read out what they wanted for the Aurea Roma exhibition. The video is actually still running in the museum of Santa Maria Maggiore. After the London Charter and the Seville Charter we probably would have shown both versions and mentioned the fact that there is uncertainty about that.

**Frage 2: Were there any other issues of uncertainty and how were they usually solved?**

The other uncertainty was whether there was a deambulatory behind the apse. So I think we also had two versions of that – with and without. The Scientific Committee met several times in Rome during the modelling process, which

probably went over a two years or 18 months period. Each time I would show the state of the model and they would critique it and suggest changes and then I would communicate that to the 3D modelling staff back at UCLA. And then I would show the new version and so on until finally they were happy. Another issue was about the floor: We had no evidence of the floor in the original version and I remember Paolo Liverani suggested that we follow Richard Krautheimer and the Basilica San Giovanni in Laterano in the same period. So our floor comes from that church.

The Scientific Committee is the author of the model. The modellers are students, trained in architectural history, they are not professionals. Even when they are young, they can have ideas and make contributions and they are encouraged to do so. But when there is any doubt, the Scientific Committee overrides whatever the modeller wanted to do of course.

**Frage 3: In the video the façade of Santa Maria Maggiore has a plain grey texture. Compared to the visualisation of the inner part of the church there are no details depicted. Is that because of a lack of evidence? How was this decision made?**

Yes, that was the lack of evidence. In the article we mention that we thought that the façade could well have been painted with a fresco, thinking of Old St Peter's. We have always been very hesitant to restore missing elements on the basis of pure imagination. We rather use words to flag an area of a reconstruction – we are clearly that there was something, but we don't know what it was – and to inform the user that there was data missing. It is not that the façade was grey, it was missing data that we have absolutely no information about. We have a very minimalistic policy toward reconstruction, that we don't go beyond what is at least probable. When there is absolutely no information, we simply reduce. There is always the danger of misleading people and you don't want to do that. I think that is the difference between an artistic model, which has its definite uses, and a scientific model. It's like the difference between an artistic essay and a scientific article. A scientific article is transparent with respect to sources, logic, the fact that there may be other contrary views, everything has to be revealed, rather than just asserted and put out as if it's the truth. That's what science is. You make distinctions between what is definitely known, what is probable, what is possible and where we simply don't know anything and certainly where there is a disagreement of views. You have a responsibility to make that quite clear and then to give the reason why you hold your view and not the other persons' views. So that is all scholarship is. It is not that we have some kind of magical techniques to solve all questions, but that we have a meta level where, if there are questions we can't solve, we admit that, we talk about that.

**Frage 4: In your paper about the Santa Maria Maggiore project you point out, that it was very important to visualize the basilica in its topographic context, so you could show how the building was viewed from other parts of the city etc. Why was this aspect not integrated into the video?**

Well, just for practical purposes. Because back in the period 1998 to 2000 we had not yet made the Rome Reborn model. That was not finished until 2007. We did integrate the basilica onto the map of the city and it was really ugly.

I always have the principle: do not put anything out to the public that isn't only correct but beautiful. And it was very ugly to have this church just sitting there on top of a map. So I vetoed the idea of putting that into the video.

**Frage 5: How was the 3D model of Santa Maria Maggiore integrated into the Rome Reborn model, but as you just said, it was not really existent at that time?**

It was not existent and then, when it did exist, it was for a different period, the period of Constantine, 320 AD. So we did not add it. We could add it, but we did not add it. Because then we should have to add everything else that changed in the city up to the 430s AD, so we would have had the big Christian Basilicas San Pietro, San Giovanni in Laterano and probably quite a bit of other changes would have to be reflected in the model. I would of course like to do that, but we haven't had the funding and time.

**Frage 6: The reconstruction of ancient Rome will change as new discoveries or interpretations arise. So the 3D models will have to be altered accordingly. Would you do that with the Santa Maria Maggiore project when you reach that period of time in the Rome Reborn Model?**

Yes. And I could say that we have just completely rebuilt the Roman Forum model from Christmas 2016 until the middle of April 2017. To reflect exactly new discoveries and to especially reflect the publication of a great book, that came out in 2015 by James Packer and Gil Gorski, »The Roman Forum: A Reconstruction and Architectural Guide«. And so our new version of the model takes their ideas into account. It doesn't accept everything that they say, but it does accept some things that they say that we forgot to do or we had wrong. And then it also reflects some new research that has been done in the meantime by one of my students at the University of Virginia. I mention that because that is 22 buildings, that is a very complicated model and we have just completely thrown out everything we had and rebuilt it.

**Frage 7: How was the 3D reconstruction of the basilica Santa Maria Maggiore received in archaeology and history of art? How did scholars from these disciplines react on your 3D model?**

I would say there has been very little reaction. Sible de Blaauw gave a talk about it at a conference at the Netherlands Institute for Advanced Study in Wassenaar in June of 2015. It was a talk about the use of 3D models in architectural history, so he talked about the Santa Maria Maggiore project 15 years later. It was the only example of such modelling that he'd ever done. He gave a kind of update, what's happening with the study of that building. He certainly did not mention anybody had attacked it or critiqued it. I've heard almost no reaction whatsoever.

**Frage 8: Since the beginnings of digital reconstructions of historical architecture in the 1980s and the first boom in the 1990s the technology developed rapidly and the possibilities for application also multiplied. Where do you see the greatest development and progress respectively in this regard – especially for 3D models in the academic context? What future do you predict for digital reconstructions of historical architecture in the academic context?**

I think the greatest progress has been related to the lowering of the cost of doing 3D modelling in all aspects. Everything we can do today we could have done twenty years ago, we did do twenty years ago, but it cost hundreds of thousands of dollars or even millions of dollars. Now it costs almost nothing. So the drop in the cost is extremely important in allowing the technology to become pervasive, once people understand or grasp the potential of it and they learn how to use it. So of course now I think there is a great emphasis in teaching, including myself starting a doctoral programme in the subject and other people have doctoral programmes and undergraduate programmes.

For me archaeo astronomy is clearly the most immediate promise. Because now we not only can reconstruct the monuments and put them on the ground, georeferenced in the right place, but we can reconstruct the daytime and the night-time sky. We don't have to reconstruct it, it has been reconstructed by various pieces of software that are either free or cost very little and that are reliant on scientific databases like the NASA or the European Space Agency. They go back in time thousands of years or forwards in time thousands of years. So they include our historical period and they take into account the point of view of the observer on Earth. So they themselves are georeferenced and one of them, Stellarium, has a 3D sceneries plug in. Once we have a 3D model in obj-format, say the Pantheon, and it's georeferenced we can just import it into Stellarium and then it's on the right place. And then we can set the Stellarium clock back to the time of, say Hadrian, and we can make observations and see relationships of the orientation of the building to some extent. We can change the position of anything in the sky on a minute by minute basis. You could always do that before, but every observation required a hand calculation and took a long time and knowledge. Now the computer does it automatically, meanwhile you can move around the reconstructed landscape, you can do virtual fieldwork. I think that archaeo astronomy is starting to benefit already tremendously. That is the low hanging fruit at the moment.

**Frage 9: The sources available are often not enough to answer all questions coming up in the process of the creation of a 3D model of historical architecture. How do you cope with these gaps in your projects? How could hypotheses be marked in 3D models according to you? Would that be necessary after all?**

I am a great supporter of both the London Charter and Seville Charter, they are both complementary. And yes, we do have a duty to flag the uncertainty and it can be done either in two ways or both ways at the same time: graphically or textually. In graphic ways for example you could use a different way to show the part of a building or statue, that is uncertain. You could use a grey scale instead of a colour, you could use lower resolution, you could flag it some way

visually. I myself don't like that because I am very committed to beauty, a thing should look consistent, so I am instead more attracted to the textual approach, because it is very easy now with a software like Sketchfab, which is becoming a kind of a standard, to add a so called annotation or hotspot that is visible on the surface at the right place. You click on it and you open a box and you can get any amount of information you want, including a link to even more information. So that is how I like to handle it, by a kind of a footnote, in the form of an annotation or hotspot. In terms of how do you restore the missing part, due to lacking data, or bad data, or no data. I think you always do it by some form of sort of analogy, find the closest kind of evidence that does exist for an object in that class of objects.

The other thing that I always try to do is quantify the number of possible hypotheses of restoration. When we have uncertainty we have to quantify it and to figure out what the variables are and then to figure out the logic with which you could reduce the number of hypothetically possible solutions to the very minimum. The task is to understand the scope of the problem very precisely in quantitated terms and then to make very explicit the reasonable hypotheses that we can invoke to reduce those possibilities to the very minimum. And it allows you to keep track on where it is and it defines the current ›Aufgabe‹.

The key thing with uncertainty is – and it's very important: There are not an infinite number of possibilities. A lot of humanists think, when it comes to interpretation of anything in the humanities, that there are an infinite number of interpretations. I've always been against that, because I've always been in favour of quantification. The number of possibilities may be quite big, but it's not infinite and there is a big difference between a trillion and infinity. I trillion is a big number, but we can work with that, and we can get that down. Infinity is impossible, and the people who say it's infinity love infinity.

**Frage 10: How should the documentation and long-term preservation of digital reconstructions of historical architecture be handled in the future to preserve the work for researchers and interested people to come?**

I thought a lot about it. It is very important. We used to call this ›the death of the digit‹ in the 1990s. It has at least two aspects. It has the aspect of the particular data you created and how that will be preserved. But then it has a more fundamental aspect which is technological obsolescence, that you may be using file formats or equipment or hardware that will not exist in 50 or 500 years. So it has that aspect, too, which even if you are very good about preserving your files somewhere, it could still be the case that in 500 years nobody will be able to access these files. So I think the individual scholar cannot do anything about the second.

I actually had a National Science Foundation grant for many years called SAVE – Serving and Archiving Virtual Environments – that was dealing with this issue. The best thing I could come up with, was to start a scholarly journal that is peer reviewed and open access and is a way that in which the best work being done around the world, if people wanted to be preserved and known, has a chance of being preserved and known in the future, because there is a journal, so there is an organization. Given the nature of human beings, the assets of that

organization will continue to exist as long as those assets are useful. So I think that's the best long-term strategy for the second problem, will this be available in 500 years. I think it will be available in 500 years, if people find what we are doing now to be somehow useful to them. If not – not, but there is nothing we can do. So that's the first step. The organization is a filter. People submit their work and it's either accepted or it's not accepted. If it is accepted, then there is some idea that it represents a certain minimal level of quality. So then it gets into this organization and it's put out to the public and there is a chance that it will be available in 50 or 500 years, I would say. So that is what I've done.

First I started a journal called Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, which was a direct outgrowth of this National Science Foundation grant, which recommended the creation of a journal. So I tried to get an American university press to sponsor the journal, but none of them were interested. This was in the period 2007 to 2010, possibly because of the economic crisis. Then I resigned from that position last October first and started a new journal, which is called Studies in Digital Heritage. That is supported by my library and university press at Indiana University. The subscription is free. The journal is using Sketchfab to embed a model within the article.

**Frage 11: The London Charter from 2009 constituted a guideline to be followed in the creation of 3D models. Were these principles part of your work from 2009 on?**

Yes, and even before. In the preface they say, that the article From CVR to CVRO inspired the London Charter movement. Definitely, I am a big supporter of the London Charter. I teach it in my class. There is also the Seville Charter, the Seville principles. That is kind of compatible with the London Charter, it kind of fills in gaps of the London Charter. It is more operational, so I teach the two of them always in every class on Virtual Heritage.

**Frage 12: How does the London Charter play a role in the 3D projects of your colleagues you meet at conferences?**

When 3D modelling of cultural heritage started in the mid 1990s, the issue of that is reflected in the London Charter or it was reflected in the CVR to CVRO article, it had to do with how do we make this a new medium, a tool of scientific expression and communication. And that had to do with being open and transparent and trying to find the 3D digital equivalence of footnotes in effect. But I think, that everybody has moved beyond that, it just had become accepted. You know, when you are in high school, at least in America, you read a book about how do I write a scholarly paper or scientific paper. You should have footnotes and you should mention other people's arguments. But then, when you went to the university, let alone with your postdoc or professor, you don't even think about that, it just becomes a natural part of what it means to be professional. And that's what is happening with these charters. We don't think about them so much anymore, because they made their point, we accepted them and we are applying it. It is not a problem anymore.

Publiziert in: Messemer, Heike,  
Digitale 3D-Modelle historischer  
Architektur. Entwicklung, Potentiale und  
Analyse eines neuen Bildmediums aus  
kunsthistorischer Perspektive.  
Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books,  
2020 (Computing in Art and Architecture,  
Band 3). DOI: [https://doi.org/10.11588/  
arthistoricum.516](https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516)

## 6. Interview mit Dr.-Ing. Marc Grellert, TU Darmstadt

### 3D-Projekt zu Synagogen in Deutschland

Darmstadt und München, 25. Oktober 2016

**Frage 1, Heike Messemer: Nach dem Brandanschlag auf die Lübecker Synagoge 1994 sind Sie mit Ihrer Idee, Synagogen digital zu rekonstruieren, auf Manfred Koob, Professor an der TU Darmstadt, zugegangen. Dies war der Startpunkt für die digitale Rekonstruktion einer Vielzahl von meist in der NS-Zeit zerstörten Synagogen. Welches Potential hat sich in der digitalen Rekonstruktion von zerstörten Synagogen gezeigt?**

Marc Grellert: Das Potential lag sicherlich in der Thematik der Erinnerungskultur, weil die Rekonstruktion von Synagogen – anders als vielleicht bei anderen Themen – doch sehr stark mit einem Erinnerungsdiskurs verbunden ist, der eine politisch moralische Komponente hat. So konnte das Projekt auch eine große Öffentlichkeit erreichen. Beispielsweise berichteten CNN und BBC in weltweiten Reportagen über das Projekt. Am bewegendsten war aber ein Bericht über die virtuelle Rekonstruktion der Kölner Synagoge in der Sendung mit der Maus. Hier hat sich gezeigt wie telegen virtuelle Rekonstruktionen sein können, wenn sie sich mit bedeutenden Inhalten verbinden lassen – hier die Erinnerung an den Holocaust – und so auch gerade ein junges Publikum ansprechen können.

**Frage 2: Für wen hat das Thema eine Erinnerungsfunktion, für Menschen, die während der NS-Zeit gelebt haben oder für ein wissenschaftliches Publikum?**

Das Projekt hat sich im Prinzip an zwei Personenkreise gewandt, zum einen an eine interessierte Öffentlichkeit, die sicherlich zu dem Zeitpunkt, als das Projekt begann, überrascht war über die verlorene Pracht der Synagogen, und zum anderen auch an Zeitzeugen beziehungsweise deren Nachkommen, für die das Projekt eine emotionale Bedeutung hat, da sie oder ihre Vorfahren vielleicht selber bei den Gottesdiensten in den Synagogen dabei waren. Wir haben auch Interviews mit Zeitzeugen geführt und diese mit virtuellen Rekonstruktionen im Film kombiniert.

**Frage 3: Die Rekonstruktionen von Synagogen, die an der TU Darmstadt erstellt wurden, wurden im Laufe der Zeit in zahlreichen Ausstellungen gezeigt, sowohl national als auch international. Was war der Kernpunkt, das Ziel dieser Ausstellungen?**

Der Ausgangspunkt war zu zeigen, was zerstört worden ist, die Pracht der einstigen Gotteshäuser. Aber gleichzeitig ging es auch darum ein Zeichen der Mahnung und Erinnerung zu setzen bezüglich der Zerstörung der Synagogen. Auch die Pogromnacht ist Teil der Ausstellung. In einem speziellen Raum werden Bilder von Synagogen gezeigt, die in der Pogromnacht verwüstet oder zerstört worden sind.

**Frage 4: In der Ausstellung gibt es auch einen Raum, der sich dem Erstellungsprozess der Rekonstruktionen widmet.**

Genau, der Hauptraum der Ausstellung widmet sich dem Rekonstruktionsprozess. Auf der einen Seite findet man Tische mit Büchern, die jeweils einer einzelnen Stadt gewidmet sind, sowie Tafeln, die über die jeweilige jüdische Gemeinde dieser Stadt berichten. An den Tischen stehen stilisierte Pinnboards, auf die die Studierenden, die die Rekonstruktionen erstellt haben, alles was ihnen im Verlauf des Projekts wichtig erschien – sei es an Korrespondenz, an Unterlagen, Quellen, Ergebnissen – gepinnt haben. Abfotografiert wurden sie dann Teil der Ausstellung. An den Tischen gibt es zusätzlich noch Computer mit Bildschirmen, an denen die Besucher den Rekonstruktionsprozess, in einzelnen Schritten vom Beginn bis hin zum Ergebnis abrufen können. Direkt gegenüber den einzelnen Tischen – auf der anderen Seite des Raums – werden die Ergebnisse in Form von Renderings großformatig projiziert. Alle 5–6 Sekunden wechseln die Bilder.

**Frage 5: Wie wurden die Rekonstruktionen dem wissenschaftlichen Anspruch gerecht, der an sie gestellt wurde?**

Am Anfang wurde von außen kein wissenschaftlicher Anspruch an uns herangetragen. Aber der eigene Anspruch wurde so umgesetzt, dass die Studierenden, die am Projekt beteiligt waren, erst einmal ein kunsthistorisches Seminar belegt haben. Sie haben sich mit dem Thema der Synagogen allgemein und mit ihrer Synagoge im Speziellen beschäftigt, die Quellen gesucht, die Bauten kunsthistorisch untersucht und Zeitzeugen befragt. Dann haben sie als angehende Architekten anhand von Bauplänen – die es in den allermeisten Fällen gab – angefangen die Gebäude am Computer nachzubauen. Weil viele Quellen nur in Schwarz-Weiß vorlagen, haben wir zudem mit Zeitzeugen versucht anhand ihrer Erinnerungen die Synagogen einzufärben, was sicherlich nur eine Annäherung an den damaligen Zustand sein kann.

**Frage 6: Im Laufe der Jahre haben Sie Synagogen-Rekonstruktionen erstellt, die in verschiedenen Kontexten zu verorten sind. Inwiefern unterscheidet sich beispielsweise das 2004 realisierte Projekt zur Synagoge in Speyer von den davor entstandenen Rekonstruktionen? Denn in dem Film zu Speyer sind die noch erhaltenen baulichen Reste mit dem 3D-Modell überblendet, sodass sich ein Mehrwert für den Betrachter ergibt, in dem Sie diese beiden Ansichten verbinden.**

In unseren Rekonstruktionen von Synagogen muss man sicherlich unterscheiden zwischen den Synagogen, die in der NS-Zeit zerstört worden sind, weil diese in erster Linie aus einer erinnerungskulturellen, politischen Motivation heraus entstanden sind, und Projekte wie bei der mittelalterlichen Synagoge in Speyer, die gezielt für einen Ausstellungskontext aus einem historischen Interesse heraus erstellt worden sind. Im Fall von Speyer ist die Zerstörung in der NS-Zeit kein Thema, weil die Synagoge vorher zerstört worden ist. Bei dieser Rekonstruktion, die auch eine archäologische Komponente hat, treten noch einmal ganz andere Möglichkeiten hervor beziehungsweise haben wir andere Dinge thematisiert: die Erläuterung des Rekonstruktionsprozess und die Frage nach den Quellen. So zeigen wir einerseits die Computerrekonstruktion und andererseits das, was an Baubestand noch da ist, beispielsweise ein romantisches Fenster, das heute im Museum in Speyer ausgestellt ist. Bei dieser Rekonstruktion liegt der Schwerpunkt auf ihrer Herleitung.

Diese mittelalterliche Synagoge haben wir mit Bauforscherinnen und Archäologinnen, die den Bau erforscht haben, rekonstruiert. Wir haben zusammen überlegt, wie diese Rekonstruktion am wahrscheinlichsten auszuführen ist. Man muss immer bedenken: je länger die Zerstörung eines Baus zurückliegt, desto schwieriger ist meist die Quellenlage. Daher ist hier dann natürlich die wissenschaftliche Begleitung noch einmal ganz besonders wichtig. Wenn aber beispielsweise datierbare Pläne sowie Fotografien des Innen- und Außenraums wie bei einigen der in der NS-Zeit zerstörten Synagogen vorliegen, dann lässt sich ohne kunsthistorischen, archäologischen oder bauhistorischen Beistand, mit den Mitteln der eigenen Disziplin, der Architektur, zu sehr konkreten und korrekten Ergebnissen in der Rekonstruktion kommen.

**Frage 7: Das 3D-Modell der Kölner Synagoge in der Glockengasse wurde Ende der 1990er-Jahre im Rahmen des Projekts ›Synagogen in Deutschland – Eine virtuelle Rekonstruktion‹ erstellt. Im Jahr 2013 haben Sie dieses Modell für den WDR-Dokumentarfilm ›Synagogen – Monumente gegen das Vergessen‹ von Martin Papirowski erneuert. Wie unterscheidet sich das neue Modell von seinem Vorgänger und worin liegt das Potential einer solchen Modernisierung?**

Die Aktualisierung der im Film gezeigten Synagogen in Köln beziehungsweise Dortmund bezog sich eigentlich hauptsächlich auf die Qualität der Renderings, das heißt wir haben an einigen Stellen die Texturen bearbeitet und wir haben hauptsächlich die Lichtberechnung mit aktueller Software neu erstellt. Dadurch wirkt das Modell, das eigentlich das gleiche war, realistischer und für die Betrachterinnen und Betrachter dadurch auch zeitgemäßer. Generell kann man sagen, je älter eine Rekonstruktion wirkt, umso eher ist ein Publikum geneigt zu denken, dass vielleicht auch die Inhalte älter sind. Je mehr eine

Rekonstruktion den Sehgewohnheiten entspricht, desto eher haben sie das Gefühl, dass es sich um ein aktuelles Projekt, also auch um aktuelle Forschung handelt. Möglicherweise ist das Synagogen-Projekt aufgrund der Erinnerungskomponente davon aber nicht so stark betroffen wie andere.

**Frage 8: Gemeinsam mit Ihrer Kollegin Mieke Pfarr-Harfst haben Sie ein Konzept zur Dokumentation von 3D-Projekten entwickelt. Könnten Sie dies kurz erläutern?**

Es ist ja Standard, dass zu einer wissenschaftlichen Arbeit eine Dokumentation gehört. Wir haben in unserer langen Zeit der Erstellung digitaler Rekonstruktionen aber festgestellt, dass gerade im Bereich von Ausstellungen und Fernsehdokumentationen von den Auftraggebern eine solche Dokumentation nicht abverlangt wird und sie diese auch gar nicht brauchen. Es gibt auf der anderen Seite auch noch keine Standards, wie sie vielleicht bei der Denkmalpflege und Archäologie, die eine lange Tradition haben, inzwischen entwickelt worden sind. Das ist wohl auch der Kürze der Zeit geschuldet, die es virtuelle Rekonstruktionen gibt. Dennoch finden sich schon länger Ansätze für eine Dokumentation: Mieke Pfarr-Harfst hat beispielsweise das Thema der Dokumentation von virtuellen Rekonstruktionen in ihrer Doktorarbeit behandelt. In dieser Arbeit und auch bei anderen Ansätzen gab beziehungsweise gibt es Vorstellungen von Maximal-Lösungen, also möglichst alles und möglichst umfangreich zu dokumentieren.

Mieke Pfarr-Harfst und ich sind inzwischen der Auffassung, dass das wahrscheinlich nicht der Schlüssel sein wird, um Dokumentationen durchführen zu können. So denken wir, dass es eher einen Minimal-Standard geben müsste, damit überhaupt Zeit in eine Dokumentation investiert wird. Je höher der Anspruch ist, desto abschreckender ist es. Je niedrigschwelliger, je weniger zeitintensiv eine solche Dokumentation erfolgen könnte, umso eher ist man vielleicht bereit so etwas zu machen – im Extremfall nur dem eigenen Anspruch folgend und in seiner Freizeit – denn nach wie vor werden in der Regel Dokumentationen nicht gewünscht und hierfür keine Gelder bereitgestellt.

Daher haben wir einen Minimalstandard entwickelt, der folgende drei Komponenten umfasst: Die erste Komponente beinhaltet textliche Informationen zum Hintergrund des Projekts, also um welches Gebäude handelt es sich, ganz kurz die Geschichte des Gebäudes, wer das Projekt in Auftrag gegeben, wer es durchgeführt und wer die wissenschaftliche Beratung gemacht hat, die verwendete Software, aber auch die Georeferenzierung oder der Hinweis zu einer Website des Projekts. Das sollte grob gesagt auf einer DIN A4-Seite untergebracht werden können. Die zweite Komponente hält die finalen Ergebnisse fest, das heißt man zeigt das Ergebnis der Rekonstruktion in Form von Renderings. Die dritte Komponente umfasst die Dokumentation der Entscheidungsprozesse. Ein Bauwerk wird dabei in verschiedene Bereiche unterteilt, beispielsweise die Nordfassade, die Ostfassade oder Fußboden, Decken, Gewölbe. Zu jedem dieser Bereiche gibt es Abbildungen der Rekonstruktion, denen die Abbildungen der Quellen gegenübergestellt werden. Eine textliche Argumentation erläutert dann, wie man von den Quellen zur Rekonstruktion kommt. Zusätzlich lassen sich für jeden Bereich Varianten abbilden, die auch nach ihrer Plausibilität bewertet werden können. Dieser Dreiklang – Rekonstruk-

tion, Quellen, Argumentation – ist der Kern des Minimalstandards, den wir entwickelt haben und gerne auch zur Diskussion stellen.

Das Einfache an dieser Methode ist, dass man keine Kenntnisse in der CAD-Software braucht, sondern man kann mit Screenshots der fertigen Ergebnisse arbeiten, die mit der textlichen Information und den Quellen verbunden werden. Es wird gerade eine Datenbank mit Webanbindung entwickelt, die es ermöglicht, verteilt über das Internet an einer solchen Dokumentation zu arbeiten und die entsprechenden Informationen einzugeben. Die Internetadresse ist: [www.sciedoc.org](http://www.sciedoc.org). Ein sicherlich spannender Aspekt an dieser Dokumentationsmethode ist, dass sie nicht nur auf virtuelle Rekonstruktionen anzuwenden ist, sondern auch auf zeichnerische, haptische und bauliche Rekonstruktionen. Das könnte also ein Beitrag sein, um generell Rekonstruktionen im wissenschaftlichen Bereich mit Standards zu versehen. Das ist das Ziel.

**Frage 9: Seit den Anfängen der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur in den 1980er-Jahren und dem ersten Boom in den 1990er-Jahren hat sich die Technik stark weiterentwickelt, aber auch die Anwendungsmöglichkeiten haben sich vervielfacht. Worin sehen Sie die größte Entwicklung oder den größten Fortschritt in dieser Hinsicht – insbesondere von 3D-Modellen im wissenschaftlichen Kontext? Wo sehen Sie die Zukunft digitaler Rekonstruktion historischer Architektur im wissenschaftlichen Kontext?**

Ich glaube, die Technik ist inzwischen so weit, dass es nur eine Frage der zur Verfügung stehenden Mittel ist und wie viele Interpretationen man zulassen möchte, um ein sehr realistisches Abbild der Architektur zu bieten, gerade hinsichtlich der Lichtstimmung. Das würde ich sagen ist von technischer Sicht her der Aspekt, der sich seit den 1990er-Jahren am meisten entwickelt hat. Von der technischen Seite ist sicherlich auch Rapid Prototyping zu erwähnen – also die Möglichkeit, digitale Modell quasi über Nacht auszudrucken – und das in sehr unterschiedlichen Materialien von Gips über Kunststoffe bis hin zu Metall. Zum anderen werden in den nächsten Jahren sicherlich Echtzeitmodelle und die Frage der Begehbarkeit, des Erlebens der Maßstäblichkeit von Modellen ein Thema sein, Stichwort Virtual / Augmented Reality: Die Zukunft wird hier sicher einfache Interfaces bereithalten, vielleicht von der Erscheinung wie eine Sonnenbrille, die Rekonstruktionen in weitaus besserer Auflösung als bis jetzt möglich zeigen. Das gilt besonders für authentische Orte, an denen man beispielsweise mit seinem Smartphone steht, auf das dann eine Rekonstruktion passgenau eingeblendet wird.

Im wissenschaftlichen Kontext glaube ich gibt es zwei Entwicklungen: Zum einen eine Anerkennung, dass die Verwendung eines 3D-Modells zur Rekonstruktion eines Bauwerks eine Zunahme an Erkenntnissen bedeuten kann, weil sich durch das Zusammenführen des Wissens im dreidimensionalen Raum gut Hypothesen bestätigen oder falsifizieren können – besser als das in einer 2D-Zeichnung oder im haptischen Modell möglich ist. Meiner Meinung nach kommen wir deswegen bei der Erforschung von Bauwerken mit einer 3D-Rekonstruktion weiter als mit traditionellen Methoden. Zum anderen können virtuelle Modelle als Forschungstools eingesetzt werden. Dabei steht nicht eine Rekonstruktion im Mittelpunkt, es geht also nicht unbedingt darum zu zeigen, wie

etwas ausgesehen hat, sondern es geht eher darum, Fragestellungen, die im Rahmen einer Forschungsarbeit auftauchen, zu untersuchen. Hier wird es in der Regel nicht auf atmosphärische Rekonstruktionen ankommen, sondern auf abstrakte Modelle, an denen etwas simuliert wird. Das könnten Bewegungsabläufe sein oder Lichtsimulationen oder auch akustische Simulationen.

**Frage 10: Die Quellenlage ist oft nicht ausreichend, um alle Fragen bei der Erstellung eines 3D-Modells von historischer Architektur zu beantworten. Wie gehen Sie in Ihren Projekten mit diesen Fehlstellen um? Wie könnten Ihrer Ansicht nach Hypothesen im 3D-Modell gekennzeichnet werden? Wäre dies Ihrer Meinung nach notwendig?**

Die Frage wie mit Fehlstellen umgegangen wird, hängt sicherlich auch vom Auftraggeber ab. Es gibt oft den Wunsch, dass eine Rekonstruktion sehr anschaulich sein soll. Gerade in den Bereichen Ausstellung und Fernsehen existiert auch eine gewisse Erwartungshaltung des Publikums nach einer anschaulichen Rekonstruktion. Dem muss man nicht immer gerecht werden, es kann auch sinnvoll sein, abstraktere Rekonstruktionen zu machen, wenn es darum geht, eine Geschichte zu erzählen, Bauprozesse oder verschiedene historische Zustände darzustellen. Es muss also nicht immer atmosphärisch sein, aber es gibt sicherlich eine Tendenz dahin – unabhängig davon, wie gut die Quellenlage ist. Es gibt dennoch auch eine andere Tendenz, nämlich die, Menschen an dem unsicheren Wissen teilhaben zu lassen, eventuell auch Varianten zu zeigen. Eine Möglichkeit ist auch mit Begleittext oder mit verschiedenen grafischen Ausdrucksweisen auf Gesichertes und weniger Gesichertes einzugehen.

Im wissenschaftlichen Kontext ist dies die Richtung, in die es hingehen wird und hingehen soll, nämlich, dass man kenntlich macht, welchen Grad der Wahrscheinlichkeit bestimmte Bereiche der Rekonstruktion haben. Ich denke, dass bei Fehlstellen auch wieder das Thema der Dokumentation ins Spiel kommt, um deutlich zu machen, wo Hypothesen sind und wo mehr gesichertes Wissen ist, selbst wenn am Ende für eine Ausstellung nicht alles umzusetzen ist.

**Frage 11: Wie sollte Ihrer Ansicht nach mit der Dokumentation und Langzeitarchivierung digitaler Rekonstruktionen historischer Architektur in Zukunft umgegangen werden, um die Arbeit für spätere Forscher/ Interessierte zu bewahren?**

Wünschenswert wäre es, dass die Daten von einer Rekonstruktion für spätere Projekte und Forschung generell zur Verfügung stehen. Zurzeit ist es so, dass die meisten, die ein 3D-Modell erstellen, die Daten aufbewahren mit der Hoffnung, dass das Projekt weitergeht, entweder, weil es ein wichtiges Forschungsprojekt ist oder auch im Sinne einer weiteren Verwertung. So unterliegt es den Verfahrensweisen dieser Institution / Firma und deren Fortbestand, ob und wie die Daten für weitere Forschung prinzipiell zugänglich sind. Sicher wäre es notwendig, damit die Daten zukünftig weiter verwendet werden können, dass es zumindest diese minimale Dokumentation gibt, die ich zuvor vorgestellt habe. Damit man weiß, aus welchem Grund verschiedene Bereiche im Modell so aussehen, wie sie rekonstruiert wurden und welche Entscheidungen damals dazu geführt haben, denn in fünf Jahren würden die Entscheidungen vielleicht

anders getroffen werden, da man neue Quellen hat. Bei vielen Projekten, die öffentlich gefördert werden, ist das auch eine Frage der Ressourcen. Daher wäre es wünschenswert, dass sowohl für Dokumentationen wie auch für Langzeitarchivierung Gelder bereit stehen, um die Projekte auch dauerhaft sichern zu können. Langzeitarchivierung ist vielleicht prinzipiell eine Aufgabe staatlicher oder institutioneller Stellen wie beispielsweise Bibliotheken.

**Frage 12: Die Londoner Charta von 2009 hat Grundsätze zu unter anderem Dokumentation, Nachhaltigkeit und Zugänglichkeit festgelegt, die bei der Erstellung von 3D-Modellen beachtet werden sollten. Haben diese Grundsätze eine Rolle in Ihrer Arbeit gespielt?**

Bei so gut wie allen unseren Projekten arbeiten wir mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zusammen, die die Gebäude gut kennen. Deswegen war die Frage der Wissenschaftlichkeit an dem Punkt ein Stück weit abgedeckt, weil wir gesagt haben, das sind Leute, die nach bestem Wissen und Gewissen, alles was sie kennen zusammengetragen haben, um daraus eine Rekonstruktion zu machen. Daher waren alle diese Projekte durch eine wissenschaftliche Beratung begleitet. Was fehlte ist der Part der Dokumentation – wie vorher bereits angesprochen und der Part der Langzeitarchivierung. Letzteres versuchen wir so gut wie möglich zu machen, da wir in den alten Datensätzen auch ein Kapital sehen, das heißt es ist unser eigenes Interesse es so zu sichern, dass wir auch noch einmal darauf zurückgreifen können. Bis auf die allererste Generation unserer Modelle aus den frühen beziehungsweise Mitte der 1990er-Jahre funktioniert das auch.

**Frage 13: Inwiefern spielt die London Charta bei 3D-Projekten von Ihren Kollegen, die Sie beispielsweise auf Konferenzen treffen, eine Rolle?**

Ich würde sagen, dass es auf Konferenzen viel zu wenig Diskussion über Standards, Methoden usw. gibt, es sind eigentlich viel zu oft Projektvorstellungen. Das spiegelt sich dann auch im geringen direkten Widerhall der Londoner Charta beziehungsweise der Diskussion darum wieder.



Publiziert in: Messemer, Heike,  
Digitale 3D-Modelle historischer  
Architektur. Entwicklung, Potentiale und  
Analyse eines neuen Bildmediums aus  
kunsthistorischer Perspektive.  
Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books,  
2020 (Computing in Art and Architecture,  
Band 3). DOI: [https://doi.org/10.11588/  
arthistoricum.516](https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516)

## 7. Interview mit Prof. Dr. Bob Martens, TU Wien

### 3D-Projekt zu Synagogen in Wien

Wien, 8. November 2016

#### **Frage 1, Heike Messemer: Wie kam es 1998 zur digitalen Rekonstruktion der Synagoge in der Neudeggasse?**

Bob Martens: In der Neudeggasse hatte sich der Verein Verlorene Nachbarschaft gegründet, der verschiedene Aktivitäten gestartet hat. Eine davon war die Errichtung eines Gerüsts, auf das eine Folie gespannt wurde, die mit der Fassade der Synagoge bedruckt war. Das Gerüst wurde dann nicht direkt vor das Haus gestellt, weil die Bewohnerschaft protestiert hatte. Sondern man hat die Folie in zwei Teile geschnitten und links und rechts des Hauses aufgestellt. Ein Mitglied des Komitees, Georg Schönfeld, ein Architekt, kam auf uns zu mit der Frage, ob wir ein Modell mit dem Computer bauen könnten. Es lagen schon Einreichpläne und Fotos vor. Wir haben zu der Zeit ein Thema für eine Seminararbeit gesucht und ihm zugesagt.

Im Zuge einer Woche haben dann insgesamt etwa 15 Personen am Computer fünf Tage lang modelliert. Das war eine interessante Erfahrung, aber für zukünftige Projekte haben wir gemerkt, dass es sinnvoller ist, wenn nicht so viele Leute an der Rekonstruktion eines Gebäudes beteiligt sind, es sei denn es handelt sich um ein eingespieltes Team. Wir haben QuickTime VR verwendet, was damals schon ein Standard war, mit dem man realitätsnah Räume in Form von panoramischen Darstellungen explorieren konnte.

#### **Frage 2: In welcher Form wurde die digitale Rekonstruktion der Synagoge Neudeggasse vor Ort gezeigt?**

Vor Ort wurde die digitale Rekonstruktion nicht gezeigt, höchstens einmal auf einem Rechner. Damals gab es noch nicht so viele Projektionen, denn das war mühsam und schwierig. Über Standbilder ist das Projekt in viele Medien gekommen, auch in einen Konferenzbeitrag. Damals haben wir uns noch nicht so genau mit dem die Synagoge umgebenden Kontext auseinandergesetzt, aber kurz darauf haben wir das dann gemacht. Das Gebäude an sich macht schon eine Aussage, aber der Kontext, innerhalb dessen es sich befindet, ist fast noch wichtiger. Das ist in Wien ein sehr interessantes Thema. Inzwischen ist die digitale Rekonstruktion der Neudeggasse überarbeitet worden, denn nun

haben wir eine bessere Datenlage, was das Wissen von anderen Bauten des Architekten Max Fleischer angeht.

**Frage 3: Das Projekt wurde aus einer Anfrage des Architekten Georg Schönfeld initiiert. Wie kam es anschließend zur digitalen Rekonstruktion weiterer Synagogen in Wien?**

Das Thema hat uns einfach gepackt. Interessant ist die Tatsache, dass die Synagogen damals aus dem Stadtbild verschwinden mussten, aber die baubehördlichen und baupolizeilichen Unterlagen aus der Zeit sind relativ vollständig erhalten geblieben. Wir haben das Material sozusagen an die Oberfläche gebracht und gedacht, man könnte damit weiterarbeiten. Nach und nach hat sich das Arbeitsmodell herausgestellt, dass pro Gebäude eine Diplomarbeit geschrieben wird. Viel später haben wir dann auch die Erfahrung gemacht, wie man damit umgeht, wenn zur Rekonstruktion keine Planunterlagen vorliegen, außer solche vom Vermessungsamt. Wenn vom betreffenden Architekten noch andere Bauten vorliegen, kann man dann dennoch über Analogien eine Aussage machen.

**Frage 4: Haben Sie die Synagogenrekonstruktionen auch in Seminare eingebunden, die den Studierenden insbesondere synagogale Architektur vermitteln?**

An der TU Wien haben die Studierenden der Architektur die Möglichkeit verschiedene Wahlfächer zu belegen – es gibt zum Beispiel Kunstgeschichte und Denkmalpflege. Bei jeder Diplomprüfung wird dann ein Senat aus drei Fachvertretern gebildet, von denen ich einer bin. Die anderen beiden werden im Vorfeld schon konsultiert, sodass es einen Austausch gibt, denn wir können alleine nicht alles abdecken.

**Frage 5: Inwiefern ist die Wissenschaftlichkeit dann gewährleistet? Durch den Austausch mit den anderen Professoren und dem Konsultieren der Planunterlagen?**

Was Sie hier ansprechen ist in erster Linie die Plausibilisierung. Da gibt es gewissermaßen ein Spannungsfeld. Was – im Volksmund gesagt – aus dem Computer kommt, hat einen Echtheits-, und Wahrheitsanspruch. Deshalb haben wir uns zu Beginn weitaus mehr zurückgehalten als wir es heutzutage machen. Wenn wir es nicht wissen – graue Modelle, einfach weglassen, bevor man irgendeine Textur verwendet, die auch wir nicht belegen können. Inzwischen ist natürlich auch die Wissensbasis deutlich breiter geworden, das heißt man kann auch anhand von Analogien durchaus zu Annahmen kommen.

**Frage 6: Wird das dann im 3D-Modell oder in der Visualisierung des Modells oder der Publikation besonders gekennzeichnet?**

In der Diplomarbeit werden natürlich die Quellen angegeben beziehungsweise strittige Stellen entdeckt: Der Grundriss kann mit dem Schnitt nicht stimmen oder es gibt einen Widerspruch mit der Fotografie. Und das wurde in der Arbeit dann auch in Form einer Gegenüberstellung dargelegt. Virtuelle Rekonstruktionen sind ja auch eine Form von Archäologie und haben immer mit Informations- und Wissenslücken zu tun. Aber es ist auch nicht so weit weg, dass man keine Chance hätte, damit umzugehen.

**Frage 7: Ihre Projekte zeigen Sie auch in einem Stadtführer und in Ausstellungen wie gerade im Museum Judenplatz unter dem Titel ›Wiener Synagogen. Ein Memory‹. Für diese aktuelle Schau haben Sie auf Diplomarbeiten der letzten Jahre zurückgegriffen und die Bilder teilweise aktualisiert. Wurde die Aktualisierung vorgenommen, weil neue Informationen vorlagen oder weil Sie die Technik auffrischen wollten?**

Richtig, es war relativ rasch klar, dass wir eine Publikation machen wollen. Wir könnten natürlich eine Publikation für ein relativ eingeschränktes Publikum machen. Aber warum nicht einen Stadtführer machen, der möglichst viele Leute erreicht? Das Ziel des Cityguides ist, zu jener Stelle gehen zu können, an der ein Bauwerk gestanden hat und sich anhand des Stadtführers ein Bild zu machen, was da einmal gewesen ist.

Bezüglich der Ausstellung: Man würde sich natürlich wünschen, dass immer neue Informationen kommen. Interessanterweise wird viel Material retrospektiv digitalisiert und man kann dann durchaus auch Glück haben. Für diese Ausstellung hat eine große Überholung stattgefunden. Denn Bilder, wie zum Beispiel die Innenansicht der ersten Rekonstruktion der Neudeggergasse, hätte man nicht verstanden. Die Ausstellung wurde so konzipiert, dass sie auch reisen kann. Das wird dann wohl außerhalb Österreichs sein und es gibt bereits Gespräche dazu.

**Frage 8: Im Stadtführer sind im Abschnitt zur Neudeggergasse verschiedene 3D-Modelle abgebildet. Eines zeigt das Gebäude mit rotem Ziegel, ein weiteres bildet die Synagoge weiß getüncht ab. Woher rührt dieser Unterschied?**

Das ist einfach so: Dieses Buch ist 2009 entstanden. Das Modell ist bis dahin eigentlich kaum überarbeitet worden. Im Rahmen einer Diplomarbeit haben Peter Schilling und Georg Niessner die 3D-Modelle, die die Synagogen von Max Fleischer zeigen, im Jahr 2004 noch einmal überarbeitet. Sie haben dazu das frühere, graue Modell verwendet, das das erste aus dem Jahr 1998 ist. Das ist alles in einer Zeit, in der das mit Texturbelegung im halbwegs gehobenen Consumer-Bereich noch nicht ideal funktioniert hat. Für die Ausstellung sind alle Modelle noch einmal neu gerendert worden. Auch das ist fast eine prähistorische Geschichte, die Modelle – die fast 20 Jahre alt sind – in den Softwareversionen hochzuziehen. Bei diesem Modell gab es dann auch Schwierigkeiten mit den Booleschen Operationen, die in der nächsten Version wieder nicht gegangen sind. So ist das zu erklären.

**Frage 9: Das 3D-Modell der Synagoge Neudeggergasse war aber nicht Teil der Ausstellung im Museum Judenplatz. Warum?**

Es war noch nicht fertig. Aber es kommt mit anderen Rekonstruktionen von Synagogen in die Schausammlung im dritten Stock des Jüdischen Museums Wien in der Dorotheergasse. Dort steht ein Touchscreen und es ist geplant, dass dessen Bildschirm noch größer wird. Dieser Raum wird wohl heuer noch in Betrieb gehen können. Dorthin kommen dann die Schulklassen. Man kann sich dann durch die Panoramen der einzelnen Synagogen navigieren und es werden Baupläne, kurze Beschreibungen, Fotografien und ein Stadtmodell, durch das man sich virtuell bewegen kann, gezeigt.

**Frage 10: Wenn man die Ansicht der neuesten Rekonstruktion der Synagoge in der Neudeggasse sieht, muss man aufgrund des Detailreichtums, der vorher nicht abgebildet war, annehmen, dass inzwischen neue Informationen zum Innenraum vorlagen. Oder beruht die neue Darstellung auf der Weiterentwicklung der Technik?**

Wir hatten damals einfach nicht so viele Informationen zur Müllnergasse, die eben der Neudeggasse sehr ähnlich ist. Für die Müllnergasse wurden in der Zwischenzeit noch Unterlagen ausfindig gemacht, die zeitlich und inhaltlich auch sehr gut zur Neudeggasse passen. Unsere heutige Annahme ist, dass die Synagoge in der Neudeggasse der in der Müllnergasse sehr stark angelehnt war.

**Frage 11: Ein spannender Aspekt Ihres Projekts ist, dass Sie keinen abgeschlossenen virtuellen Flug durch Synagogen erstellt haben, sondern 360°-Panoramabilder. Wie kam dies zustande?**

Ich denke aus einem einfachen Grund: Wir kommen nicht aus der Silicon-Graphics-Wavefront-usw.-Umgebung, daher haben wir uns technologisch in die Richtung von Panoramen bewegt und sind einfach dabei geblieben. Wenn ich filmisch etwas mache, will der Zuschauer vom ersten Augenblick an einen entsprechenden Ablauf haben. Wir finden es spannender, sich selbstständig durch das Modell zu bewegen. Die Panoramabilder mit Hotspots bilden eine Bewegungsfreiheit, die die Straße sehr gut darstellen. Ich persönlich glaube nicht an diese 3D-Aufsätze, denn das geht oft nicht weiter als dieser Aha-Effekt. Der Aufwand ist einfach viel zu groß. Damals waren wir ganz stolz darauf, das weiß ich noch, denn zu dieser Zeit gab es gerade einmal Shading und solche Sachen. Ich finde es beispielsweise gut, dass man einstellen kann auf Augenhöhe unterwegs zu sein. Man nimmt eine realistische Perspektive ein. In der aktuellen Version der Rekonstruktion der Synagoge in der Neudeggasse hat man eine viel größere Bewegungsfreiheit. Da liegen natürlich Welten dazwischen, wenn man das mit der alten Version im Vergleich sieht.

**Frage 12: Wie gehen Sie mit der Langzeitarchivierung bezüglich Ihrer digitalen Rekonstruktionen um?**

Langzeitarchivierung ist sicherlich ein Thema. Es ist zwar unwahrscheinlich, dass es ArchiCAD oder AutoCAD in fünf Jahren vielleicht nicht geben könnte, aber niemand kann ausschließen, dass das einmal anders sein wird. Wir finden deshalb auch die IFC-Schnittstelle bei den Modellen interessant. Was auch relativ von Anbeginn ein Thema gewesen ist, war, die Modelle so zu strukturieren, dass derjenige, der das Modell nicht bearbeitet hat, trotzdem nachvollziehen kann wie es aufgebaut ist, anhand einer klar nachvollziehbaren Ebenenstruktur mit entsprechenden Bezeichnungen. Wir haben den Studierenden vorgeschlagen, konstruktiv zusammengehörige Bauelemente jeweils in einer Gruppe unterzubringen. Komplizierter war es natürlich wenn es zwei verschiedene Baustadien gegeben hat. Aber das lässt sich auch im Modell abbilden und kommt auch nicht so oft vor. Wir können immer zum ursprünglichen Modell zurück und archivieren das auf mehreren Medien. Das heißt wir halten auch die Daten in verschiedenen Formaten vor. IFC ist hier eine durchaus nützliche Schnittstelle, weil es nicht nur Geometrie transportiert, sondern auch andere Eigenschaften.

**Frage 13: In Ihren digitalen Rekonstruktionen gibt es keine Menschen, was ist der Grund für diese Entscheidung?**

Man kann hier natürlich sagen, das ist ein Feld, das wir ausgeklammert haben: Wo sind die Nutzer der Synagogen, die Personen? Es sind immer leere Modelle. Aber man bewegt sich dann auch schnell auf glitschigem Boden. Natürlich haben historische Aquarelle Personen im Bild, aber wir haben das bis jetzt einmal ausgelassen, es sei denn wir würden interessante Geschichten finden.

**Frage 14: Im Stadtführer zu den virtuellen Synagogen erwähnen Sie das Rapid Prototyping-Verfahren, mit dem aus den digitalen Daten auch haptische Modelle erstellt werden können. Wie kam diese Methode in Ihrem Projekt zur Anwendung?**

Christoph Oberhofer hat das erstmalig in seiner Arbeit verwendet. Bei den verschiedenen Verfahren, die es heute gibt, ist Laserschnitt heutzutage am kostengünstigsten und am schnellsten. Objekte, die aus plattenförmigen Elementen bestehen, können auf diese Weise leicht gefertigt werden. Aber andere Teile, die eben nicht aus Platten bestehen, wurden dann gedruckt. Und es gibt noch ein weiteres Verfahren, das mit Spritzguss arbeitet. Dabei wird schichtweise Kunststoff, der durch Erhitzen flüssig gemacht wurde, aufgetragen. Es ist wahrhaftig nicht so, dass Sie jetzt an der Schnittstelle den Drucker anhängen und das Modell kommt heraus. Die Beschränkung besteht in der Größe der Druckkammer und dann auch in dem, was beide Druckvorgänge gemein haben: die druckbare Stärke sollte mindestens einen Millimeter betragen, das heißt man muss dann die digitalen Modelle auch optimieren, damit das funktioniert. Insgesamt ist das alles nach wie vor kostspielig. Aber das ist sicher eine Frage der Zeit, bis sich hier etwas tut.

**Frage 15: Seit den Anfängen der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur in den 1980er-Jahren und dem ersten Boom in den 1990er-Jahren hat sich die Technik stark weiterentwickelt, aber auch die Anwendungsmöglichkeiten haben sich vervielfacht. Worin sehen Sie die größte Entwicklung oder den größten Fortschritt in dieser Hinsicht – insbesondere von 3D-Modellen im wissenschaftlichen Kontext? Wo sehen Sie die Zukunft digitaler Rekonstruktion von historischer Architektur?**

Ich glaube, das ist zum einen die Modellierung von komplexen Formen. Das ist sehr viel näher gekommen. Das zweite ist, dass es für diese speziellen Zwecke zum Teil auch interessante Plugins gibt, mit denen in anderen Softwarepaketen diese Formen modelliert werden können. Was auch immer diese Werkzeuge bewirken, was sie dem Experten nicht wegnehmen, ist, die Gebäude selbst zu interpretieren und auch im Level of Details eine eigene durchgängige Linie finden zu müssen. Weiters gibt es sozusagen diese Spirale mit den neuen Betriebssystemen und immer mehr Rechnerleistung. Das wird bis auf weiteres so weitergehen, aber gerade auf dem Gebiet der Darstellung hat sich entscheidendes getan in den letzten Jahren. Man kann mehr oder weniger – ich sage einmal unheilig – mit fast jedem Aldi- oder hier würde man sagen Hofer-PC eigentlich sehr vieles erreichen. Das war seinerzeit noch nicht möglich.

**Frage 16: Die Quellenlage ist oft nicht ausreichend, um alle Fragen bei der Erstellung eines 3D-Modells von historischer Architektur zu beantworten. Wie gehen Sie in Ihren Projekten mit diesen Fehlstellen um? Wie könnten Ihrer Ansicht nach Hypothesen im 3D-Modell gekennzeichnet werden? Wäre dies Ihrer Meinung nach notwendig?**

Eine interessante Frage. Ich finde es wichtig, dass in Diplomarbeiten dieser Problempunkt angesprochen wird. Wenn jemand das Modell wieder aufnehmen würde, kann er genau dort ansetzen. Ich weiß beispielsweise von Kollegen, die an einer Annotationsmethode gearbeitet haben, wo Fehlstellen auch mitprotokolliert wurden.

**Frage 17: Wie sollte Ihrer Ansicht nach mit der Dokumentation und Langzeitarchivierung digitaler Rekonstruktionen historischer Architektur in Zukunft umgegangen werden, um die Arbeit für spätere Forscher/ Interessierte zu bewahren?**

Wir haben das vorhin schon angesprochen, ich glaube, dass IFC 3D eine sehr gute Möglichkeit bietet, Informationen plattformunabhängig auszutauschen.

**Frage 18: Die Londoner Charta von 2009 definiert »Grundsätze für die Nutzung computergestützter Visualisierungsmethoden in Bezug auf intellektuelle Integrität, Seriosität, Dokumentation, Nachhaltigkeit und Zugänglichkeit«. Spielen diese Grundsätze eine Rolle in Ihrer Arbeit?**

Naja, nachdem das Feld der digitalen Rekonstruktion längst keine Eintagsfliege mehr ist, ist es ohnehin so, dass von Haus aus ein Interesse daran da ist. Wir publizieren gerne und viel, nicht nur im akademischen Umfeld. Wir gehen hier den Weg, dass wir nach Möglichkeit viele Bauten besuchen und sozusagen auch durch die Sammlung von Anschauungsmaterial immer wieder eine gute Möglichkeit zur Plausibilisierung haben. Aber von Haus aus ist die Gefahr einer computergestützten Darstellung gegeben, in dem Sinne, dass die Versuchung schon groß ist, dann etwas zu erfinden, was nicht da war. Das Internet ist da unbedingt ein guter Helfer. Wenn man selber recherchiert, passiert es, dass man in Angaben Fehler entdeckt, die von anderen übernommen werden. Für Österreich ist das zum Beispiel klassisch bei dem Rosettenfenster der Synagoge in Graz, das immer wieder als Fenster der Tempelgasse beschrieben wird. Irgendjemand hat einen falschen Tag geschrieben und das wird dann ohne Überprüfung so übernommen. Solche Sachen passieren.

Publiziert in: Messemer, Heike,  
Digitale 3D-Modelle historischer  
Architektur. Entwicklung, Potentiale und  
Analyse eines neuen Bildmediums aus  
kunsthistorischer Perspektive.  
Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books,  
2020 (Computing in Art and Architecture,  
Band 3). DOI: [https://doi.org/10.11588/  
arthistoricum.516](https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516)

## 8. Interview mit Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dominik Lengyel, Lengyel Toulouse Architekten, LTA, Berlin

### 3D-Projekt zum Kölner Dom

Berlin und München, 6. August 2017

#### **Frage 1, Heike Messemer: Wie kam es 2009 zu dem Projekt Bau-phasen des Kölner Doms und seiner Vorgängerbauten?**

Dominik Lengyel: Auftraggeber war die Dombauverwaltung, die Idee war die Überarbeitung der vorhandenen axonometrischen Schautafeln, das Konzept wurde zwischen LTA und der Dombaumeisterin Prof. Dr. Barbara Schock-Werner entwickelt.

#### **Frage 2: Gemeinsam mit dem Team Ihres Architekturbüros LTA haben Sie die digitale Rekonstruktion des Kölner Doms erstellt. Wie gestaltete sich der Rekonstruktionsvorgang des Kölner Doms? Könnten Sie kurz die Arbeitsabläufe beschreiben?**

Studieren der Befunde und ihrer Beschreibungen sowie bestehender textlicher Rekonstruktionshypothesen, Aufbau eines Befundmodells, Diskutieren möglicher Ergänzungen bei Fehlstellen, Vorstellen räumlicher Entwürfe für Fehlstellen und Abstraktionsgrad, Diskussion und Abstimmung, gemeinsame Auswahl.

#### **Frage 3: Wer war für was zuständig?**

Die Dombauverwaltung für alle Unterlagen, LTA für die Gesamtgestaltung, die visuelle Bildsprache und die Entwürfe der Fehlstellen, die Dombaumeisterin Barbara Schock-Werner und Sebastian Ristow für die Bewertung der architektonischen Entwürfe und Abstraktionen, die Dombauverwaltung für die Abnahme der Gesamtgestaltung.

#### **Frage 4: Und wie wurden Experten aus der Archäologie und Bauforschung in die Arbeit an der Rekonstruktion konkret eingebunden?**

Die räumlichen Entwürfe von LTA wurden von den Experten begutachtet und vor allem auf Widerspruchsfreiheit geprüft.

**Frage 5: Was ist die Besonderheit an Ihrem Konzept zu Bauphasen des Kölner Doms und seiner Vorgängerbauten, wie unterscheidet sich Ihr Projekt von vorherigen (digitalen) Rekonstruktionen des Kölner Doms?**

Die Besonderheit im Vergleich zu früheren Rekonstruktionen ist, dass es sich bei unserer Visualisierung nicht um Rekonstruktion von Architektur, sondern um eine Visualisierung von Hypothesen handelt. Ausdrücklich erheben weder wir noch die Dombauverwaltung den Anspruch, Architektur rekonstruiert zu haben. Stattdessen hat die Dombauverwaltung das aktuelle Fachwissen zusammen gestellt und daraus Hypothesen zur Vervollständigung formuliert, während LTA diese Bilder übersetzt hat, die über den Umweg eines virtuellen 3D-Modells diese Hypothesen bildlich verdeutlichen.

Konkrete Besonderheiten gegenüber früheren Darstellungen sind die Kontextualität, dass also die Kirchen immer im städtischen Umfeld standen, sowie die konsequente Darstellung aus einer angenommenen historischen Betrachterperspektive. Außerdem sind alle Darstellungen in sich geschlossen, sie sind Einblicke in eine kohärente virtuelle Welt, deren innere Gesetzmäßigkeiten denen der realen Welt ähneln. Hybride Darstellungen aus Grundrisszeichnungen und digitalen Volumina sind damit ausdrücklich ausgeschlossen. Auch ist der Bildausschnitt immer auf die dargestellte Welt begrenzt, die Visualisierung erscheint damit niemals als Solitär in einem fotostudio- oder modellbauwerkstatt-ähnlichen Kontext.

**Frage 6: Welchen Einfluss hatten andere 3D-Projekte – insbesondere zu Kathedralen – auf Ihre eigene Arbeit im Kontext zur digitalen Rekonstruktion des Kölner Doms?**

Bisherige Arbeiten zu historischen Gebäuden, auch Kathedralen, weckten den Bedarf an einer auch gestalterischen Ansprüchen genügenden Darstellung, die sich an historischen Architekturmodellen orientiert – insbesondere historischen Gipsmodellen – anstelle an den größtenteils rudimentären computertechnischen Möglichkeiten oberflächlich texturierter Computerspielmodelle, die entweder aufgrund mangelnder technischer, finanzieller und mindestens auch gestalterischer Kompetenz nicht an die Qualität finanziell großzügig ausgestatteter Filmproduktionen heranreichen.

**Frage 7: Welche wichtigen wissenschaftlichen Erkenntnisse ergaben sich aus Ihrer digitalen Rekonstruktion des Kölner Doms? Konnte Ihre digitale Rekonstruktion Erkenntnisse zur Forschung zum Kölner Dom beitragen – auch über Disziplingrenzen hinweg? Wenn ja, welche Erkenntnisse ergaben sich?**

Seit unserem kritischen Hinterfragen nach Hinweisen auf die exakte Fußbodenhöhe um das Taufbecken der Merowingerzeit, wird das Taufbecken auch außerhalb unserer eigenen Visualisierungen als bis auf eine Einstiegsstufenhöhe im Boden versunken dargestellt – früher stand es über einen Meter hoch über Grund. Aus den bisher kontrovers diskutierten Alternativen eines Anbaus oder eines Neubaus zwischen den Bauphasen des 5.–6. und des 7.–8. Jahrhunderts konnten wir durch eine architektonische Untersuchung von Rasterordnungen der Variante des Anbaus einen entscheidenden Nachdruck verleihen. Durch die dreidimensionale Modellierung konnten wir nachweisen,

dass die Kirche des 7.–8. Jahrhunderts im Inneren einen gestuften Fußboden haben musste, um die in der Höhenschichtung oberhalb der merowingerzeitlichen Befunde liegenden römischen Befunde zu integrieren.

In der Frage, ob es sich bei den Türmen oberhalb der Firstlinie auf dem Hillinus-Codex um Vierungstürme handelt oder nicht, konnten wir der These, dass es sich um diejenigen Aufbauten auf die römischen Stadtmauertürme handelt, die die Bibliothek enthielten, die wiederum den Alten Dom finanziert hat, insoweit stützen, als dass die historische Fußgängerperspektive von außerhalb der ummauerten Stadt dieses perspektivisch bereits bestehende Bild lediglich aufgegriffen hat, insbesondere da die Turmkreuze auf dem Hillinuscodex in die goldene Randbordüre optisch eingeflochten sind.

**Frage 8: Im direkten Vergleich mit anderen auf wissenschaftlichen Grundlagen basierenden digitalen Rekonstruktionen historischer Architektur unterscheiden sich Ihre Rekonstruktionen deutlich – sowohl optisch als auch konzeptuell. Könnten Sie kurz Ihre Intention/Ihr Konzept zur Erstellung digitaler Rekonstruktionen erläutern?**

Da es sich nicht um Rekonstruktionen sondern um Visualisierungen von Hypothesen handelt, ist der Ansatz völlig anders. Ziel ist jeweils das Bild, während das Modell lediglich dem Bild die Geometrie zusteuert. Nichtsdestotrotz ist die Geometrie unverfälscht und weder Verzerrungen noch optischen Effekten unterworfen. Dem direkten gestalterischen Zugriff ist nur das Modell selbst unterworfen, das jedoch streng auf Befunden, wissenschaftlichen Hypothesen und den geringstmöglichen architektonischen Ergänzungen, die nötig sind, um ein architektonisches Ganzes zu zeigen, beruht, sowie die Fotografie, die wiederum ausschließlich mit tradierten fotografischen Methoden der Studiofotografie arbeiten, also wiederum ohne optische Effekte oder Verzerrungen, sondern lediglich mit einer sorgfältigen Ausleuchtung und Einsatz geeigneter Brennweiten.

**Frage 9: 2013 haben Sie Im Auftrag der Kölner Dommusik eine digitale Rekonstruktion des Innenraums des Kölner Doms in Farbe erstellt. Können Sie kurz das Konzept zu dieser Visualisierung erläutern? Inwiefern widerspricht es nicht Ihrem grundsätzlichen Konzept zur Erstellung digitaler Rekonstruktionen – das Sie zuvor dargelegt haben?**

Das Konzept sowie auch die theoretische Herleitung der beiden Projekte sind vollkommen identisch. Während bei der Darstellung aller Bauphasen des Kölner Doms, wie es auch aus dem Titel des Films sowie des gleichlautenden Buchs hervorgeht, die Vergleichbarkeit der Bauphasen untereinander im Vordergrund stand und sich damit die ausschließlich auf die noch bestehenden gotischen Bauteile beschränkenden konkreten Hinweise auf Materialität in keiner Weise vergleichbar mit den vorgotischen Zuständen jemals werden darstellen lassen, wodurch also sämtliche Bauphasen auf denselben gemeinsamen Nenner zurückgeführt wurden, nämlich die völlige Enthaltung von Materialität und Farbe, ging es im Innenraum um die Darstellung des wissenschaftlichen Wissens, um die Raumgestaltung einer einzigen Bauphase. Aus dieser Phase sind so viele polychrome Zeugnisse oder Hinweise vorhanden, dass auch hier ohne das Hinzufügen von rein der Phantasie entsprungenen Ergänzungen allein

auf Basis der Befunde und Zeugnisse eine wiederum in sich geschlossene und streng wissenschaftliche, aber eben polychrome Visualisierung möglich war. Subtile Andeutungen wissenschaftlicher Unschärfe sind auch hier im Rahmen der generellen Geschlossenheit enthalten wie beispielsweise die fehlenden Holzmaserungen oder die fehlenden Ausgestaltungen der Seitenkapellen im Chorumgang.

**Frage 10: Seit den Anfängen der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur in den 1980er-Jahren und dem ersten Boom in den 1990er-Jahren hat sich die Technik stark weiterentwickelt. Worin sehen Sie die größte Entwicklung oder den größten Fortschritt in diesem Bereich – insbesondere von 3D-Modellen im wissenschaftlichen Kontext? Wo sehen Sie die Zukunft digitaler Rekonstruktion historischer Architektur im wissenschaftlichen Kontext? Welche Potentiale sehen Sie in der digitalen Rekonstruktion historischer Architektur im wissenschaftlichen Kontext?**

Entwicklung und Fortschritt ist technisch gesehen noch denkbar in der allgemeinen Handhabung von virtuellen Modellen. Diese hat aber mit historischen Rekonstruktionsmodellen nichts zu tun. Die größte Entwicklung bietet die komplexe Modellierung mithilfe von NURBS und die Belichtung durch Algorithmen, die sich an der Simulation realer Lichtverbreitung orientieren. Dies ist vor allem im wissenschaftlichen Kontext wichtig, in dem der künstlerische Eingriff minimiert stattfinden muss, um den Bezug zur wissenschaftlichen Hypothese nicht zu schwächen. Die Zukunft wird hoffentlich in der größeren zeitlichen Nähe zwischen Hypothesenbildung und deren Visualisierung sowie in der größeren Akzeptanz der Visualisierung als Forschungsinstrument liegen, die Sichtbares und Unsichtbares gleichermaßen deutlich macht.

**Frage 11: Die Quellenlage ist oft nicht ausreichend, um alle Fragen bei der Erstellung eines 3D-Modells von historischer Architektur zu beantworten. Wie gehen Sie in Ihren Projekten mit diesen Fehlstellen um? Wie könnten Ihrer Ansicht nach Hypothesen im 3D-Modell gekennzeichnet werden? Wäre dies Ihrer Meinung nach notwendig?**

Fehlstellen deutlich zu machen ist eine Frage der angestrebten Aussage einer Darstellung. Aus analytischer Sicht sind sie unverzichtbar, aber ebenso gut in einer schematischen Darstellung zu vermitteln – Grundrisse, Ansichten, Schnitte. Perspektivische Darstellungen dagegen haben vor allem den Zweck, räumliche Eindrücke zu vermitteln, und diese bestehen aus Bauabsichten oder Baurealisierungen. Um Bauabsichten oder Baurealisierungen in ihrer hypothetischen Urform visuell zu vermitteln, dürfen sich Fehlstellen natürlich nicht in den Vordergrund drängen.

**Frage 12: Wie sollte Ihrer Ansicht nach mit der Dokumentation und Langzeitarchivierung digitaler Rekonstruktionen historischer Architektur in Zukunft umgegangen werden, um die Arbeit für spätere Forscher/Interessierte zu bewahren?**

Eindeutig durch Replizieren der vorhandenen Entwicklungsumgebung. Es wäre zwar auch wünschenswert, die Formate zu überführen, jedoch hat das Replizieren der originalen Entwicklungsumgebung immer den Vorteil, garantiert

alle zur Entstehungszeit vorhandenen Werkzeuge und Konstruktionsschritte nachvollziehen zu können.

**Frage 13: Die Londoner Charta von 2009 hat Grundsätze zu unter anderem Dokumentation, Nachhaltigkeit und Zugänglichkeit festgelegt, die bei der Erstellung von 3D-Modellen beachtet werden sollten. Haben diese Grundsätze eine Rolle in Ihrer Arbeit gespielt? Falls nicht, warum nicht?**

Die Charta ist sehr allgemein gehalten, in einigen Fällen deutlich zu wenig spezifisch, in anderen zu restriktiv. Auf dem Weg zu einer neuen Bildsprache, also einer neuartigen Methode der Visualisierung archäologischer Hypothesen, bei der das Bild im Vordergrund steht anstelle des Modells, und dieses nur Mittel zum Zweck ist, zielt die Charta in die falsche Richtung.

**Frage 14: Inwiefern spielt die Londoner Charta bei 3D-Projekten von Ihren Kollegen, die Sie beispielsweise auf Konferenzen treffen, eine Rolle?**

Sie wird hin und wieder erwähnt, aber weder belegt noch infrage gestellt. Insgesamt also eher eine geringe.



Publiziert in: Messemer, Heike, Digitale 3D-Modelle historischer Architektur. Entwicklung, Potentiale und Analyse eines neuen Bildmediums aus kunsthistorischer Perspektive. Heidelberg: arthistoricum.net ART-Books, 2020 (Computing in Art and Architecture, Band 3). DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.516>

## 9. Interview mit Andreas Lange, Gründungsdirektor und Kurator des Computerspielemuseums (1997-2018), Berlin

### Emulation und Langzeitarchivierung

Berlin, 28. September 2016

#### **Frage 1, Heike Messemer: Wie würden Sie Ihren Sammlungsgegenstand definieren?**

Andreas Lange: Eigentlich ist es ein virtuelles Sujet, das im Zentrum unseres Museums steht, aber natürlich sind grade in der Vergangenheit die Computerspiele auch auf physikalische Datenträger gespeichert und in physikalischen Boxen mit verschiedenen Materialien verpackt worden. Auch das ist Bestandteil unserer Softwaresammlung. Es ist natürlich auch klar, dass kein Computerspiel ohne Computertechnik funktioniert, sodass wir also auch noch die Hardware dazu sammeln. Wir haben eigentlich alle gängigen Systeme der letzten Jahrzehnte: Heimcomputersysteme, Videospielekonsolen, Hand-held-Systeme, Automaten. Aber aufgrund der Größen und logistischen Herausforderung haben wir nur rund dreißig Automaten – da fehlt natürlich einiges. An Magazinen haben wir etwa 10.000 Stück, da sie auch ein wichtiger Bestandteil der Computerspielegeschichte sind sowie Bücher, aber auch Merchandisingartikel, Poster, kleine Werbeartikel. Also alles, was Gamingkultur repräsentiert ist für uns von Interesse.

Es gibt Randbereiche, wie IBM-Büromaschinen, die wir auch haben, einfach, um sie einmal ausstellen zu können, wenn wir das denn wollen, und um zu zeigen, dass nicht nur zu Hause oder in Videospielehallen gespielt wurde oder mobile Spielgeräte wie Gameboy zum Einsatz kamen, sondern dass auch in Büros gespielt wurde oder in Settings, die nicht originär für Spiele vorgesehen sind. Das sind Randbereiche, die wir auch bedienen, weil wir wissen, dass sich andere Kollegen wie zum Beispiel das Heinz-Nixdorf-Museumsforum in Paderborn oder das Deutsche Technikmuseum hier in Berlin traditionell eher auf Großrechner konzentrieren und kompakte Rechner nicht systematisch sammeln. Insofern fühlen wir uns hier dann auch ein bisschen über die eigentlichen games-relevanten Systeme hinaus verantwortlich, unser kulturelles Erbe zu bewahren.

### **Frage 2: Wie gehen Sie mit der Langzeitarchivierung der digitalen Daten um, die Sie im Computerspielmuseum verwalten?**

Der erste Schritt, den wir machen müssen, ist der Transfer vom Originaldatenträger herunter auf einen stabileren, nachhaltigeren. Vor allem die magnetischen Datenträger entmagnetisieren sich zunehmend schneller. Da sind dann Bits einfach nicht mehr lesbar für die Laufwerke. Wie es bei digitalen Artefakten ist, kann das dann nur eine kleine Farbverschiebung bedeuten oder das ganze Programm kann nicht mehr funktionieren, das weiß man nicht so genau und insofern müssten gerade magnetische Datenträger transferiert werden, was wir bei uns hier tatsächlich aus Ressourcenmangel nicht systematisch machen können. Und es ist sehr aufwendig, zumal in unserem Metier noch verschärft hinzu kommt, dass Kopierschutz auf den Datenträgern sind, die genau das verhindern sollen. Es gibt technische Lösungen, die in der Lage sind, den Kopierschutz mitzukopieren und ihm sozusagen das Gefühl zu geben, dass er noch auf dem Originaldatenträger sitzt, auch wenn er nur noch auf virtuellen Datenträgern gespeichert ist. Das macht es einfach noch einmal zusätzlich kompliziert, auch rein technisch, denn wir haben es mit einer Vielzahl an sehr unterschiedlichen Kopierschutz zu tun, die alle mehrere Spezialbehandlungen benötigen, um weiterhin intakt zu bleiben. Die Alternative wäre Spiele zu cracken, zu verändern, den Kopierschutz mutwillig zu zerstören. Aber das ist natürlich nicht unser Ziel. Wir wollen den Code so authentisch wie möglich erhalten.

Und dann geht es natürlich darum, dass man Emulatorensettings aufsetzt, die dann in der Lage sind auch die Hardware virtuell nachzuempfinden, nicht nur den Datenträger, weil auch die Hardware nicht ewig halten wird. Insofern ist für uns Emulation eigentlich die einzige denkbare Strategie, weil wir auch nicht migrieren können. Denn das ist ein unglaublicher Aufwand, ein ganzes Programm quasi auf neue Plattformen zu migrieren. Das kann man mit einfachen digitalen Artefakten, wie Text oder JPEG noch einigermaßen automatisiert schaffen, bei einem ganzen Programm und bei Computerspielen ist das eine sehr aufwendige Angelegenheit, die man nicht routinemäßig machen kann. Also insofern hängen wir an der Emulation unter der Voraussetzung, dass die historische Hardware nicht ewig funktionieren wird. Aber ich glaube das ist mittlerweile auch Common Sense.

### **Frage 3: Das heißt, Sie haben ein Team um sich herum, das sich um die Emulation kümmert?**

Naja, das darf man sich bei uns als kleinem, privatem, nicht gefördertem Museum nicht allzu groß vorstellen. Wir haben einen Sammlungsleiter, der aber nicht die Ressourcen an der Hand hat, um das was wir eigentlich als regelmäßigen Arbeitsablauf machen müssten, aufzusetzen. Diesbezüglich baut das Computerspielmuseum auf die Kooperation mit der Internationalen Computerspiellesammlung und weiteren Vernetzungen wie den Verband der Europäischen Computerspielmuseen und -archive – EFGAMP e. V. **1747**

■ 1747

Vgl. Webseite des EFGAMP e. V. (European Federation of Game Archives, Museums and Preservation Projects): [www.efgamp.eu](http://www.efgamp.eu).

### **Frage 4: Wie aufwendig ist es denn, Emulatoren aufzusetzen?**

Wir sind ja eigentlich in der tollen Situation, dass wir durch die Community fast alle relevanten Plattformen als Emulatoren vorliegen haben. Der Aufwand besteht darin, die Emulatoren, die auch nur ein Stück relative Software sind, auf

die neuen Betriebssysteme zu portieren. Das ist je nach Architektur dieses Emulators mal mehr, mal weniger aufwendig, da sie unterschiedlich systematisch entstanden sind. Ein paar sind besser dokumentiert, andere werden eigentlich nur von zwei, drei Leuten in der Welt verstanden. Und wenn die dann zum Beispiel keine Lust oder Zeit mehr haben, brechen auch solche Entwicklungsstränge ab, bleiben zurück und werden nicht auf die neuen Betriebssysteme mitgenommen.

Wie die Emulatoren genau entstehen, weiß ich auch nicht so genau, da ich kein Techniker bin, doch im Prinzip gibt es zwei Schulen. Die einen gehen auf Funktionalität, das heißt Spiele werden oft als Funktionstest benutzt. Wenn ein Spiel authentisch aussieht, die Farben, der Sound und die Geschwindigkeit stimmen, gehen sie davon aus, dass das Originalsystem gut getroffen wurde. Dann gibt es die anderen, die sich das Originalsystem technisch ganz genau ansehen und versuchen das virtualisiert abzubilden, üblicherweise dann aber in Performance-Probleme rennen. Bis ein Artefakt dann gerendert ist, dauert es dann oft sehr sehr lange. Wenn man einen Emulator nach der reinen Lehre bauen würde, käme der üblicherweise – zumindest bei Anwendungen, die eine Echtzeitinteraktion benötigen – nicht klar. Das dauert dann viel zu lange, bis das gerendert ist.

**Frage 5: In der ständigen Ausstellung zeigen Sie ausgewählte Werke, die dort regelmäßig laufen, also insofern auch am Leben gehalten werden?**

In der Ausstellung fahren wir mehrgleisig. Also, es ist tatsächlich so, dass wir Originale auch unseren Besuchern an die Hand geben. Das ist natürlich auch mit einem hohen technischen Aufwand verbunden, den wir einfach leisten müssen. Wir haben mehrere Techniker, die regelmäßig wieder alles reparieren. Das können wir auch nur bei Geräten machen, die entweder für diesen öffentlichen Einsatz gebaut sind wie Videospieleautomaten oder bei Heimgeräten, die massenhaft produziert wurden und die wir mehrfach in der Sammlung haben, sodass wir relativ schnell einen Austausch oder auch einen Nachkauf machen können. Mit raren Geräten geht das nicht. Auf der anderen Seite modifizieren wir auch Geräte wie Videospieleautomaten, bei denen wir die Originalhardware nicht mehr haben, oder Röhrenmonitore, die kaputt gehen, werden mit TFT-Monitoren ersetzt.

Es gibt verschiedene Techniken, wie man möglichst nah wieder an die originalen Anmutungen heran kommen kann, beispielsweise mit Scanline Simulatoren, die über zusätzliche Rechenkraft das wieder herstellen, was die alten Röhrenmonitore auszeichnete, nämlich diese Scanlines, die TFT-Monitore jetzt nicht mehr aufweisen. Das sind die Methoden, wie wir mit Modifizierungen umgehen. Über allem steht dabei die Transparenzmachung an unsere Besucher. Die Modifikationen müssen natürlich beschrieben werden, sonst bekommen sie einen völlig falschen Eindruck.

**Frage 6: Sie sind in Forschungsprojekten aktiv und mit anderen Institutionen vernetzt. Wo sehen Sie drängende Forschungsfragen, woran sollte man arbeiten?**

Mit Kollegen der Bibliothek an der Stanford University gehen wir zum Beispiel gerade im Open-Data-Kontext das Thema an, ein kontrolliertes Vokabu-

lar aufzubauen. Unglaublich viel ist schon von der Community in Form von user-generated Datenbanken erstellt worden. Aber diese haben alle einen Pferdefuß, dass sie eben nicht systematisch entstanden sind. Insofern ist die Auffindbarkeit der Metadaten und die Vernetztheit der Metadaten untereinander durchaus noch optimierungswürdig. Hier hoffen wir, dass wir damit einen Einstieg bekommen, um letztendlich einen internationalen Standard zu kontrollierten Vokabularen zu etablieren, sodass diese Vernetzung der Metadaten auf eine systematische Art und Weise möglich ist und damit auch die Auffindbarkeit der Spiele besser gewährleistet ist, als es im Augenblick der Fall ist.

Wenn man über die Game-Perspektive hinausblickt, ist es so, dass zunehmend auch bei den Kollegen aus anderen Museen und aus dem Archivbereich und Bibliotheksbereich zunehmend das Bewusstsein wächst, dass die Arbeit nur mit Digitalisierungsprojekten nicht getan ist, sondern, dass man auch die Digitalisate erhalten muss. Je nach Komplexität dieser Digitalisate ist es auch eine aufwendige Angelegenheit sie automatisiert zu migrieren. Das könnte bei 3D-Modellen ähnlich sein, die man ja auch interaktiv nutzen will. Oder wenn man komplex verknüpfte Datenbanken migriert, ist das dann händisch oft mühsam und sehr anfällig für Fehler und es ist schön, wenn man die Sachen dann sozusagen nicht anfassen muss, sondern in einer virtualisierten Umgebung im Original-Zustand erhalten kann. Das wird also zunehmend von anderen Kollegen erkannt, als eine interessante Strategie und als eine Notwendigkeit, sich zusammenzuschließen. Wenn man die alten Plattformen virtualisiert, kann man letztendlich alle Anwendungen und alle Dateien, die ursprünglich mal dafür geschrieben und hergestellt wurden, auch wieder möglichst im Originalzustand rendern, darstellen, benutzen, zugänglich machen. Insofern stehen wir technisch eigentlich alle vor der gleichen Herausforderung. Hier gibt es über Nestor beispielsweise ein Netzwerk, das die verschiedenen Bereiche wie Museen, Bibliotheken, Archive miteinander verbindet und somit ist die Struktur eigentlich da, aber auch hier fehlt es an der Finanzierung.

Es ist sehr wichtig zu lernen bei Projekten von vornherein die Langzeitbewahrung mit zu bedenken. Es ist ein Problem, dass es eine gewisse Tendenz gibt, das einfach wegzuschieben, weil es Ressourcen kostet. In dem Bereich der Softwareprogrammierung hat man oft nur die augenblickliche Version im Blick und vielleicht grade noch die Kompatibilität zur zukünftigen oder zur gerade zurückliegenden. Das ist eben auch ein sehr privatmarktwirtschaftlich getriebener Bereich, in dem es natürlich immer die starke Tendenz gibt, den Menschen neue Sachen zu verkaufen. Hier muss sicherlich noch einmal stärker das Bewusstsein wachsen, jenseits dieser Marktdynamiken zu denken.

### **Frage 7: Welche Rolle nimmt das Computerspielmuseum in den Forschungsprojekten ein?**

Da die Emulationsstrategie ganz wesentlich im Gamer-Bereich angefangen hat und dort auch die Emulatoren programmiert worden sind, ist es oft so, dass wir diesen Bereich in Projekte einbringen und Kollegen im Archivbereich oder in Museen das erklären. Gleichzeitig verwenden wir auch Games als Nagelprobe, weil sie die höchsten Anforderungen an digitale Bewahrung stellen. Der Claim, den wir mal in die Welt gesetzt haben – wenn man Computerspiele bewahren kann, kann man alles andere Digitale auch bewahren – ist mittlerweile

akzeptiert und wird nicht mehr in Frage gestellt. Denn bei Computerspielen geht es um Multimedialität, zeitkritische Interaktion, möglichst große Ausnutzung der Hardware-Ressourcen und komplexe rechtliche Situationen.

Im juristischen Bereich haben wir alle Probleme, die man bei Games nur haben kann, wie Kopierschutz, die ja auch technisch noch ein zusätzliches Problem sind. Und trotzdem ist der Bereich eigentlich am weitesten vorangeschritten. Aber das Wesentliche ist eben in der Community entstanden, die jetzt zunehmend merkt, dass ihr sozusagen die Puste ausgeht. Die Leute, die sich heute leidenschaftlich engagieren, gibt es in 50 Jahren nicht mehr. Dann gibt es niemanden mehr, der diese persönlichen Bezüge zu den historischen Plattformen oder Spielen hat. Auch die Leute, die es jetzt noch machen, merken wie viel Zeit das eigentlich kostet und haben Familie und Jobs zum Geld verdienen und kommen eigentlich zunehmend weniger dazu diese Projekte, die sie in jungen Jahren gestartet haben, zu pflegen. Neue, junge Leute steigen nicht unbedingt auf den Zug auf, weil wie gesagt der persönliche Bezug dazu fehlt. Es ist jetzt die Zeit, in der diese Errungenschaften und Leistungen auf institutionelle und damit nachhaltigere und systematische Füße gestellt werden müssen. Da spielen wir oft die Rolle des Vermittlers, des Erklärers, da wir beide Seiten verstehen. Wir haben auch aus unserer Sammlung einiges in solche Forschungsprojekte mit einzubringen.

**Frage 8: Wie könnte die Situation heute für die Zukunft verbessert werden?**

Je mehr Partner auf den Zug aufspringen, die sagen, dass die alten Plattformen in Zukunft funktionstüchtig vorliegen sollen und auf Emulation als Strategie setzen, desto wahrscheinlicher wird es, dass man auch bei den Geldgebern, also bei der öffentlichen Hand, die Ressourcen zur Verfügung gestellt bekommt, die man benötigt. Da reden wir aber tatsächlich weniger über nationale als über internationale Anstrengungen. Beispielsweise ist C64 einfach nichts nationales, wie viele andere Plattformen auch. Das muss letztendlich global koordiniert werden. Da ist sicherlich noch einiges im Argen.

**Frage 9: Gibt es international weitere Institutionen, Museen, die sich in eine ähnliche Richtung bewegen wie Sie am Computerspielemuseum?**

Ja klar. Also Stanford hat eine große Games-Sammlung in der Bibliothek, vornehmlich aus den 1980er-Jahren. Dann gibt es noch das Museum of Play in Rochester, an der Ostküste der USA, das eine große Games-Abteilung mit einem Bewusstsein für Bewahrungsaufgaben hat. In Japan – ein Games-Forscher von der Uni Tokio war kürzlich hier – fangen sie jetzt auch an einzusteigen. In Australien gibt es ein Nachfolgeprojekt eines neuseeländischen Projekts, die beide die dortige Games-Historie aufarbeiten und auch über Emulation zugänglich machen.

Wir waren Teil des EU-Projekts KEEP, an dem unter anderem die deutsche, niederländische und französische Nationalbibliothek beteiligt waren, letztere ist übrigens durch das Gesetz zur Abgabe von Belegexemplaren dazu verpflichtet, Games nicht nur zu sammeln, sondern auch zu bewahren. Deswegen haben wir damals auch das KEEP-Projekt geleitet. Das war kurz skizziert die aktuelle Landschaft.

**Frage 10: Und in Deutschland hat das Computerspielemuseum Alleinstellungsmerkmal?**

Also es gibt noch andere: In Oldenburg ist ein kleines Museum, das nicht so klein ist, aber nur samstags geöffnet hat. In Dortmund wird es dieses Jahr noch ein Heimcomputermuseum geben, mit einem starken Spieleschwerpunkt. Es gibt Automaten-sammler, die ihre Vereinsheime samstags zugänglich machen, bei Hanau und in Karlsruhe. Das sind alles so Community-Geschichten, die noch weniger Ressourcen in Richtung Bewahrung stecken können als wir. Da geht es vor allem um das Ausstellen. Was speziell Bewahrung angeht, sind wir in Deutschland im Bereich der Games etwas Besonderes.