

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 52 (1994)
Heft: 262

Artikel: Suite à la détente entre la Russie et les États-Unis : une retombée pacifique de la guerre des étoiles = Nach der Entspannung zwischen Russland und den USA : eine friedliche Nebenerscheinung des Kriegs der Sterne

Autor: Fisher [i.e. Fischer], G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898786>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Suite à la détente entre la Russie
et les Etats-Unis:

Une retombée pacifique de la guerre des étoiles

G. FISHER

Les recherches entreprises aux Etats-Unis dans le cadre de la guerre des étoiles sont naturellement des secrets bien gardés. Certaines, pourtant, sont susceptibles d'applications pacifiques très intéressantes, en particulier en astronomie. De fait, les astronomes étaient sur le point de refaire tout un coûteux travail de développement en «optique adaptative». Fort heureusement, la raison a prévalu. Avec le relâchement des tensions entre l'est et l'ouest, certains secrets ont été levés et l'astronomie optique est aujourd'hui en passe de connaître une véritable révolution.

Même si certains d'entre nous ont de la peine à voir la différence, nous avons tous appris à l'école que l'on peut, dans le ciel nocturne, distinguer les planètes des étoiles. Les premières sont des objets relativement proches qui ne sont pas eux-mêmes lumineux, mais comme la Lune réfléchissent l'éclat du Soleil. Cette lumière des planètes nous parvient après un voyage de quelques dizaines ou centaines de minutes (dans le cas de la Lune ce temps n'est que d'un peu plus d'une seconde, mais atteint 40 minutes environ pour Jupiter et 80 pour Saturne).

Avec de bonnes jumelles on peut aussi voir l'apparence et les dimensions angulaires de planètes telles que Vénus, Mars et Jupiter. Les faisceaux de lumière que nous recevons de ces planètes ont donc la forme de cônes tronqués, dont les grandes bases ont les dimensions des planètes, alors que les petites bases des sommets n'ont que l'extension de nos pupilles oculaires. Dans son parcours à travers l'atmosphère, la lumière rencontre des zones de température variable et d'autres où la teneur en vapeur d'eau change rapidement. Cela perturbe la progression régulière des fronts d'onde par de multiples réfractions et l'image des planètes s'en trouve brouillée. Mais étant donné la grandeur apparente des planètes, seule une faible proportion de la lumière sort des cônes que nous venons de décrire, de sorte que l'image des planètes reste tout de même stable.

Il en va tout autrement des étoiles, qui sont elle-mêmes des soleils, chacune avec son éclat propre. Mais les étoiles sont si éloignées que leur lumière ne nous parvient qu'après un voyage de plusieurs années: plus de quatre ans pour l'étoile la plus proche, Proxima dans la constellation du Centaure, et jusqu'à des dizaines de milliers d'années pour certaines. Même pour les meilleurs télescopes optiques elles ne se manifestent guère que comme de tout petits points lumineux (des sources ponctuelles). Lorsqu'ils arrivent au voisinage de la Terre, les faisceaux de lumière des étoiles sont donc des filets extrêmement fins, de la dimension de nos pupilles, sur lesquels les perturbations atmosphériques ont une influence beaucoup plus grande que dans le cas des planètes. A cause du brassage par les vents l'atmosphère est constamment remuée et c'est ce qui fait scintiller les étoiles.

Nach der Entspannung zwischen
Russland und den USA:

Eine friedliche Nebenerscheinung des Kriegs der Sterne

In den Vereinigten Staaten sind die Forschungen, die im Rahmen des nuklearen Verteidigungsplanes «Krieg der Sterne» durchgeführt wurden, verständlicherweise streng geheim. Darunter gibt es jedoch solche, die interessante friedliche Anwendungen haben könnten, unter anderem im Gebiet der Astronomie. In der Tat, die Astronomen waren gerade dabei, eine kostspielige Entwicklung in «adaptativer Optik» zu wiederholen. Glücklicherweise hat die Vernunft die Oberhand gewonnen. Mit dem Nachlassen der Spannungen zwischen Ost und West sind gewisse Geheimnisse frei gegeben worden, die der optischen Astronomie zugutekommen und diese zu einem spektakulären Fortschritt verhelfen.

Wenn auch viele unter uns etwas Mühe haben, den Unterschied selber zu erkennen, so haben wir in der Schule doch alle gelernt, dass am nächtlichen Himmel die Planeten von den Sternen unterschieden werden können. Die ersteren sind verhältnismässig nahe Objekte, die nicht selbstleuchtend sind, die aber wie der Mond das Licht der Sonne widerspiegeln. Dieses Planetenlicht erreicht uns nach einer Reise von typisch 10 bis einigen 100 Minuten (im Falle des Mondes ist diese Zeit nur wenig mehr als eine Sekunde, erreicht aber beim Jupiter etwa 40 und beim Saturn etwa 80 Minuten).

Mit einem guten Feldstecher sieht man auch den beleuchteten Teil der Planeten und kann deren Winkelabmessungen abschätzen, so z. B. bei Venus, Mars oder Jupiter. Von diesen Planeten erhalten wir also Lichtbündel in Form stumpfer Kegel, deren grosse Basen die Abmessungen der Planeten haben, während die kleinen Basen nur die Dimensionen unserer Augenpupillen besitzen. Auf der Strecke durch die Atmosphäre durchläuft das Licht Zonen wechselnder Temperaturen, oder Gebiete in denen der Wasserdampfgehalt sich schnell ändert. Das verformt das regelmässige Fortschreiten der Wellenfronten durch mehrfache Beugungen. Das Bild der Planeten wird somit verzerrt. Doch wegen ihres grossen Winkelbildes verlässt nur ein kleiner Teil des Lichtes die Kegel und das Bild der Planeten erscheint uns trotz allem als recht stabil.

Bei Sternen ist das ganz anders. Jeder ist selbst eine Sonne mit seinem eigenen Licht. Die Sterne sind aber so weit entfernt, dass ihr Licht uns erst nach einer Jahre dauernden Reise erreicht: über vier Jahre für den am nächsten, Proxima im Sternbild des Kentaurus (Centaurus), und bis zu mehreren zehntausend Jahren für die weitesten. Auch für die besten optischen Fernrohre erscheinen sie bloss als winzig kleine Lichtquellen (eigentliche Lichtpunkte). Wenn sie die Erde erreichen, sind also die Lichtkegel der Sterne extrem feine



Ce scintillement déforme d'ailleurs l'image de tout objet observé à travers une importante couche d'air libre. Même l'image des planètes s'en trouve dégradée et il y a donc une limite à la grandeur des télescopes optiques, au delà de laquelle on ne gagne plus rien en netteté ou résolution. Avec ses 5 m de diamètre, le plus grand télescope optique actuel, celui du Mont Palomar près de San Diego en Californie, n'a qu'une résolution d'une demi seconde d'arc en lumière visible, alors que sans les perturbations atmosphériques on devrait pouvoir faire 50 fois mieux. C'est bien pour cette raison que les Américains ont mis en orbite, sur un satellite artificiel, le télescope de Hubble et son fameux miroir de 2,4 m. Ce télescope, dont le miroir principal avait été mal taillé, a heureusement pu être sauvé grâce à des corrections sur les miroirs auxiliaires. La réparation, effectuée par une équipe de la navette spatiale dans laquelle l'astronote suisse Claude Nicollier était aux commandes du grand bras manipulateur, a pleinement réussi. Mais les télescopes en orbite ne pourront pas tout faire et ils sont très coûteux, autant à la construction qu'à l'entretien. Il n'est donc pas question de renoncer à améliorer les instruments dont on dispose sur terre ferme, surtout si cela est possible à bien moindre frais.

Autant en France qu'aux USA, les astronomes ont imaginé une méthode raffinée pour contrecarrer le scintillement atmosphérique. Cette méthode est basée sur l'utilisation, dans les télescopes, d'un miroir déformable et requiert, dans le champ de l'objet que l'on veut étudier, la présence d'une étoile brillante. A cause du scintillement, l'image de cette étoile est dégradée, elle est surtout agrandie et l'énergie lumineuse est dispersée sur une grande surface: c'est comme si l'image était «défocalisée».

Dans la méthode de l'optique adaptative, une partie du faisceau incident est dévié sur un analyseur, formé d'un grand nombre de détecteurs sectoriels. L'image de l'étoile brillante est ainsi décomposée en de multiples signaux au moyen desquels on peut déterminer un ensemble de petites déformations du miroir déformable permettant de compenser les effets du scintillement atmosphérique. Au dos du miroir, un jeu de vérins, actionnés par des moteurs, lui imprime alors les déformations calculées. Une fois ces ajustements réalisés, l'étoile, et naturellement aussi l'objet d'étude, apparaissent pendant un très court instant comme s'il n'y avait pas de perturbations atmosphériques. Avant que la vision de l'astronome ne soit à nouveau brouillée il faut recommencer toute l'opération de correction. Mais avec les moyens électroniques dont on dispose aujourd'hui cela ne pose pas de problèmes insurmontables.

Le plus grand obstacle à la mise en oeuvre généralisée de cette méthode d'optique adaptative est la nécessité d'une étoile brillante située au voisinage immédiat de tout objet intéressant qu'on désire étudier. Cela a conduit les astronomes à imaginer la création d'étoiles artificielles, ou d'étoiles-guides (voir encadré).

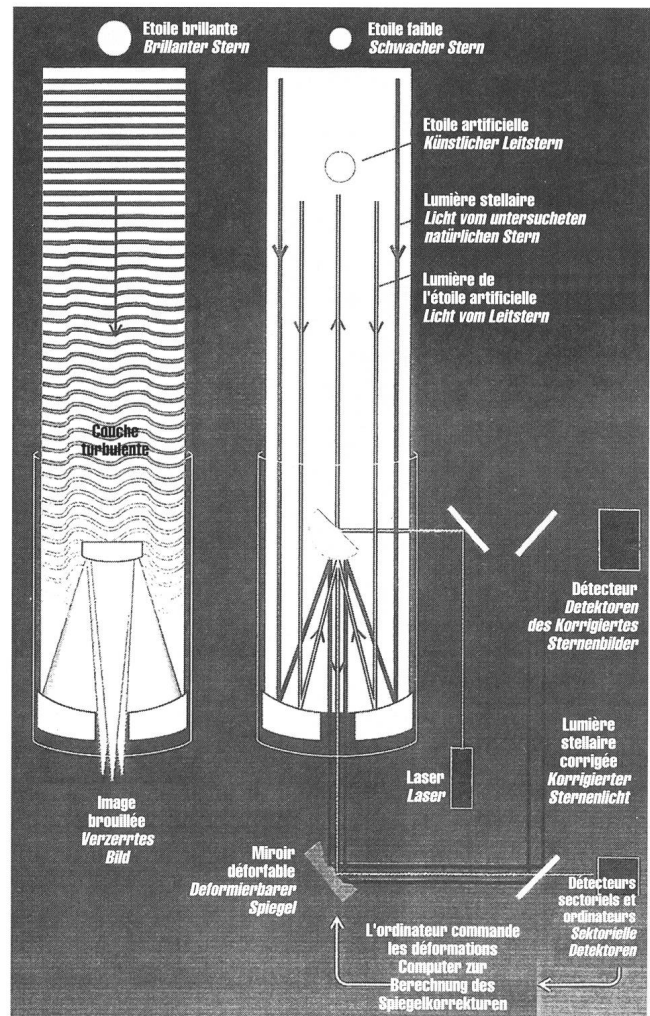
Le scintillement atmosphérique perturbait aussi le système de défense américain, connu sous le sigle d'IDS (Initiative de Défense Stratégique, plus prosaïquement la guerre des étoiles). Autant pour repérer les missiles adverses que pour les détruire par un intense faisceau laser, il fallait éviter au maximum la diffusion des faisceaux. Avec plusieurs années d'avance les experts IDS étaient ainsi arrivés à la même idée que les astronomes, c.-à-d. créer des étoiles-guides permettant la mise en oeuvre d'une optique adaptative, et ils avaient déjà réalisé de grands progrès dans sa réalisation pratique.

Bündel vom Durchmesser unserer Pupillen; auf diese dünnen Lichtpinsel haben die atmosphärischen Störungen einen viel grösseren Einfluss als dies beim Planetenlicht der Fall ist. Als Folge der Winde wird die Atmosphäre dauernd durchmischt und weckt den Anschein, dass das Licht der Sterne funkelt.

Dieses Funkeln verzerrt nicht nur das Sternenlicht; jedes Bild das man durch eine dicke Luftmasse beobachtet, wird verformt, auch dasjenige der Planeten wird dadurch verschlechtert. Es gibt tatsächlich bei Fernrohren einen grössten Durchmesser, über den an Bildqualität nichts mehr gewonnen wird: Für das Auflösungsvermögen existiert somit eine Grenze, die nur von der Wellenlänge des Lichtes abhängt. Trotz seinen 5 m Durchmesser beträgt das Auflösungsvermögen des Fernrohres von Mount Palomar in der Nähe von San Diego in Kalifornien nur eine halbe Bogensekunde. Ohne atmosphärische Störungen wäre die Auflösung 50mal besser. Das ist der eigentliche Hauptgrund gewesen, weshalb amerikanische Forscher das Hubble-Teleskop, mit seinem 2,4 m Spiegel, auf einen künstlichen Satelliten in eine Erdumlaufbahn geschickt haben. Dieses Teleskop, dessen Primärspiegel falsch geschliffen wurde, hat man glücklicherweise

Fig. 1. Représentation schématique du principe de l'optique adaptative en astronomie.

Fig. 1. Schematische Darstellung des Prinzips der adaptiven Optik in der Astronomie.



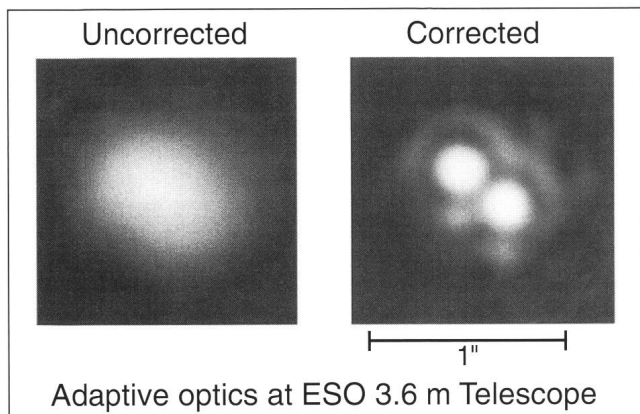


Fig. 2. Image infrarouge de l'étoile HR 6658 obtenue au moyen du télescope de 3,6 m à l'Observatoire de l'ESO (European Southern Observatory) à La Silla au Chili, à gauche sans, à droite avec optique adaptative.

Fig. 2. Infrarotbild des Sterne HR 6658, mit dem 3.6m Fernrohr am ESO (European Southern Observatory) Observatorium in La Silla, Chile, aufgenommen, links ohne, rechts mit adaptiver Optik.

Les experts de la guerre des étoiles étaient conscients dès le début que l'astronomie pourrait tirer un très grand profit de la technique des étoiles artificielles et dès que les relations est-ouest se sont améliorées ils ont insisté auprès des militaires pour obtenir, et effectivement recevoir, la permission de rendre publics leurs travaux, de les «déclassifier». Il était en effet évident que les astronomes, américains et européens, en particulier ceux de l'ESO (European Southern Observatory, consortium d'états européens, dont la Suisse, qui exploite un grand observatoire au sommet de La Silla, au Chili, afin que l'Europe puisse aussi avoir accès au ciel de l'hémisphère sud), allaient de toute façon développer cette technique et que le maintien du secret signifiait simplement un énorme gaspillage de moyens.

En quoi consiste la méthode de l'étoile artificielle? Dans une zone au haut de la mésosphère, aux alentours de 90 à 100 km d'altitude, se trouve une concentration relativement grande d'atomes de sodium, on parle même d'une «couche de sodium». Par une puissante impulsion de rayonnement laser, à une longueur d'onde appropriée et envoyée depuis le télescope, on excite les atomes de la couche de sodium situés dans le très mince filet du rayon. Les atomes ainsi excités retournent immédiatement à l'état fondamental, émettant alors un éclair d'intense lumière jaune, caractéristique des fameuses lampes au sodium. Vu depuis le télescope, cet éclair apparaît comme une étoile ponctuelle, lumineuse pendant un temps très court, suffisamment long cependant pour permettre la compensation des perturbations atmosphériques, comme nous l'avons décrit dans le texte. Tout le processus doit se dérouler selon la rigoureuse séquence: envoi d'une impulsion laser, détection de l'étoile-guide par le réseau des capteurs sectoriels, déformation du miroir du télescope et, finalement, observation de l'objet d'étude, puis le cycle doit reprendre aussitôt. Le tout fonctionne à une cadence typique de l'ordre de mille cycles par seconde. Comparé à ce qui serait nécessaire pour la guerre des étoiles ce rythme est très lent; en effet, la vitesse des missiles dépasse de beaucoup celle des vents dans les perturbations atmosphériques.

Avec cette technique on est certain d'obtenir des images aussi bonnes, voire meilleures, qu'avec le télescope de Hubble et l'on espère bientôt pouvoir observer des planètes en orbite autour d'autres étoiles que notre Soleil.

se mittels Korrekturen der Sekundärspiegel retten können. Diese Reparatur, von einer Mannschaft der Raumfähre ausgeführt, mit dem Schweizer Astronauten Claude Nicollier an den Hebeln des grossen Manipulierarmes, war ein voller Erfolg. Die Raumteleskope werden aber nicht alles machen können, und sie sind im Bau, wie auch im Unterhalt, sehr kostspielig. Es ist also sinnvoll, jede mögliche Verbesserung der herkömmlichen Bodeninstrumente durchzuführen, hauptsächlich wenn diese viel billiger zu stehen kommen.

In Frankreich und den USA haben Astronomen an einen raffinierten Kunstgriff gedacht um das atmosphärische Funkeln zu beseitigen. Die Methode basiert auf der Verwendung eines verformbaren Spiegels im Fernrohr und der Bedingung, dass sich in unmittelbarer Nähe des zu studierenden Objektes ein lichtstarker Stern befindet. Das Funkeln bewirkt dann, erwartungsgemäss, eine Verzerrung des Bildes dieses Sternes, zur Hauptsache in der Form einer Vergrösserung: Die Lichtenergie wird auf eine viel grössere Fläche verteilt, als wäre das Bild nicht recht im Fokus.

In der Methode der adaptiven Optik wird ein Teil des einfallenden Strahlenbündels auf einen Analysator abgeleitet, der aus vielen sektoriell angeordneten Detektoren besteht. Das Bild des lichtstarken Sternes wird folglich in viele Teilsignale getrennt,

Worin besteht die Methode der Leitsterne? In einer Zone am oberen Rand der Mesosphäre, in einer Höhe von etwa 90 bis 100 km, findet man eine verhältnismässig grosse Konzentration von Natriumatomen, man spricht sogar von einer «Natriumschicht». Mit Hilfe des Fernrohres wird ein starker Laserpuls einer wohldefinierten Wellenlänge in die Natriumschicht geschossen. Damit werden die Natriumatome angeregt, die sich im sehr dünnen Laserbündel befinden. Die angeregten Atome kehren blitzartig wieder in ihren Grundzustand zurück. Das tun sie aber durch Emission von Lichtquanten, im Bereich der Wellenlänge des gelben Lichtes der wohlbekanntes Natriumlampen. Vom Fernrohr aus gesehen erscheint dieser Blitz wie ein punktförmiger Stern, der aber nur während einer sehr kurzen Zeit aufleuchtet, jedoch lange genug, um die atmosphärische Turbulenz, wie sie im Haupttext beschrieben ist, kompensieren zu lassen. Der ganze Prozess muss natürlich in der strikten Reihenfolge ablaufen: Austrahlung des Laserpulses, Detektion des Leitsternes, Anpassung des deformierbaren Spiegels und, zum Abschluss, Beobachtung des zu erforschenden Objektes; dann muss das ganze neu beginnen. Das Verfahrens läuft mit einer typischen Kadenz von etwa tausend mal in der Sekunde ab. Verglichen mit den Anforderungen des «Kriegs der Sterne» ist dieser Rythmus sehr langsam. Das kommt daher, dass die Geschwindigkeit von Raketen viel grösser ist, als diejenige atmosphärischer Störungen.

Mit dieser Technik erhofft sich die Astronomie Bilder zu erhalten, die ebensogut, ja besser sind, als die vom Hubble Weltraumteleskop. Man träumt sogar davon, Planeten im Umkreis anderer Sterne als unserer Sonne sehen zu können.



aus denen eine Vielzahl kleiner Spiegeldeformationen bestimmt werden, die eine Kompensation der atmosphärischen Turbulenz bewirken. Die berechneten Korrekturen werden am deformierbaren Spiegel verwirklicht, der dafür auf seiner Rückseite über Motoren und sog. Aktuatoren (eigentliche Schraubwinden) verfügt. Sind diese Korrekturen einmal realisiert, erscheint das Bild des Sternes, und auch dasjenige des zu studierenden Objektes, während einer kurzen Zeit sehr scharf, d. h. von der Atmosphäre ungestört. Bevor die Sicht des Astronomen wieder gestört wird, muss der ganze Korrekturvorgang natürlich erneuert werden. Mit den heute verfügbaren elektronischen Mitteln ist das jedoch kein unüberwindbares Problem.

Das grösste Hindernis zur allgemeinen Verwirklichung dieser Methode adaptativer Optik ist die Notwendigkeit eines lichtstarken Sternes in unmittelbarer Nähe eines jeden interessanten Objektes, das man erforschen will. Das hat die Astronomen zur Idee geführt, künstliche Sterne zu produzieren, sogenannte Leitsterne (siehe Kasten).

Begreiflicherweise war das atmosphärische Funkeln auch ein Hindernis für das amerikanische Abwehrsystem, bekannt unter dem Kürzel SAI (Strategische Abwehr Initiative, oder trivialer: Krieg der Sterne). Um feindliche Raketen zu zerstören, und auch schon um diese wahrzunehmen, braucht es

Laserstrahlen die so stark wie nur möglich gebündelt bleiben. Das führte die SAI Experten schon vor vielen Jahren auf den gleichen Weg wie die Astronomen, zur Entwicklung einer optisch adaptiven Methode mittels Leitsterne, und in dieser Richtung hatten sie schon markante Fortschritte verzeichnet.

Die Experten des Kriegs der Sterne waren sich gleich von Anfang an bewusst, dass die Astronomie aus der Entwicklung der Leitsternentechnik grossen Nutzen ziehen könnte. Sobald sich die Ost-West Beziehungen entspannten, haben sie deshalb bei den Militärbehörden mit Nachdruck die Erlaubnis verlangt, und diese auch erhalten, ihre Resultate der Öffentlichkeit freizugeben. Es war ihnen nämlich klar, dass die amerikanischen und europäischen Astronomen, insbesondere diejenigen von ESO (European Southern Observatory, ein Konsortium europäischer Staaten, dem auch die Schweiz angehört, und das auf dem Gipfel von La Silla in Chile ein grosses Observatorium betreibt, damit Europa auch zum Südhimmel Zugang bekommt), diese Methoden auf jeden Fall entwickeln würden, dass die Geheimhaltung also lediglich zu einer enormen Verschwendung von Mitteln führen würde.

GASTON FISCHER
Observatoire cantonal
Université de Neuchâtel

Die Supernova 1994D in der Galaxie NGC 4526

Die vierte Supernova dieses Jahres wurde am 7. März 1994 im Rahmen eines automatischen Suchprogramms mit dem 76-cm-Teleskop des Leuschner Observatoriums entdeckt. Da sie nur 9" westlich und 7" nördlich des Kerns ihrer Muttergalaxie im Virgohaufen steht, ist es kaum möglich, eine fotografische Aufnahme zu erhalten, die sowohl die Supernova als auch die Galaxie in ihrer ganzen Ausdehnung zeigt. Wir haben darum versucht, die Supernova und ihre Galaxie in zwei Aufnahmen mit verschiedenen Belichtungszeiten darzustellen.

Unsere beiden Fotos wurden am 16. März kurz nach 2200 UT mit dem 1-m-Teleskop der Sternwarte Puimichel auf TP 2415 H eine, bzw. zehn Minuten lang belichtet. Da zu dieser

Zeit ein extrem starker Nordwind wütete, tanzten die Sternbildchen im Teleskop bis zu 10" weit herum. Die Grösse der abgebildeten Sterne ist darum kein Mass für die Qualität des Instruments.

Auf der kurz belichteten Foto ist sehr schön zu erkennen, dass die Supernova heller ist als der etwas verschwommene Galaxiekern. Zum Vergleich: Der ihr am nächsten stehende Vordergrundstern hat die Helligkeit 12.6 Mag.

GERHART KLAUS
Waldegstr. 10
2540 Grenchen

DANIEL CARDOEN
Ass. Newton 405
Puimichel, F-04700 Oraison/France

NGC 4526 am 16. März 1994 2205-2206 bzw. 2215-2225 UT. Aufgenommen mit dem 1-m-Teleskop der Sternwarte Puimichel auf TP 2415 H.

