

# Isartalsternwarte

## Der „unsichtbare“ Himmel

Freitag, 31.01. 2025

### Einführung in die Vortragsreihe, die „elektromagnetische“ Strahlung, Spektren

#### A. Einführung

##### Vorstellung und Begrüßung

Und hier nun ein Vorschlag für den Ablauf der einzelnen Vorträge:

31.01.2025	Einführung, „elektromagnetische“ Strahlung, Spektren
21.02.2025	Radio-Astronomie, Mikrowellen
28.03.2025	Infrarot-Astronomie
11.04.2025	Ultraviolette Beobachtungen
23.05.2025	Hochenergie-Astronomie

##### Ziel der Vortragsserie

Ein nicht unbeträchtlicher Anteil der Steuergelder, die uns ständig abgeknöpft werden, fließt in die aktuelle astronomische Forschung. Wir hängen also in diesem Thema zumindest finanziell unmittelbar mit drin! Die kommende Vortragsserie möchte Ihnen nun einerseits zeigen, dass diese Mittel nicht sinnlos verplempert werden und es sicherstellen, dass auch wir am soeben ablaufenden Umbruch unseres Weltbildes teilhaben können. Er soll es uns andererseits bewusst machen, dass die scheinbar so unendlich fern im All ablaufenden Prozesse durchaus direkt in unsere irdische Existenz hinein zu wirken vermögen. Etliche in den kommenden Vorlesungen vor gebrachten Erkenntnisse sind erst wenige Jahre alt.

#### B. Hauptteil

##### 1. Anmerkungen für unsere bislang ziemlich arg „eingeschränkte“ Weltsicht

- 1.1. Gehen wir in ein Konzert, wo wir dann von Beethovens 7. Symphonie einzig und allein die Töne h, c und cis mitbekommen, dann werden wir sicherlich nur einen äußerst kümmerlichen

Eindruck des grandiosen Gesamtwerkes gewinnen und wahrscheinlich stinksauer unser Eintrittsgeld zurück fordern. Gar nicht so anders ergeht es uns jedoch, wenn wir die gewaltige „Symphonie des Universums“ erleben möchten – hier freilich nicht mit den Ohren, sondern zunächst nur mit den Augen: Wir bekommen von der ganzen Pracht und Herrlichkeit dort oben nur einen winzigen Ausschnitt vermittelt – der zugegebenermaßen durchaus schon höchst beeindruckend sein kann: Alle von uns haben schon einmal einen brillanten Sternenhimmel bewundert! Das „Gesamtkunstwerk Universum“ bleibt uns jedoch zunächst vollständig verborgen, unsere „Realität“, unsere „Weltsicht“ sind stark begrenzt und eingeschränkt.

## 1.2. Dies hat insgesamt zwei Ursachen

1.2.1. Wir leben auf der Erdoberfläche wie auf dem Grund eines Ozeans. Vom freien Weltraum werden wir durch die Atmosphäre getrennt. Die zahllosen „Klänge“ des großen „kosmischen Konzerts“ wären draußen im freien Raum zwar uneingeschränkt zu vernehmen, doch unsere Lufthülle filtert und verschluckt die meisten „Töne“. Nur ein paar ganz schmale „Fensterchen“ öffnen uns den Blick in den Weltraum, und auch diese Guckerl sind gar zu oft getrübt und verschleiert (durch Dunst, Wolken, Luftverschmutzung, Streulicht...)

1.2.2. Von den vielen Strahlungen im All erreichen uns auf der Erdoberfläche nur

- das optische Licht und seine Randbereiche UV (Ultraviolett) und IR (Infrarot) bei Wellenlängen zwischen 300 und 1 000 Nanometer („nm“, 1 nm = 1 Millionstel Millimeter)
- die kosmische Radio- und Mikrowellenstrahlung der Wellenlängen 1 mm bis etwa 20 m

1.2.3. Alle anderen Strahlungen bleiben hängen

- in der Hochatmosphäre (Absorption durch Gasmoleküle)
- in der Stratosphäre (UV-Strahlung fängt sich in der Ozonschicht – immerhin sollte dies bitte möglichst geschehen!!)
- in der Troposphäre (Kohlendioxid und Wasserdampf stoppen IR und Mikrowellen)
- in der Ionosphäre (langwellige Radiostrahlung wird reflektiert)

1.2.4. Die Konsequenzen

- Wir werden von vielen lebensbedrohenden, ja sogar tödlichen kosmischen Strahlen abgeschirmt. Die Menschen, die sich über längere Zeit im Weltraum aufhalten, genießen diesen Schutz nur eingeschränkt oder überhaupt nicht – dies wird irgendwann einmal sehr bittere Folgen für kosmische Langzeitmissionen nach sich ziehen!
- Durch den technischen Einsatz von bestimmten Gasen (z.B. FCKW) kann die so wichtige stratosphärische Ozonschicht Schaden nehmen. Dies scheint die Menschheit inzwischen begriffen zu haben, die Bedrohung unseres „UV-Schutzschildes“ ist weitgehend gebannt.
- Die so ungemein interessanten nichtoptischen kosmischen Strahlungen sind nicht ohne Probleme oder schon gar nicht von der Erdoberfläche aus zu beobachten. Erst die Raumfahrt, die Opto-Elektronik und die EDV-Technik haben hier Einiges in Bewegung gesetzt.

1.2.5. Die Rolle unserer Sinnesorgane

- Unsere menschlichen Sinnesorgane sind für die Betrachtung kosmischer Strahlen überhaupt nicht geschaffen. Unsere Augen können im Durchschnitt nur Strahlungen der Wellenlängen

400 nm bis 700 nm wahrnehmen, für das „nahe“ IR und UV haben wir lediglich die Haut als „Sinnes-Organ“: Infrarotstrahlung erzeugt Wärmegefühle, Ultraviolettstrahlung erzeugt diese Sonnenbrände oder sogar Schlimmeres!

- Für das Überleben auf der Erde hat der Mensch bis vor kurzem auch überhaupt keine anderen Sinneswahrnehmungen gebraucht. Erst unsere modernen Strahlungsquellen und Strahlungsempfänger haben unsere althergebrachten Sinne machtvoll erweitern können. Ob die Grenze bei diesen „außersinnlichen Wahrnehmungen“ überhaupt schon erreicht ist, können momentan nur die Metaphysiker, die Esoteriker oder ähnliche Spezialisten / Spezialistinnen sagen.

#### 1.2.6. Die erweiterte Sensorik in der Tierwelt

Im Tierreich kennen wir eine ganze Menge von Viechern, welche die Sinneswahrnehmungen außerhalb unserer eigenen natürlichen Möglichkeiten einsetzen können. Hier wären zwei typische Beispiele:

- Die Bienen und etliche andere Flug-Insekten sehen UV-Licht und können somit auch bei bedecktem Himmel nach dem Sonnenstand navigieren
- Schlangen und viele andere Reptilien „sehen“ die Wärmestrahlung (IR), sehr oft liegt ihre Orientierung sogar vorrangig im IR-Bereich (nachtaktive Tiere...)

### 2. Die „Dritte Astronomische Revolution“

Die „Erste Astronomische Revolution“ vollzog sich, als die Erde ihre zentrale Position im Universum eingebüßt hat. Die „Zweite Astronomische Revolution“ betrifft die Beobachtungstechnik: Seit dem Jahr 1609 wird der Sternenhimmel nicht nur mit dem freien Auge, sondern mit optischen Fernrohren erforscht.

Ausgehend von dieser ursprünglich nur auf das schmale optische Band begrenzten „traditionellen, optischen“ Astronomie hatten wir bis vor etwa 100 Jahren einen ziemlich falschen Eindruck vom Universum. Man war der Überzeugung, es sei statisch, unveränderlich, ewig, geordnet und übersichtlich wie ein Uhrwerk. Das Wort „Kosmos“ bedeutet deswegen auch so viel wie „Ordnung“. Erste Zweifel daran keimten bereits Mitte des 19. Jahrhunderts, als die Spektroskopie das optische Sternenlicht weitgehend zu entschlüsseln vermochte. Das Weltall, wir wissen es durch die erweiterte Wahrnehmung inzwischen, ist völlig anders beschaffen: Die soeben ablaufende „Dritte Astronomische Revolution“ zeigt uns ein Weltall voll wilder Dynamik, voll brodelnder Aktivität, voll Schöpfung und Vernichtung, voller Werden und Vergehen.....

### 3. Elektromagnetische Strahlung

Bevor wir so richtig einsteigen, sollten wir noch ein klein wenig über einige physikalische Grundlagen reden, sonst stochern wir während der kommenden Vorträge gar zu sehr im Nebel herum. Auf die im Folgenden aufgeführten Begriffe wird immer wieder Bezug genommen, sie sind für ein tieferes Verständnis unverzichtbar!

#### 3.1. Wie entsteht elektromagnetische Strahlung?

Stark vereinfacht können wir sagen, dass jede Veränderung eines Anregungszustandes Strahlung freisetzt oder umsetzt.

Drei typische Beispiele sollen dies näher erklären:

3.1.1. „Hüpft“ ein Elektron von einer höheren Umlaufbahn auf einen niedrigeren Orbit – viele Elektronen umkreisen nämlich Atomkerne – so wird Strahlung abgegeben, und zwar in Form einer bestimmten IR-, UV- oder Licht-Strahlung („Emission“).

Umgekehrt kann eine bestimmte Strahlung ein Elektron von einer niedrigeren Umlaufbahn auf eine höhere heben („Absorption“). Natürlich läuft das Ganze erheblich komplizierter ab, doch das Prinzip ist hiermit leidlich genau beschrieben....

3.1.2. Schnelle, freie, ungebundene Elektronen werden durch Magnetfelder abgelenkt / abgebremst / beschleunigt, dabei wird Radiostrahlung bzw. Röntgenstrahlung frei gesetzt („Synchrotron-Strahlung“ oder „Bremsstrahlung“)

3.1.3. Interstellare Moleküle empfangen unter Umständen Wärme und beginnen dann, in für sie ganz typischer Weise zu schwingen. Diese Schwingungen sind die Ursache für Radiostrahlung, die uns über die Natur jener Moleküle ins Bild setzt.

3.1.3. Atomkerne werden in den Zentren von Sternen miteinander verschmolzen (Kernfusion), dabei entstehen hochenergetische Gamma-Strahlen, die einem Stern einen stetigen Energie-Nachschub sichern.

## 3.2. Was ist überhaupt „Strahlung“?

3.2.1. Die elektromagnetische Strahlung ist geprägt durch

- einen Energietransport ohne materielles Transportmittel (er ist also auch im Vakuum möglich!)
- den Doppelcharakter von Teilchen (Photon) UND Welle
- eine pulsierende Wechselwirkung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern
- eine Portionierung in „Quanten“
- die typischen Eigenschaften von „Transversalwellen“ – Beeinflussungen durch Spiegelung, Brechung, Interferenz, Beugung, Polarisation usw....

3.2.2. Der Vollständigkeit halber sei noch auf die „Teilchenstrahlen“ hingewiesen: Hier handelt es sich aber NICHT um elektromagnetische Strahlen sondern um einen Energietransport durch winzige Teilchen: Alpha-Strahlen (Helium-Kerne), Beta-Strahlen (stark beschleunigte, freie Elektronen), Neutronenstrahlen. Ein schwer nachvollziehbarer Grenzfall: Die Neutrino-Strahlung.

## 4. Spektren

Was ist ein elektromagnetisches Spektrum? Je nach den Temperaturen und nach den physikalischen Rahmenbedingungen, unter denen Strahlungen entstehen, empfangen wir kurzwellige, hochfrequente, energiereiche Strahlung („hohe Strahlungstemperatur“) oder langwellige, niederfrequente, energiearme Strahlung („niedrige Strahlungstemperatur“). Im elektromagnetischen Spektrum sind alle diese Strahlungen miteinander in einen Zusammenhang gebracht:

Gamma-Str.	Röntgen-Str.	UV	opt.Licht	IR	Mikrowellen	Radiostrahlung
< 0,01 nm	1 nm	10 nm	300 – 700 nm	10 µm	1 mm => 1m =>	100m

Abschließend zu diesem Themenkreis gibt es noch eine hübsche und sehr praktische Formel, welche den Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz beschreibt:

$$c = \lambda \nu$$

c steht hier für die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum,  $\lambda$  für die Wellenlänge und  $\nu$  für die Frequenz

### **C. Schluss**

**Mit diesen, heute erworbenen Kenntnissen werden wir uns im Folgenden eingehender auf die konkreten Beobachtungsbereiche konzentrieren können. Zum kommenden Vortrag steht die Erforschung des Himmels im Bereich der Radio-Astronomie an.**