

## EDITORIAL / VORWORT

*Epiphany*

On April 10, 2019, several teams of astronomers, mathematicians and astrophysicists, among many others, revealed at press conferences all around the globe the first image of a “black hole.” This result of several years of high-tech research, measuring and calculating might well be considered a technological wonder and it rightly received a lot of attention. In late 2020, German astrophysicist Heino Falcke, a leading member of this research enterprise, published a fascinating report on the entire adventure called “event horizon telescope project.”<sup>1</sup>

I find it interesting that in our time, so keen on science, measuring and experiential evidence something like a “black hole” should receive such attention and credibility. As a matter of fact, nobody has ever *seen* a black hole in the universe. Black holes are objects in space whose mass is concentrated on a tiny point. In this environment, gravity is so strong that not even light can escape. They are formed when very massive *stars* collapse after a *supernova* or in the centres of *galaxies*, where they can be billions of times heavier than our sun (see Falcke, p. 342). As their gravity does not allow light to expand from the source, they are not visible, but they “must be there” mathematics and astrophysical calculations postulate and scientists believe. As a matter of fact, Einstein’s relativity theory somehow required their existence, but before this research project, no visible image was available. Falcke dedicates this entire book to the description of the research layout and how they managed to combine radio telescopes around the world in order to present such a black hole. They set out from the hypothesis that there might be an appropriate black hole some 55 million lightyears away from Earth, at the centre of “Sagittarius A\*” and “M87.” To get an idea: To us from Earth, the black hole there looks as small as a perforated mustard seed in New York seen from Nijmegen (Falcke’s work place in the Netherlands) or like a hair at a distance of 350 kilometres. Nevertheless, in reality M87 has a diameter of 100 billion kilometres and holds 6.5 billion

---

<sup>1</sup> Heino Falcke (together with Jörg Römer), *Licht im Dunkeln. Schwarze Löcher, das Universum und wir* [Light in the Dark. Black Holes, the Universe and Us], Stuttgart: Klett 2020; the book became quite an editorial success running four reprints within the first months. Information around this project is readily available on the internet, notably under Event Horizon Telescope (EHT).

solar masses (p. 258). The team managed to record cosmic radiation in different wavelengths beyond visible light. Each of their different observatories recorded literally astronomic amounts of data: 32 gigabit per second—that would fill a 1 TB (terabyte) hard disk every four minutes—and there were eight such telescopes each recording around 450 TB of data for the project (p. 211, 237). The final result of all their research, hard work and good luck is a blurred orange and yellow circle resulting from a computer representation of the interference calculations at different wavelengths.<sup>2</sup> This is naturally not a “photograph,” as some comments erroneously put it, because a “photograph” is something “written” (*graphein*, in Greek) by light (*phos*), and there is no (visible) light coming from a black hole. The picture results from the shadows measurable somewhere in the universe and calculated by the teams around Prof. Falcke.

Beyond the astronomic achievement, Prof. Falcke reflects on the uses of light: “We measure distances with light in our everyday lives. Until 1966, the unit of length was defined by the *Urmeter* [the international prototype meter]. It consisted of a Platinum-Iridium metal rod, which was stored in Paris and served as a calibration measure. The *Urmeter* corresponded to the ten millionth of a quarter of the Earth circumference along the meridian line from the North Pole through Paris. So no one should be surprised that the British have so far steadfastly refused to introduce the metric system. Today, however, the meter is defined by the speed of light and corresponds exactly to the distance the light travels in a vacuum within the 299792458<sup>th</sup> part of a second” (p. 61). As I am neither a mathematician nor an astrophysicist, I don’t really get the beauty of that figure 299 792 458 and I don’t understand anyway how you could measure this fraction of a second to get the precise distance of one meter; obviously, physicists live in a different world.

Nevertheless, Falcke expands his reflection: “We always measure with light and for me only what I can measure exists. Therefore, a universe without light would not even exist. Space and time, matter and senses—they are all basically nothing without light. The importance of measuring for the definition of reality is an insight that permeates the physics of the 20<sup>th</sup> century entirely. It is, even today, a radical revolution in thinking and determines the theory of relativity as well as quantum physics. Because in quantum physics, too, it is true that only when I *measure* something, it actually becomes a reality. Everything else is interpretation ... Measuring always includes processes in which particles exchange forces and light” (p. 65).

---

<sup>2</sup> The image is easily found under “black hole” on the internet.

Astronomy, stars and light have strong resonances in Christian revelation: The wise men or magi (Matt 2) pursued the light from a star and eventually found the one who later would declare, “I am the light of the world” (John 8:12). They discovered what the shepherds had admired earlier in their fields and in the manger (Luke 2:9.16). For both groups, this encounter could have meant a deception: After the glory surrounding them in the field or the star they had discovered, they met with a fragile child in a strange kind of family at the fringes of a marginal settlement. The shepherds themselves were a highly marginal group of people, the magi foreigners and strangers. Nevertheless, it is in these moments at the borders and in the encounter of marginalised people that the church celebrates the manifestation and striking appearance—*epi-phania*—before all humanity represented by the wise men—a first mission feast in the liturgical year.

If Prof. Falcke is right in that light provides the possibility and certainty for measurement and thus constitutes reality, in Christian terms the light from Bethlehem in the vulnerable, marginalised and strangers would have to be regarded as the ultimate criterion for religious belief, social status and solidary action. Related missiologically relevant concepts are the margins and peripheries, the option for the poor and the vulnerability of people like that of a child.

### *Epiphanie*

Am 10. April 2019 stellten mehrere Teams von Astronomen, Mathematikern, Astrophysikern und vielen anderen auf Pressekonferenzen rund um den Globus das erste Bild eines „Schwarzen Lochs“ vor. Dieses Ergebnis jahrelanger hoch technisierter Forschung, Mess- und Rechenarbeit kann durchaus als technologisches Wunder bezeichnet werden und erhielt zu Recht viel Aufmerksamkeit. Ende 2020 veröffentlichte der deutsche Astrophysiker Heino Falcke, ein führendes Mitglied dieses Forschungsunternehmens, einen faszinierenden Bericht über das gesamte Abenteuer namens „Event Horizon Telescope Project“.<sup>3</sup>

Ich finde es interessant, dass in unserer Zeit, die so sehr auf Wissenschaft, Messung und Erfahrungsnachweis versessen ist, so etwas

---

<sup>3</sup> Heino Falcke (zusammen mit Jörg Römer), *Licht im Dunkeln. Schwarze Löcher, das Universum und wir*, Stuttgart: Klett 2020; das Buch wurde ein verlegerischer Erfolg mit vier Nachdrucken innerhalb der ersten Monate. Informationen rund um dieses Projekt sind im Internet leicht verfügbar, vor allem unter Event Horizon Telescope (EHT).

wie ein „Schwarzes Loch“ eine solche Aufmerksamkeit und Glaubwürdigkeit erhalten sollte. Tatsächlich hat noch niemand ein Schwarzes Loch im Universum *gesehen*. Schwarze Löcher sind Objekte im Weltraum, deren Masse auf einen winzigen Punkt konzentriert ist. In ihrem Umfeld ist die Gravitation so stark, dass ihnen nicht einmal Licht entkommen kann. Schwarze Löcher entstehen beim Kollaps sehr massereicher *Sterne* nach einer *Supernova* oder in den Zentren von *Galaxien*, wo sie milliardenmal schwerer sein können als unsere Sonne (vgl. Falcke, S. 342). Da ihre Schwerkraft eine Abstrahlung von Licht nicht zulässt, sind sie nicht sichtbar, aber sie „müssen da sein“, postulieren Mathematik und astrophysikalische Berechnungen und die Wissenschaftler glauben es. Tatsächlich fordert Einsteins Relativitätstheorie ihre Existenz, aber vor diesem Forschungsprojekt gab es kein sichtbares Bild davon. Falcke widmet das ganze Buch der Beschreibung des Aufbaus ihrer Forschung und wie es ihnen gelang, Radioteleskope auf der ganzen Welt zu kombinieren, um ein solches Schwarzes Loch darzustellen. Sie gingen von der Hypothese aus, dass es etwa 55 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt im Zentrum von „Sagittarius A\*“ und „M87“ ein entsprechendes Schwarzes Loch geben könnte. Um eine Vorstellung zu bekommen: Für uns von der Erde aus sieht das dortige Schwarze Loch so klein aus wie ein durchlöchertes Senfkorn in New York, das man von Nimwegen (Falckes Arbeitsort in den Niederlanden) aus betrachtet, oder wie ein Haar in einem Abstand von 350 Kilometern. Tatsächlich hat M87 einen Durchmesser von 100 Milliarden Kilometern und macht 6,5 Milliarden Sonnenmassen aus (S. 258). Dem Team gelang es, kosmische Strahlung in verschiedenen Wellenlängen jenseits des sichtbaren Lichts aufzuzeichnen. Jedes der beteiligten Observatorien speicherte buchstäblich astronomische Datenmengen: 32 Gigabit pro Sekunde – das würde etwa alle vier Minuten eine 1 TB (Terabyte) Festplatte füllen – und es gab acht solcher Teleskope, die jeweils rund 450 TB Daten für das Projekt aufzeichneten (S. 211, 237). Das Endergebnis all ihrer Forschungen, ihrer harten Arbeit und ihres Glücks ist eine unscharfe orange-gelbe Kreisfigur, die als Computerdarstellung der Interferenzberechnungen bei verschiedenen Wellenlängen errechnet wurde.<sup>4</sup> Das ist natürlich kein „Foto“, wie es in gelegentlichen Kommentaren fälschlicherweise heißt, denn eine „Fotografie“ ist etwas, das mit Licht (auf Griechisch *phos*) „geschrieben“ (*graphein*) wird, und von einem Schwarzen Loch kommt kein (sichtbares) Licht. Das Bild ergibt sich vielmehr aus den Schatten, die irgendwo im Universum messbar sind und von den Teams um Prof. Falcke berechnet wurden.

---

<sup>4</sup> Das Bild ist leicht unter „Schwarzes Loch“ im Internet zu finden.

Über die astronomische Leistung hinaus reflektiert Prof. Falcke über die Verwendung von Licht: „Auch in unserem Alltag messen wir Abstände mit Licht. Bis 1966 wurde die Einheit der Länge durch den ‚Urmeter‘ definiert. Es bestand aus einem Platinum-Iridium-Metallstab, der in Paris gelagert wurde und als Eichmaß diente. Der ‚Urmeter‘ entsprach dem Zehnmillionstel des Erdumfangviertels entlang der Meridianlinie vom Nordpol durch Paris. Niemand darf sich also wundern, dass sich die Briten bisher standhaft weigern, das metrische System einzuführen. Heute ist der Meter aber über die Lichtgeschwindigkeit definiert und entspricht genau der Länge, die das Licht im Vakuum innerhalb des 299792458. Teils einer Sekunde zurücklegt“ (S. 61). Da ich weder Mathematiker noch Astrophysiker bin, erschließt sich mir die Schönheit dieser Zahl 299 792 458 nicht wirklich, und ich verstehe in keiner Weise, wie man diesen Sekundenbruchteil messen könnte, um die genaue Entfernung von einem Meter zu erhalten; offensichtlich leben Physiker in einer anderen Welt.

Falcke erweitert seine Überlegungen: „Wir messen immer mit Licht, und nur das, was ich messen kann, existiert für mich auch. Ein Universum ohne Licht würde insofern gar nicht existieren. Raum und Zeit, Materie und Sinne – sie alle sind im Grunde nichts ohne das Licht. Die Bedeutung des Messens für die Definition von Wirklichkeit ist eine Erkenntnis, welche die gesamte Physik des 20. Jahrhunderts durchzieht. Sie ist – auch heute noch – eine radikale Revolution des Denkens und bestimmt die Relativitätstheorie genauso wie die Quantenphysik. Denn auch in der Quantenphysik gilt: Erst wenn ich etwas *messe*, wird etwas Realität. Alles andere ist Interpretation. [...] Messen umfasst immer Vorgänge, bei denen Teilchen Kräfte und Licht miteinander austauschen“ (S. 65).

Astronomie, Sterne und Licht haben starke Resonanzen in der christlichen Offenbarung: Die Weisen oder Magier (Mt 2) verfolgten das Licht eines Sterns und fanden schließlich den, der später verkünden sollte: „Ich bin das Licht der Welt“ (Joh 8,12). Sie entdeckten, was die Hirten schon früher auf dem Feld und in der Krippe bewundert hatten (Lk 2,9.16). Für beide Gruppen könnte diese Begegnung auch eine Enttäuschung gewesen sein: Nach der Herrlichkeit, die sie auf dem Feld umgab, oder dem Stern, den sie entdeckt hatten, trafen sie am Rande eines Provinznests auf ein zerbrechliches Kind in einer eigenartigen Familie. Die Hirten selbst waren eine höchst marginalisierte Menschengruppe, die Magier Ausländer und Fremde. Dennoch ist es gerade dieses Moment von Peripherie und der Begegnung von Randständigen, das die Kirche feiert als die Manifestation und das

Aufstrahlen – *epi-phania* – vor der ganzen Menschheit, die in den Weisen repräsentiert ist – ein erstes Missionsfest im Kirchenjahr.

Wenn Prof. Falcke Recht hat, dass das Licht die Möglichkeit und Sicherheit für Messung liefert und damit die Wirklichkeit überhaupt erst konstituiert, müsste in christlicher Perspektive das Licht von Bethlehem in den Schwachen, Ausgegrenzten und Fremden als letztes Kriterium für religiösen Glauben, soziale Ansiedlung und solidarisches Handeln gelten. Verwandte missiologisch relevante Begriffe sind die Ränder und Peripherien, die Option für die Armen und die Verletzlichkeit eines Kindes.

*Christian Tauchner SVD*