

Liebe Leserin, lieber Leser,

das waren noch Zeiten, als Frau Clark unbekümmert den „bunten Neonschein“ der Großstadt besingen zu dürfen glaubte. „Lichtverschmutzung“ war, als aus allen Radios das „Down Town“ dröhnte, kein Thema. Das könnte sich ändern. Dem Städter kommt der Sternenhimmel abhanden. Die Milchstraße ertrinkt vielerorten im Streulicht der Laternen. Das *National Geographic Magazin* titelte kürzlich „The End of Night“. Schon wittert die Tourismusbranche eine Marktlücke. Ein Dorf in Neuseeland wirbt bereits mit dunklem Nachthimmel um Kundschaft. Wird die UNESCO gar Sternlichtreservate einrichten?

Dem Astronomen ist Lichtverschmutzung nichts neues. Ein Beispiel: Die Existenz von Sternfamilien (Populationen) wurde entdeckt, als Los Angeles aus Angst vor japanischen Luftangriffen verdunkelt war! Das Kerngebiet des Andromedanebels und seiner beiden Begleiter konnte 1944 mit dem 2,5-m-Teleskop des Mt. Wilson-Observatoriums in Einzelsterne aufgelöst werden. Das hätte dem im Bau befindlichen 5-m-Spiegel vorbehalten sollen sein! Pikanterweise war es ein Deutscher, Walter Baade, dem dies Kunststück gelang. Seine amerikanischen Kollegen mussten für den Krieg arbeiten. Er als „Feind“ durfte das natürlich nicht. Frei bewegen durfte er sich auch nicht, aber ans weltgrößte Teleskop durfte er ... (Da er die Bürokratie hasste, soll er „vergessen“ haben, sich um eine Einbürgerung zu bemühen. Zeit dafür wäre gewesen. Er lebte seit 1931 in Kalifornien.)

Heute ist, sofern nicht tiefliegende Wolken das Lichtermeer der Großstadt verdecken, vom Mt. Wilson die Milchstraße verschwunden und der 2,5-m-Spiegel nur noch 1,14 m wert.

Der Leidtragende aber wird der Städter und Bewohner von Ballungsräumen sein. Der messende Astronom zieht sich seit Jahrzehnten in immer entlegene und unwirtlichere Gefilde zurück oder weicht gar in den Weltenraum aus, um dunklen Himmel zu finden.

Ich weiss nicht, wie eine Zivilisation ohne Sterne auskommt, ich weiss nur, dass die unsrige bei ständig verhangenem Himmel nicht zu dem geworden

wäre, was sie ist. Dass Ordnung herrscht, Oben wie Unten, Gesetze, verdanken wir der Beobachtung und Vermessung des gestirnten Himmels. Die Himmelsmechanik, aus der Naturwissenschaft und Technik hervorgingen, ist ein Geschenk des Himmels! Dass Gesetz und Ordnung, sprich Kosmos, Chaos nicht ausschließen, ist ebenfalls dem Himmel abgerungen: Es war der geniale Henri Poincaré, der um 1900 einen ersten Blick in die Abgründe des deterministischen Chaos warf, in das „homokline Gewirr“ beim klassischen Mehrkörperproblem.

Nicht zu vergessen die emotionale Seite der Angelegenheit: Der Sternenhimmel ist Nahrung fürs Gemüt! Schwindet er, verkümmert die Person. Ohne kosmische Perspektive bleibt ihr nur dies „Vergiss im bunten Neonschein . . .“. Dem Immanuel Kant war seinerzeits (1788) beides gleichermaßen bedeutend: Außen- wie Innenwelt, Gesetz wie Freiheit. Seine „Zwei Dinge . . .“ werden gern und oft zitiert.

Wir sollten den Schutz des Sternenhimmels vielleicht doch nicht allein der Tourismusindustrie überlassen.

Frohe Ostern wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im April

In der zweiten Aprilhälfte zeigt sich Merkur am Abendhimmel. Am 26. des Monats erreicht er mit 20° seinen maximalen östlichen Winkelabstand zur Sonne. Und er hat an jenem Abend eine Auffindhilfe: Die $1\frac{1}{2}$ Tage junge Mondsichel steht nur 2° oberhalb des Merkur!

Noch ist die Venus etwas für den Tag. Sie ist gerade an der Sonne vorbeigezogen und eilt von uns hinweg. „Rechts“ von der Sonne wird sie zum „Morgenstern“. Am 22. April bedeckt der Mond die Venus. Doch da ist sie schon untergegangen. Lediglich die Annäherung beider ist bei uns tagsüber zu verfolgen.

Die „Venus“ ist, wenn man so will, ein Geschenk des Morgenlandes (Babylonien) an das Abendland. Jenem war nämlich die Personalunion von Morgen- und Abendstern bereits geläufig. Für die alten Griechen indes waren Phosphorus und Hesperus noch zwei voneinander verschiedene Wesenheiten. Die lateinische Bezeichnung für den morgendlichen „Lichtbringer“ Phosphorus ist Lucifer. Ein durchaus angemessener Name für die Gluthölle Venus.

Herrscher über den Abendhimmel ist unbestritten Saturn. Mythologisch gehört er zusammen mit Uranus dem alten Göttergeschlechte an. Das herrschte, bevor die neuen Götter, an ihrer Spitze Jupiter, die Macht an sich rissen und die Geschicke der Sterblichen lenkten. Es soll melancholisch veranlagte Zeitgenossen geben, die sich angesichts von so viel Wandel in der Welt, nach Arkadien und dem goldenen Zeitalter des Saturn zurücksehnen, wo man zwar einfach, aber ungebunden und frei von Zwängen lebte. Merkur, der neuen Götter einer, kam in Arkadien zur Welt. Er ist auch am wenigsten zivilisiert. Ostersonntag fällt bei uns auf den 12. April. (Die Ostkirche feiert eine Woche später.) Das astronomische Ereignis, das Grundlage aller Osterreglungen ist, Frühlingsvollmond, fällt auf Gründonnerstag.

Lichtverschmutzung

Wenn man sagt, die Sterne „ertränken“ im künstlich aufgehelltem Himmels-hintergrund, so stimmt das so nicht. Es sind nicht die Sterne, die ertrinken, es sind ihre vom Teleskop produzierten (und von der Luftunruhe zusätzlich arg vergrößerten) Abbilder, die Szintillations- bzw. Beugungsscheibchen der Sterne, welche untergehen. So ein Stern ist doch genaugenommen eine ferne Sonne, eine glühende Gaskugel von Tausenden von Grad. Der Flächenhelligkeit einer heißen Sternoberfläche aber kann selbst der Taghimmel nichts anhaben, siehe die Sonne. Bleiben wir bei ihr. Versetzen wir uns in einen Saturnbewohner. Für den erscheint die Sonne nur ein Zehntel so groß wie uns, aber ihr Kügelchen wäre von der gleichen gleißenden Helle, wie von uns aus gesehen. Die Flächenhelligkeit ist, wie jeder Fotograf weiß, unabhängig von der Entfernung¹. Ergo, so lange wir auf einen Stern „draufschaun“, d. h. auf seine Oberfläche, hat Lichtverschmutzung nicht die geringste Chance. Um es überspitzt auszudrücken: Wir müssten jeden Stern des Universums sehen, wenn wir ihn denn *auflösen* könnten (und die Sternkügelchen sich nicht gegenseitig verdecken, aber dazu ist das Universum viel zu klein)! Das aber gelingt zwar bei der Sonne und bei Sternriesen wie Beteigeuze und Mira, das Gros der Sterne aber ist viel zu weit entfernt.

Astronomische Zahlen gefällig? Nun, das Lichtkleckschen einer Sonne aus dem Andromedanebel auf der CCD in der Fokalebene eines Fernrohrs über-

¹Erst die kosmologische Expansion, die Ausweitung des Kosmos, führt zu einer Reduzierung der Flächenhelligkeit. Das betrifft aber nur sehr sehr weit entfernte Sterne.

trifft den wahren scheinbaren Sterndurchmesser gut und gern um das 100-Millionenfache! Des Sterns gleisend helles Leuchten wird auf eine Fläche verteilt, die 100 Millionen mal 100 Millionen mal größer ist als er selbst! Dieser Verdünnung seines Lichts um das 10-Billiardenfache fällt der Stern zum Opfer!

Kann man dagegen etwas tun?

Zunächst einmal kann man dank adaptiver Optik das turbulenzbedingte Hin und Her der Sternscheibchen auf dem Empfänger (Fotoplatte bzw. CCD) zu einem großen Teil unterbinden. Als ich vorhin sagte, das 2,5-m-Hooker-Teleskop auf dem Mt. Wilson sei nur noch 1,14 Meter wert, war das nur die halbe Wahrheit. Ich habe nicht den technischen Fortschritt in Rechnung gestellt gehabt. Der Himmel über dem Mt. Wilson ist zwar recht hell geworden, die Luftunruhe dafür aber ist nach wie vor gering. Das hat man sich zunutze gemacht und kann seit einigen Jahren mittels schneller Computer und flexibler Hilfsspiegel mit dem Veteranenteleskop (Baujahr 1917) nahezu beugungsbegrenzte Sternbildchen erzeugen. Das ist ein gewaltiger Fortschritt, der gewaltigste seit Erfindung des Fernrohrs vor 400 Jahren! Durch das Unterbinden der Zitterbewegung wird das Sternenlicht stärker konzentriert und kann dann nicht mehr so leicht im Himmelshintergrund verschwinden. (Doch ist der Wettlauf zwischen Zunahme der Himmelshelligkeit und Konzentrierung des Sternenlichtes zu gewinnen? Viel besser wäre: dunkler Himmel plus adaptive Optik.)

Anzumerken ist, dass bereits 1953 ein Astronom des Mt. Wilson-Observatoriums diese Möglichkeit der Verminderung des Einflusses der Luftunruhe auf die Bildqualität visionär in Betracht gezogen hat. Entwickelt wurde die Technik nicht für die Astronomie, dazu waren die Entwicklungskosten viel zu hoch, sondern fürs US-Militär. (Vermutlich im Rahmen der Raketenabwehr mittels Röntgenlaser, wo sie aber offenbar nicht die erhoffte Wirkung hatte.) Jedenfalls macht die adaptive Optik teure Weltraumteleskope wie das Hubble-Teleskop zumindest *im Optischen* überflüssig.

Die nächste Hürde ist fundamentaler Natur: die Wellennatur des Lichts. Sie verhindert, dass selbst ein Weltraumteleskop die Wirklichkeit scharf abbildet. Interpretiere ich die Quantenoptiker richtig, so breiten sich Lichtteilchen, Photonen, keineswegs geradlinig aus. Prinzipiell sind alle denkbaren Wege zwischen Quelle und Empfänger erlaubt und müssen in Rechnung gestellt werden. (Wobei offen bleibt, ob es so etwas wie einen „Weg“ überhaupt gibt.) Die Natur hat es nun so eingerichtet, dass sich alle Photonen, die nicht

den kürzesten Weg nehmen, gegenseitig annullieren, wobei die Energie den anderen Photonen zugute kommt. Man spricht von Interferenz. Die Teilchen verhalten sich wie wirkliche Wellen! Im Endeffekt bleibt nur übrig, was exakt aus Richtung der Lichtquelle einfällt. Wunderbar, also doch geradlinig! Damit es aber zur vollständigen Auslöschung der *falsch* anlandenden Photonen durch Interferenz kommt, müssen *alle* Photonen beteiligt sein. So viel zum Thema Geradlinigkeit.

Ein Teleskop besteht nicht nur aus einem Empfänger. Egal, ob Lochkamera, Auge oder 10-m-Spiegelteleskop, alle haben, technisch bedingt, eine Blende, eine Eintrittspupille (z. B. die Fassung eines Fernrohrobjektivs), und diese beschneidet den Strom interferierender Photonen. Die Blende macht die Geradlinigkeit der Lichtausbreitung zunichte. Kurzum, das Bild wird unscharf². Die ausgeblendeten Photonen tragen *die* Information am Instrument vorbei, die nötig gewesen wäre, um ein gestochen scharfes Bild zu bekommen. (Linse oder Spiegel sind eigentlich unwichtig. Sie holen nur die Abbildung aus dem Unendlichen ins Endliche. Das wichtigste an der Linse ist sozusagen ihre Begrenzung, der Rand. Die Radioastronomen machen uns vor, wie man ohne Sammellinse oder Hohlspiegel auskommen kann.)

Im übrigen kommt es zur Interferenz sogar, wenn sich nur ein einziges Photon ins Teleskop verirrt, was schlechterdings Menschenverstand übersteigt. Man muss es auch nicht verstehen, es reicht, dass es berechenbar ist. Und wenn Sie es partout nicht glauben wollen, sind Sie in guter Gesellschaft. Einstein, der mit seiner Theorie vom Photon 1905 den Stein ins Rollen gebracht hatte, hielt überhaupt nichts von diesen absurden Ideen.)

Wie groß müsste die Blendenöffnung mindestens sein, damit man „auf“ unseren Stern im Andromedanebel draufschauen, seine Oberfläche sehen kann? Nun, ein Gerät von Erdgröße sollte genügen. (Gemessen an kosmischen Maßstäben erscheint dies durchaus angemessen.)

Wer gehofft hatte, mehr über „Lichtverschmutzung“ zu erfahren, ist nun vielleicht enttäuscht. Ich habe das Reizthema als Vehikel benutzt, um darüber zu rasonieren, warum wir die Sterne nicht als gleißend helle Kügelchen vor einem dunklen Hintergrund sehen. Zum Schluss nur noch so viel: Die Lichtverschmutzung beruht größtenteils auf Gedankenlosigkeit und sollte sich durch Aufklärung vermindern lassen. Es ist nicht notwendig (und tut dem Menschen

²Bestes Beispiel: Lochkamera. Je stärker ein Lichtbündel zusammengequetscht wird, desto mehr weicht das Licht zur Seite aus. An der fehlenden Optik liegt es nicht.

selbst sicherlich nicht gut), die Nacht so zum Tage zu machen, wie es in den Industriestaaten geschieht. Es ließe sich viel Strom sparen, beleuchteten die Laternen die Wege und nicht den Himmel. Der Kampf gegen die Lichtverschmutzung kostet kein Geld, er setzt Gelder frei! Wem das nicht überzeugt? Wie ich las, haben die Belgier aus Klimaschutz- und Kostengründen ihre Autobahnbeleuchtung abgeschaltet bzw. reduziert. Ansonsten setzte ich auf die Tierfreunde. Die sind verbreiteter und haben eine mächtigere Lobby als die Sternfreunde. In Tierschutzkreisen ist man gegen Weißlichtlampen, wegen ihres UV-Anteils. Astronomen mögen die Hochdrucklampen auch nicht, weil sie ein druckverbreitertes Spektrum erzeugen. Die Original-Neon-Leuchten haben noch am wenigsten gestört. Zwischen den schmalen Spektrallinien blieb viel Raum für dunklen Himmel.

Ein ernstes Problem stellt die „Lichtverschmutzung“ im Bereich der Radiowellen dar. Ein Handy auf dem Mond wäre für einen Radioastronomen bereits eine Quelle starker Radiostrahlung. Es gibt zwar verbindliche Regelungen über geschützte Frequenzbänder, aber auch jede Menge Billig-Elektronik (inkl. die Mikrowelle), die, neben der Strahlung, die gewollt ist, unnützerweise auch jede Menge „unerwünschte“ Strahlung (z. B. Oberschwingungen) in den Raum schleudert. Ganz schlimm: ausgefallene Satelliten, weil deren sinnloses Gepiepse direkt von oben auf die Antennen fällt.

Und so sieht die Schattenseite unseres Planeten aus (Quelle: DMSP): mit dem Luxmeter messbarer Luxus! (Nicht nur Luxus: Das „Meeresleuchten“ bei den Falklandinseln soll von Garnelenfischern veranstaltet sein.)