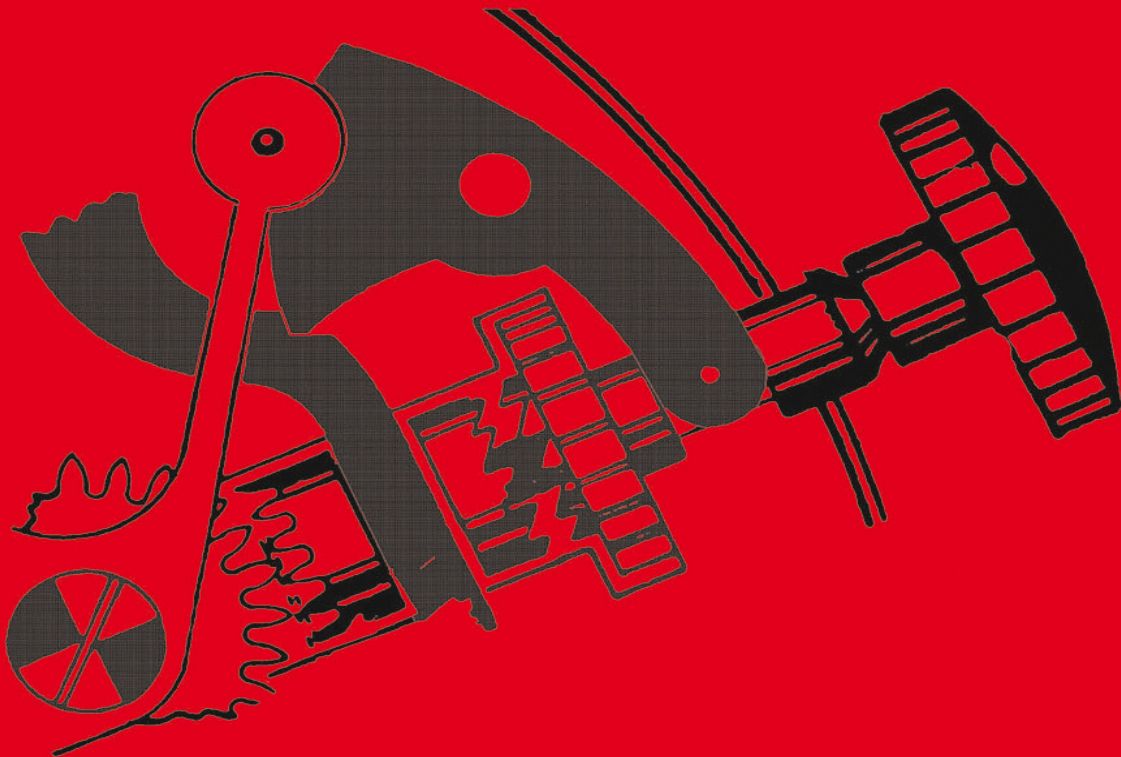


Hrsg. M. Stern

# Lehrbuch für das Uhrmacher- handwerk

Reparatur und Zeitmessung



Reprint von 1951

HEEL

Lehrbuch für das  
**Uhrmacherhandwerk**

## Impressum

HEEL Verlag GmbH  
Gut Pottscheidt  
53639 Königswinter  
Telefon 02223 9230-0  
Telefax 02223 923026  
Mail: [info@heel-verlag.de](mailto:info@heel-verlag.de)  
Internet: [www.heel-verlag.de](http://www.heel-verlag.de)

© 2010 HEEL Verlag GmbH, Königswinter

Herausgeber der Neuauflage: Michael Stern

Überarbeitung des Reprints: © Michael Stern, Berlin 2010  
[service@uhrenliteratur.de](mailto:service@uhrenliteratur.de)

Lektorat: Melanie Jaschob

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der Wiedergabe in jeder Form und der Übersetzung in andere Sprachen, behält sich der Herausgeber vor. Es ist ohne schriftliche Genehmigung des Verlages nicht erlaubt, das Buch und Teile daraus auf fotomechanischem Weg zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer bzw. mechanischer Systeme zu speichern, systematisch auszuwerten oder zu verbreiten.

Alle Angaben ohne Gewähr!

Layout u. Satz: M. Stern, Berlin

Alle Angaben ohne Gewähr

– Alle Rechte vorbehalten –

Print ISBN: 978-3-86852-331-7  
E-Book ISBN: 978-3-95843-003-7

# Zeitlose Faszination im Jahresabonnement

6 Heftausgaben + 1 Katalogausgabe zum Vorzugspreis von 54,-  
EUR



Sichern Sie sich jetzt Ihre Vorteile zum Vorzugspreis  
Von 56,- (6 Ausgaben plus Katalog 2014) und erhalten Sie als Prämie ein  
anregendes Buch über Sportuhren.  
Einfach kurz 02223 9230-28 anrufen oder an [armbanduhren@heel-  
verlag.de](mailto:armbanduhren@heel-verlag.de) schreiben.

[www.armbanduhren-online.de](http://www.armbanduhren-online.de)

Jetzt auch als kostenlose App erhältlich!  
<http://www.armbanduhren-online.de/epaper.html>

Hrsg. Michael Stern

**Lehrbuch für das  
Uhrmacherhandwerk  
Reparatur und Zeitmessung**

Bearbeitet von  
Uhrmachermeister F. Schmidt  
Studienrat H. Jendritzki  
Gewerbeoberlehrer W. Brauns

*mit 352 Abbildungen, 520 Stichwörtern*

**HALLE (SAALE) 1951**

+

**BERLIN 2010**

**HEEL**

### **Hinweise des Herausgebers**

Das zweibändige „Lehrbuch für das Uhrmacherhandwerk“ ist das letzte in Deutschland erschienene Schulbuch für Uhrmacher. Mit diesem wurden Generationen von Uhrmacherlehrlingen ausgebildet und es befand sich in fast jeder Uhrmacherwerkstatt. Hier liegt nun der zweite Band dieses Lehrbuches in neu gesetzter Form, aber unter Beibehaltung der alten deutschen Rechtschreibung vor.

Der Herausgeber konnte so zusätzliche Anmerkungen einbringen (neue deutsche Rechtschreibung), um dem Buch mehr Aktualität zu verleihen und es auch für die Uhrmacherausbildung nutzbringender zu gestalten. Die entsprechenden Anmerkungen sind gekennzeichnet (*kursiv*). Selbstverständlich wurden auch die physikalischen Einheiten den heutigen Normen entsprechend angepasst.

Bei den Begrifflichkeiten musste korrigierend eingegriffen werden, damit falsche nicht weitergetragen werden und schwer verständliche Passagen dem Leser jetzt leichter zugänglich sind. Besonders der Rechenanteil ist jetzt den Erfordernissen der „Technischen Mathematik“, so wie sie heute an den Berufsschulen gelehrt wird, angepasst.

Herrn Volker Vyskocil danken wir sehr für das Bereitstellen der auf das Buch abgestimmten und sehr zu empfehlenden Animationen unter der Internetadresse [www.uhrentechnik.de/stern/ani.htm](http://www.uhrentechnik.de/stern/ani.htm)

Wir hoffen, so die Verbindung zwischen der alten Uhrmachersprache und den heutigen Erfordernissen und Erkenntnissen hergestellt und damit zu besserer Verständlichkeit beigetragen zu haben.

Trotz größter Bemühungen waren nicht alle Rechtsinhaber dieses Buches zu ermitteln. Sollten Rechte bestehen, bitten wir um Benachrichtigung.

### **Haftungsausschluss**

Die in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden von den Autoren damals nach bestem Wissen zusammengetragen. Allerdings haben sich im Laufe der Zeit Arbeitsverfahren und Begriffe verändert. Das Buch gibt den Verfahrens- und Technologiestand um 1950 wieder. Die an diesem Buch Beteiligten übernehmen keinerlei Verantwortung bzw. Haftung für mögliche Schäden. Dies gilt auch für durchgeführte Arbeiten gemäß den hier vorgestellten Beschreibungen und Darstellungen – diese sind immer nur als Anregungen zu verstehen und entsprechen nicht durchgehend den heute gültigen Vorschriften.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

## I. Teil

### Zeit und Zeitmessung

Was ist die Zeit?

Wie wird die Zeit bestimmt?

Der Sternenhimmel

Die verschiedenen Himmelskörper

Die „scheinbaren“ und die „wirklichen“ Vorgänge am Himmel

Erdachse, Erdpole, Äquator, Breiten- und Längengrade

Die verschiedenen Zeitarten

Wie arbeitet der Astronom bei der Bestimmung der Zeit?

Zusammenfassung

Zeitzeichen und Zeitansagen

Vom Messen der Zeit

Entwicklung der Hilfsmittel, die Zeit zu messen

Sonnenuhren

### Die mechanische Räderuhr

Bezeichnungsvorschriften für Uhrenteile

A. Begriffsbestimmung der Uhr

B. Arten der Uhren

C. Aufbau der mechanischen Uhr

Das Werkgestell

Die einzelnen Bauelemente des Werkgestelles

Oberflächenveredlung

Form und Bauart der Uhr



Werkgestellverbindungen  
Pfeilerverbindungen  
Abmessung der Werkgrößen  
Die Lagerung der Wellen und Räder  
Die verschiedenen Lagerungsarten

Uhrsteine, Fassung und Einpressung

Der Kraftspeicher

Die Befestigung der Federenden

Die Verhältnisse von Feder, Federhaus und Federkern

Das Laufwerk

Das Rad

Das Trieb

Das Getriebe

Getriebearten

In der Uhrmacherei angewandte Verzahnungen

Das Hemmwerk

Hemmungen mit Rückführung für Pendeluhren

Die Hakenhemmung

Die rückführende Stifthemmung für Kurzpendel

Hemmungen mit Ruhe für Pendeluhren

Die Graham-Hemmung

Hemmungen für Uhren mit Unruh

Hemmungen mit Ruhe für Unruhuhren

Die Zylinderhemmung

Die „freie Ankerhemmung“

Freie Ankerhemmung mit Spitzzahnrad

Die Stiftankerhemmung für Wecker

Die Chronometerhemmung

Das Zeigerwerk

Zusatzeinrichtungen der Gehwerkuhr

Das Gesperr

Das Sperrrad

Die Sperrklinke

Das Gegengesperr

Die Stellung

Der Stellungsfinger

Das Stellungskreuz

Die Aufzüge

Der Schlüsselaufzug

Der Kronenaufzug

Der Kupplungsaufzug

Der Wippenaufzug

Der Gangregler als Bauelement der Räderuhr

Die Schwingungen der Gangregler

Das Schwerkraftpendel

Das mathematische Pendel und das physikalische Pendel

Die mathematische Pendellänge

Der Aufbau des Uhrpendels

Die Pendelaufhängung

Die Pendelführung

Das einfache Uhrpendel

Pendel für Seidenfaden- und Drahtösenaufhängung

Pendel für lange Blattfedern

Pendel für die Zwei-Lamellen-Pendelfeder

Das Ausgleichs- (Kompensations-)Pendel

Das Federkraftpendel

Das Abzählen oder Abstimmen einer Spiralfeder

Die Schwingungsweite der Unruh

Die einfache Radunruh

Die Ausgleichs- (Kompensations-)Unruh

Die Spiralfeder

Der Ruckerzeiger  
Die aufgebogene Spirale  
Die Spiralkurve  
Die zylindrische Spirale

Nachwort

## **II. Teil**

### **Arbeitskunde des Uhrmachers**

#### **Die uberholung (Reparatur) der Uhren**

Grundsätzliches

Die Reparatur eines Weckers

Die Reparatur einer Grouhr

Die Reparatur einer Kleinuhr

Zusatzwerke

Das Weckerwerk

Die Schlagwerke

Der Klangkörper

Die Ausführung einzelner Arbeiten

Das Polieren der Lagerzapfen

Das Einbohren von Zapfen

Die Zapfenlager

Die Steinlager

Die Zahnradeingriffe

Zugfeder und Federhaus

Das Gesperr

Das Zeigerwerk

Aufzug und Zeigerstellung

Aufzugvorrichtungen

Zeigerstellvorrichtungen

Ersatz der Aufzugwelle

Die Hemmungen

Grundsätzliches

Pendeluhrhemmungen

Spindelhemmung

Hakenhemmung

Brocot-Hemmung

Rollenhemmung

Graham-Hemmung

Das Pendel

Die Unruhhemmungen

Die Stiftankerhemmung

Geräuscharme Hemmungen

„Lautlos“-Hemmung

Die Zylinderhemmung

Die Ankerhemmung

Der Ersatz der Unruhwelle

Die Unruh

Die Spiralfeder

Der Ersatz der flachen Spiralfeder

Der Ersatz einer Breguet-Spiralfeder

Die Reinigung

Das Ölen

### **III. Teil**

#### **Rechnen**

Die vier Grundrechnungsarten

Das Wurzelziehen

Das Rechnen mit Brüchen

Die Prozentrechnung

Die Zinsrechnung

Maße

Die Flächen- und Körperberechnung

Die Flächenberechnung

Die Körperberechnung

Die Gewichtsrechnung

Zeitmaße

Die Buchstabenformel

Auswahl der wichtigsten Kurz- und Formelzeichen

Das Lösen von Gleichungen

Das Umformen der Gleichung

Die Proportionen oder Verhältnisgleichungen

Die Berechnung des Räderwerkes der Uhr

Aufbau und Wirkung des Räderwerkes

Die einfache Übersetzung

Die Übersetzung bei Riemen- bzw. Schnurgetrieben

Die Übersetzung bei Zahnradgetrieben

Mehrfache Schnurübersetzung

Einfache Radübersetzung

Mehrfache Zahnradübersetzung

Die Gehzeit bei Gewichtszuguhren

Berechnung der Halbschwingungen (Schläge) einer

Taschenuhrunruh für das Abzählen der Spiralfeder

Berechnung der Pendelschläge für einen Regulator

Die Räder zwischen dem Minutenrad und dem Sekundentrieb

Berechnung der Zähnezahlen des fehlenden Zwischenrades mit  
Trieb

Berechnung der Zähnezahlen des fehlenden Sekundenrades und  
des Sekundentriebes

Berechnung der fehlenden Zähnezahlen im Zeigerwerk

Die Berechnung von Rad- und Triebgrößen

Der Aufbau des Zahnrades

Triebgrößen

Prüfung von Rad und Trieb im Radeingriff

Berechnung eines fehlenden Rades

Berechnung des Achsenabstandes

Berechnung eines fehlenden Zwischenrades mit Trieb

Die Berechnung der Rad- und Triebgrößen mit dem Modul

Berechnungen an Gangreglern

Pendel

Berechnung der mathematischen Pendellänge

Berechnung der Halbschwingungen aus der Pendellänge

Berechnung der Längenveränderung

Verstellung der Reguliermutter mit Teilung

Längenveränderung des Pendels bei Temperaturveränderungen

Gangunterschied bei auftretender Längenänderung des Pendels

Das Abgleichen an der Unruh

Längenveränderung der Spiralfeder

Länge der Spiralfeder

Berechnung der Kurvennummer bei Breguet-Spiralen

Die Berechnung der Zugfeder

Federkern

Welche Federklingendicke sollen wir nun wählen?

Federringdicke entspannt

Windungen der Feder (entspannt)

Windungen der Feder aufgewunden

Wirksame Umgänge

Länge der Feder

**Stichwörterverzeichnis**

[Mehr zum Thema](#)

## **Vorwort**

Der seit langem erwartete zweite Band des Lehrbuches für das Uhrmacherhandwerk konnte nur mit erheblicher Verzögerung erscheinen, nachdem seine Niederschrift zweimal durch Kriegseinwirkung vernichtet wurde.

Der erste Teil dieses Bandes behandelt die Bauelemente der Uhrmacherei; in ihm werden die Grundsätze dargelegt, nach denen die Bauelemente der Uhr zu formen sind, um in zweckmäßiger Weise zu wirken. Dadurch erlangt der Lehrling die Befähigung, sich in jedes Uhrwerk hineinzudenken, auch wenn dessen Bauart erstmals vorkommt. Der vorgenannte Teil entspricht ungefähr dem in Berufsschulen vorgetragenen Stoff.

Die Arbeitskunde des Uhrmachers befindet sich im zweiten Teil. Es werden darin ausführlich alle bei der Überholung von Groß- und Kleinuhren vorkommenden Arbeiten zur Sprache gebracht.

Im dritten Teil ist alles enthalten, was der Uhrmachergehilfe an Rechenkenntnissen besitzen muß. Es bestanden Zweifel darüber, ob die vier Grundrechnungsarten mit aufgenommen werden sollten. Die Ergebnisse der Gehilfen- und Zwischenprüfungen haben aber gezeigt, wie notwendig die Wiederholung und die Befestigung der Rechenkenntnisse sind.

Durchweg wurden einheitliche Bezeichnungen angewandt und die Formelzeichen nach den DIN-Normen gegeben. Dadurch wird angestrebt, in unserem Fach einheitliche Bezeichnungen angewandt zu sehen, was die Ausbildung des Nachwuchses wesentlich erleichtern wird. Wünschenswert wäre, auch in der Fachpresse diese einheitlichen Bezeichnungen zu verwenden.

Im ersten und zweiten Teil sich befindende Wiederholungen tragen dazu bei, den Stoff von zwei Gesichtspunkten aus zu beleuchten und ihn zum wirklichen geistigen Eigentum des Lernenden zu machen. Aus diesem Grund sind auch zahlreiche Hin- und Rückverweise in den Text eingefügt worden. Ein umfangreiches Stichwörterverzeichnis erleichtert die Anwendung des Buches während der täglichen Arbeit. Es ist zu hoffen, daß



der vorliegende zweite Band des Lehrbuches viel dazu beitragen wird, die Ausbildung unseres Nachwuchses zu vereinheitlichen und sie zu vertiefen.

Auch der vorliegende Band ist eine Gemeinschaftsarbeit anerkannter Fachleute. Anregungen für die weitere Ausgestaltung des Buches für kommende Neuauflagen werden im voraus dankend begrüßt.

**W. König**

*(1951)*

## I. Teil

# Zeit und Zeitmessung

### Was ist die Zeit?

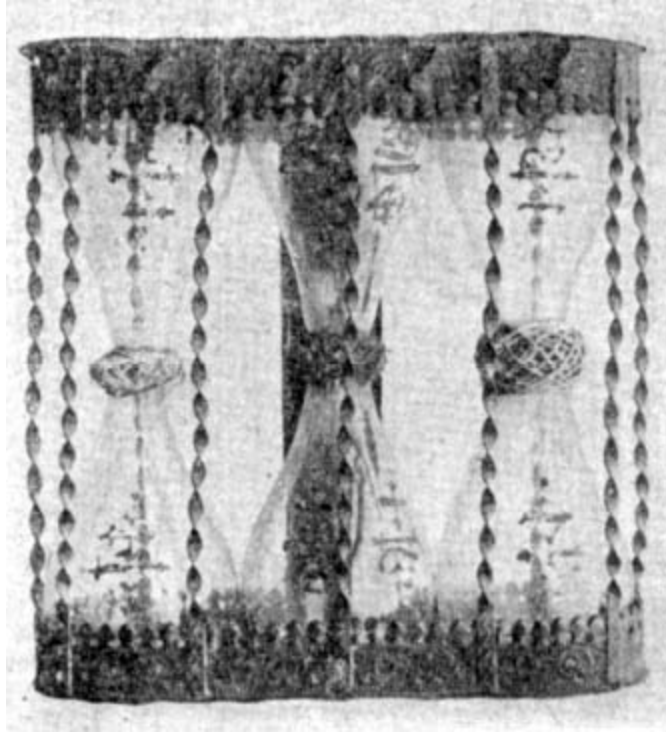
Die Zeit ist ein Begriff! In unserer Vorstellung gestaltet sie sich durch das Aneinanderreihen von Geschehnissen, die wir in unserer Gedankenwelt festgehalten haben oder die uns durch Eindrücke verschiedenster Art vermittelt werden. Da nun die Zeit unmittelbar von den kosmischen Vorgängen im Weltenraum abhängig ist, können wir mit diesen den Grundbegriff „Zeit“ in Verbindung bringen.

Die Zeit ist uns Menschen in ihrer Ewigkeit ohne Anfang und ohne Ende nicht vorstellbar. Das Kommen und Vergehen der Zeit beobachten wir durch das Vorüberziehen von Ereignissen, die sich in endloser Reihe aneinanderfügen. Dabei nennen wir das, was augenblicklich geschieht, die „Gegenwart“, das, was geschah, die „Vergangenheit“ und das, was kommen wird, die „Zukunft“.

Die Gegenwart ist nun, genaugenommen, der kürzeste Zeitabschnitt, den wir uns denken können. Denn ebenso, wie ein gezeichneter Punkt schon eine räumliche Darstellung, also ein Körper ist und ein wirklicher Punkt nur in unserer Vorstellung lebt, ist die Gegenwart als Zeitpunkt anzusehen. Im allgemeinen bezeichnet man aber mit der Gegenwart eine Reihenfolge von Geschehnissen, die uns zeitlich nahe liegen.

**Dreifach ist der Schritt der Zeit: Zögernd kommt die Zukunft hergezogen  
Pfeilschnell ist das Jetzt entfliegen, Ewig still steht die Vergangenheit.**

**(Schiller)**



Kanzel-Sanduhr mit einem schönen handgeschmiedeten Eisengestell für 15, 30 und 45 Minuten Laufzeit.

Abb. 0

## **Wie wird die Zeit bestimmt?**

Uns Uhrmachern unterliegt als Berufsaufgabe die Instandhaltung der Zeitmeßgeräte. Zur Feststellung der Genauigkeit ihrer Zeitangaben dient uns die „Normalzeit“, die wir bei unseren Uhrvergleichen als „genauen Zeitmaßstab“ zugrunde legen. Es ist daher für uns Uhrmacher von Wichtigkeit, zu wissen, „wie die Zeit bestimmt wird“! Dies ist die Aufgabe des Astronomen. Er beobachtet den Lauf der Sterne, deren gleichmäßige Wiederkehr am Beobachtungsort, von der Erde aus gesehen, ihm zum Feststellen der Zeit dient. Um mit diesem „Zeitnehmen aus den Sternen“ unsere „Uhrzeit“ bestimmen zu können, die wir als Normalzeit bezeichnen, muß der Astronom viele Berechnungen ausführen und weitere Beobachtungen anstellen.

Wollen wir diese Arbeit des Astronomen näher kennenlernen, so müssen wir uns mit der Astronomie befassen, eine Wissenschaft, die uns in ein unbegrenztes Gebiet führt. Wir wollen jedoch keine Astronomen werden, sondern für uns Uhrmacher ist es wichtig, uns mit den Vorgängen zu befassen, die zur Bestimmung der Zeit als Grundlage dienen.

Aber auch hier muß das Verstehen dieser Vorgänge auf ein allgemeines grundlegendes Wissen aufbauen, ohne das ein Vertiefen in die Ausführung über Zeitbestimmung nicht möglich ist. Leisten wir also auch hier wieder gründliche Uhrmacherarbeit; wir sind es gewöhnt, und der Erfolg wird unsere Mühe lohnen!

## **Der Sternenhimmel**

### **Das Himmelsgewölbe**

Betrachten wir in einer klaren Nacht den Sternenhimmel von einem erhöhten Ort aus, so daß uns weder Bäume noch Häuser das Blickfeld engen, so erscheint uns der Himmel als riesige Hohlkugel, an der die Sterne angeheftet sind. Wir geben dieser Erscheinung dadurch Ausdrucksform, daß wir von einem „Himmelsgewölbe“ sprechen. In Wirklichkeit aber sind die Sterne ungleich weit von uns entfernt, nur vermag unser Auge diese Unterschiede nicht wahrzunehmen. Darum müssen wir uns den Sternenhimmel als einen unermeßlich weiten Raum vorstellen, in dem die Sterne je nach ihrem Standort verschieden weit von uns entfernt sind.

Das von unserem Beobachtungsort aus gesehene Himmelsgewölbe ist nach unten durch die Horizontebene begrenzt. Unter dieser Horizontebene ist der Himmel für uns nicht sichtbar, doch hat der Himmel für unsere Vorstellung von der Horizontebene nach unten eine ebensolche Raumausdehnung, wie wir uns diese für den uns sichtbaren Himmel denken müssen.

### **Sterne und Sternbilder**

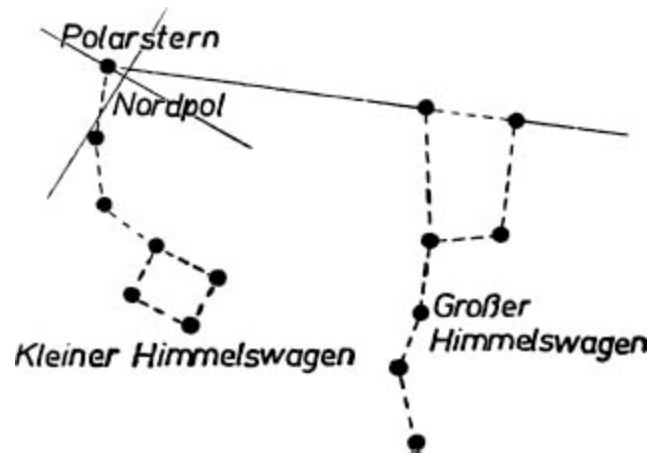
Uns erscheinen die Sterne in verschiedenen Größen oder Helligkeiten am Himmel. Es werden darum die noch mit bloßem Auge sichtbaren Sterne in

sechs Stufen – Stern erster, zweiter, dritter, vierter, fünfter und sechster Größe – eingeteilt, zu denen noch Sterne „heller als Eins“ gezählt werden. Diese Einteilung bezeichnet jedoch nur die Helligkeit des Sternes und hat mit der wirklichen Größe (Durchmesser in Kilometern) keinen Zusammenhang.

Die Sterne sind in ihren Stellungen am Himmel zu Sternbildern vereinigt, von denen etwa 89 gezählt werden. Einige davon sind durch ihre auffallende Größe leicht zu finden. Am nördlichen Himmel sind als die wichtigsten der „Große Himmelswagen“ und der „Kleine Himmelswagen“ und zur Winterszeit der mächtige „Orion“ besonders hervorzuheben. Andere Sternbilder, die für unsere Betrachtungen sehr wichtig sind, sind die zwölf Sternbilder des Tierkreises: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fisch (s. a. Sternbüchlein, Verlag Bibliographisches Institut VVB., Leipzig).

### **Himmelspol und Polarstern**

Beobachten wir den Himmel einige Zeit, so stellen wir fest, daß die Sterne ihre Stellungen zu einem am Horizont gewählten Punkt verändern und daß sich das Himmelsgewölbe zu drehen scheint. Der Punkt, um den diese scheinbare Drehung stattfindet, nennt man „Himmelspol“, „Himmelsnordpol“ oder nur „Pol“. Nahe diesem Himmelspol steht der Polarstern, ein Stern zweiter Größe, den wir am Himmel leicht finden können, wenn wir den Großen Himmelswagen suchen und in Richtung der zwei hinteren Räder eine gerade Linie zum vorderen Deichselstern des Kleinen Himmelswagen ziehen ([Abb. 1](#)). Der Himmelsnordpol befindet sich diesem Polarstern so nahe, daß wir bei unseren Betrachtungen Pol und Polarstern als eins annehmen können.



Bestimmung des Himmelspols nahe dem Polarstern

Abb. 1

## Himmelsachse

Denken wir uns eine gerade Linie von diesem Polarstern durch die Mitte der Erde gelegt und in dieser Richtung nach dem südlichen Himmel fortgesetzt, so erhalten wir die „Himmelsachse“, um die die ganze Himmelskugel ihre Drehungen auszuführen scheint.

## Himmelsäquatorebene

Denken wir uns eine Ebene, die durch den Mittelpunkt der Erde gelegt ist und auf der die Erd- und Himmelsachse senkrecht steht, so haben wir damit die Himmelsäquatorebene bestimmt. Diese teilt den Himmel in die nördliche und die südliche Hälfte. Der Kreis, an dem diese Ebene die Erdoberfläche berührt, ist der Erdäquator.

## Die verschiedenen Himmelskörper

Bei den Ausführungen über den Sternenhimmel haben wir im allgemeinen nur von Sternen gesprochen und sind auf die Verschiedenartigkeit der Sterne nicht weiter eingegangen, weil es ohne Belang für das Gesagte war. Kommen wir jedoch zu unserer gestellten Aufgabe über die

Zeitbestimmung zurück, so ist es sehr wichtig, daß wir uns näher mit den Arien der Sterne beschäftigen und diese zu unterscheiden lernen.

### **Fixsterne**

Schauen wir uns den Sternenhimmel des öfteren an, so finden wir die Sterne in den Sternbildern stets gleichmäßig angeordnet, so daß es den Anschein erweckt, als ob diese Sterne am Himmelsgewölbe fest stehen, also ein „fixes System“ miteinander bilden. Daher mag auch die ältere Benennung stammen, die diese Sterne als „Fixsterne“ bezeichnet. In Wirklichkeit aber gibt es ein Feststehen dieser Sterne am Himmel nicht, nur erscheint uns diese Bewegung infolge der unermesslich großen Entfernung der Sterne als so gering, daß selbst nach einer großen Zeitspanne die Veränderung nur schwer nachweisbar ist. Für unsere folgende Betrachtung können wir darum die Fixsterne als fest stehend am Himmel bezeichnen. Sie strahlen eigenes Licht aus. Ihre Entfernungen von der Erde sind so groß, daß mit Millionen und Billionen Kilometern in der Maßeinheit gerechnet werden muß, um die Entfernungen auszudrücken (s. a. [S. 15](#)).

### **Die Sonne**

Zu den Fixsternen gehört auch unsere Sonne. Sie ist mit ihrer mittleren Entfernung von etwa 150 Mill. Kilometer von der Erde aus der uns am nächsten stehende Fixstern. Der Sonnenkugeldurchmesser beträgt 1,4 Mill. Kilometer, und eine Umdrehung um ihre eigene Achse dauert etwa 26 Erdtage. Auch die Sonne hat mit ihrem ganzen Sonnensystem eine Eigenbewegung, mit der sie mit einer Geschwindigkeit von 20 Kilometer/Sekunde dem Sternbild des Herkules zustrebt, doch lassen wir auch diese Bewegung bei unseren Betrachtungen unberücksichtigt. Der Sonnenkern ist mit einer Hülle aus glühenden Metaldämpfen und Wasserstoff umgeben. Sie strahlt Licht und Wärme aus, und ihre Oberflächentemperatur beträgt etwa 5.800° C.

### **Planeten**

Im Gegensatz zu den Fixsternen bezeichnen wir all die Himmelskörper, die ihre gegenseitige Lage und ihre Stellung im Himmelsraum sichtlich verändern, als „Wandelsterne“ oder „Planeten“. Diese schnelle Lagenveränderung hat ihre Ursache in der Umkreisung der Planeten um die Sonne. Zur Sonne gehören die neun Planeten, nach ihrer Entfernung von der Sonne aus wie folgt geordnet: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Die Planeten strahlen selbst kein Licht aus, sondern werden von der Sonne beschienen, wodurch ihnen Licht und Wärme vermittelt wird. Außer ihrer Umkreisung um die Sonne drehen sie sich auch um sich selbst, und diese Bewegungen der einzelnen Planeten sind sehr verschieden, da diese von der Größe der Planeten und dem Zustand ihrer Masse abhängig sind.

### **Die Erde**

Unter den Planeten ist es unsere Erde, mit der wir uns besonders befassen müssen, da wir mit ihr eng verbunden sind und alles Geschehen im Weltenraum von unserem Standort auf der Erde aus wahrnehmen. Die Erde hat die Gestalt einer etwas abgeflachten Kugel, ihr größter Durchmesser beträgt 12.756,776 Kilometer. Sie dreht sich im umgekehrten Uhrzeigersinn um sich selbst, so daß wir mit ihr auf der Erdoberfläche eine Bewegung von Westen nach Osten zu ausführen. Auch ihre Bewegung um die Sonne führt sie in der gleichen Bewegungsrichtung aus. Im Innern befindet sich die Erde im feuerflüssigen Zustand, während die Erdoberfläche erkaltet ist. Die Bestrahlung der Erde durch die Sonne und das Vorhandensein einer Lufthülle sind als Urquell alles Lebens zu bezeichnen.

### **Monde**

Zu den Wandelsternen gehören auch die Monde, die die Planeten umkreisen und mit diesen zugleich um die Sonne wandern. Sie werden darum „Trabanten der Planeten“ genannt. Ihr Licht erhalten sie wie die Planeten von der Sonne.

Die Zahl der Monde, die die Planeten umkreisen, ist verschieden. Es gehören zu Erde und Neptun je ein Mond, zu Mars zwei kleine Monde;



Uranus hat vier und Jupiter neun Monde. Saturn umkreisen zehn Monde, und dieser ist außerdem noch mit einem frei schwebenden Ringgebilde umgeben.

### **Der Erdenmond**

Der Mond, der unsere Erde umkreist, ist der uns am nächsten stehende Himmelskörper, seine Entfernung von der Erde beträgt 380.000 Kilometer. Er ist kugelförmig und hat einen Durchmesser von 3.475,9 Kilometer, das ist etwas mehr als der vierte Teil des Erddurchmessers, seine Masse beträgt jedoch nur den 81. Teil der Erdmasse. Seine Umdrehung um sich selbst und seine Bewegung um die Erde erfolgen in gleicher Richtung wie die Erdumdrehung, also im umgekehrten Uhrzeigersinn.

### **Die „scheinbaren“ und die „wirklichen“ Vorgänge am Himmel**

Das Weltall mit seinen Wundern zu erforschen, führte schon im Altertum zu Beobachtungen, die bis 3.000 Jahre vor der Zeitwende zurückliegen. Bedeutende Forschungen unternahmen dann die Araber und die alten Griechen. Sie betrachteten die Erde als den Mittelpunkt des Weltalls, um den sich das ganze Himmelsgewölbe dreht. Von der Erde als Zentralgestirn nahmen sie jedoch an, daß sie im Weltall still steht.

#### **Die „scheinbaren Vorgänge am Himmel“**

So nennt man diese Auffassung der Bewegungen, sie seien so, wie wir sie von der Erde aus beobachten können und wie sie sich vor unserem Auge abspielen. Diese Lehre wird nach den von dem Astronomen Ptolemäus 150 Jahre nach der Zeitwende aufgestellten Grundsätzen „Die Lehre vom ptolemäischen Weltsystem“ genannt. Diese scheinbaren Bewegungen dienen auch heute noch oft zur Erklärung der Vorgänge am Himmel.

#### **Die „wirklichen Vorgänge am Himmel“**

Der deutsche Forscher und Astronom Nikolaus Kopernikus, geb. 1473 zu Thorn, erkannte jedoch durch seine Beobachtungen und Berechnungen, daß sich in Wirklichkeit die Erde um sich selbst dreht und um die Sonne bewegt und die Sonne das Zentralgestirn der Erde und der anderen Planeten ist. Diese Entdeckungen wurden etwa 100 Jahre später durch den deutschen Astronomen Kepler durch die „Keplerschen Gesetze“ festgelegt und bewiesen, so daß von dieser Zeit an „Die Lehre vom kopernikanischen Weltsystem“ als Grundlage für alle weiteren Erforschungen des Weltalls diente.

Bei unseren nachfolgenden Ausführungen wollen wir uns nun eingehend mit den wirklichen Vorgängen am Himmel befassen, da diese bei unseren Betrachtungen alle Fehlschlüsse ausschließen und überdies auch den Vorgang der Zeitbestimmung leichter verständlich machen.

Im Zusammenhang mit den angeführten Forschungen und Entdeckungen sei hier erwähnt, daß den Astronomen durch die Erfindung des Fernrohres durch Lipperhey 1608 ein wertvolles Hilfsmittel gegeben wurde und daß der Ausbau dieser optischen Instrumente die Beobachtungen außerordentlich förderte. Die Entdeckung der Pendelgesetze durch Galilei führte zur Erfindung der Pendeluhr durch Huygens, durch die genaue Messungen und Vergleiche bei den angestellten Beobachtungen ermöglicht wurden.

## **Erdachse, Erdpole, Äquator, Breiten- und Längengrade**

### **Die Erdachse**

Als wir von dem Himmelspol, dem Polarstern und der Himmelsachse sprachen, stellten wir uns diese als eine Gerade vor, die vom Polarstern durch den Mittelpunkt der Erde gelegt ist und um die sich das Himmelsgewölbe zu drehen scheint. Da sich aber nun in Wirklichkeit die Erde dreht, wird es uns leicht verständlich, daß diese Gerade die Erdachse darstellt und in ihrer Verlängerung zugleich auch die Himmelsachse bildet. Die Folge davon ist auch, daß die Erdachse in die Richtung des Polarsternes

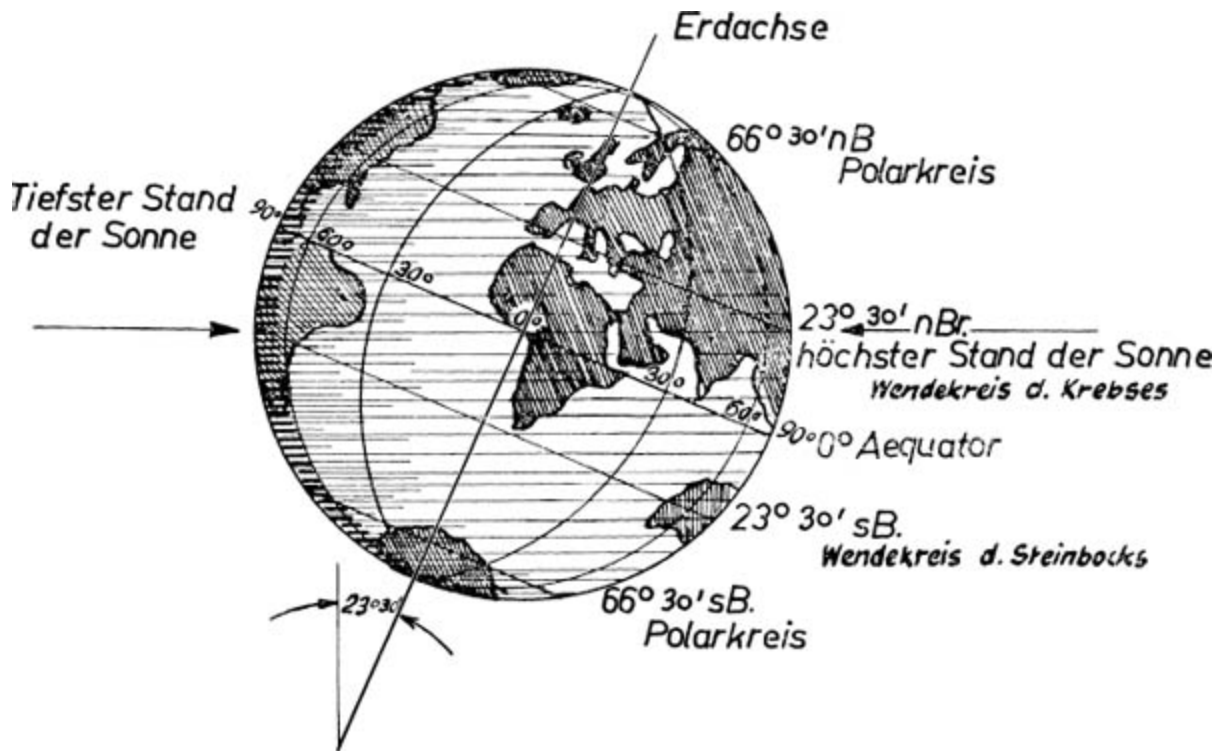
zeigt und sie ihre Richtung während der Wanderung der Erde um die Sonne nicht verändert.

### **Die Erdpole**

Genau so, wie die Himmelspole durch die Himmelsachse bestimmt werden, verhält es sich mit der Erde. Die Erdachse ist durch die Punkte der Erde gelegt, die bei der Drehung der Erde sich nur um sich selbst bewegen, während alle weiter davon entfernt liegenden Punkte kleine und größere Kreise beschreiben. Der nördlichste, der zum Polarstern zeigt, ist der Nordpol und der südlichste der Südpol. Wir sagen also, die Erdachse ist durch den Nord- und Südpol gelegt, um die die Erde ihre Drehungen ausführt.

### **Der Äquator und die Breitengrade**

Gehen wir vom Nordpol auf der Erdoberfläche ein Stück abseits und beobachten diesen Punkt bei der Drehung der Erde, so stellen wir fest, daß dieser Punkt einen Kreis beschreibt. Diese Kreise werden immer größer, bis wir an der Stelle der Erdoberfläche angelangt sind, die gleich weit vom Nord- und Südpol entfernt ist. Dieser größte Kreis teilt die Erde in die nördliche und die südliche Erdhalbkugel – es ist der Äquator. Von diesem aus werden nun all die Kreise, die in gleicher Ebene liegen, zum Nordpol wie zum Südpol hin kleiner, bis sie an den Polen nur noch als Punkte anzusehen sind. Geographisch ist die Erde vom Äquator aus zu den Polen hin in je 90 Teile unterteilt, die die Breitengrade bilden und die wieder in je 60 Bogenminuten zu je 60 Bogensekunden gegliedert sind. Wir sprechen daher von nördlicher und südlicher Breite ([Abb. 2](#)).



die Erde mit ihren Zonen- und Wendekreisen

Abb. 2

Außer diesen Breitengraden finden wir auf einem Globus, auf einer Karte oder in [Abb. 2](#) die verschiedenen Zonen. Nahe dem Nordpol bei  $66^{\circ} 30'$  nördlicher Breite und nahe dem Südpol bei  $66^{\circ} 30'$  südlicher Breite liegen die beiden Polarkreise, und bei  $23^{\circ} 30'$  nördlicher Breite befindet sich der Wendekreis des Krebses und bei  $23^{\circ} 30'$  südlicher Breite der Wendekreis des Steinbocks. Durch diese vier Zonenkreise ist die Erde in die Zonengebiete eingeteilt, die folgende sind: heiße Zone zwischen den Wendekreisen des Krebses und des Steinbocks, gemäßigte Zonen zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen und kalte Zonen von den Polarkreisen bis zu den Polen. Die Bedeutung der einzelnen Zonenkreise finden wir noch näher erläutert, wenn wir über die Jahreszeiten und den Lauf der Sonne sprechen.

### Die Längengrade

Der Äquator ist an seinem Umfang in gleicher Weise wie ein Kreis in 360 Grade eingeteilt. Durch diese Gradpunkte sind über die nördliche und die

südliche Halbkugel Kreisbogen gelegt, die alle im Nordpol und Südpol zusammentreffen. Diese werden Längengrade oder „Meridiane“ genannt, wovon jeder wieder in je 60 Bogenminuten zu je 60 Bogensekunden unterteilt ist.

Gezählt werden diese Längengrade vom Nullmeridian aus, der durch die Sternwarte von Greenwich (sprich: grinidsch), einer Stadt in Südengland, gelegt ist. Von da aus zählen die Längengrade nach Osten und Westen mit je  $180^\circ$ , wir unterscheiden also östliche und westliche Länge. Der 180. Längengrad verläuft durch den Stillen Ozean – er bildet zugleich die Datumsgrenze.

Durch diese geographische Einteilung der Erdoberfläche ist es möglich, die Lage eines Ortes genau zu bestimmen und anzugeben, wozu stets der Schnittpunkt eines Längen- und Breitengrades dient. Im weltberühmten Dresdner Mathematisch-Physikalischen Salon ist im Kuppelbau des Direktionsgebäudes ein Durchgangsinstrument aufgestellt (s. a. „Sternzeit“, S. 20), dessen geographische Lage mit  $51^\circ 3' 14,7''$  nördlicher Breite und  $13^\circ 30' 13,95''$  östlicher Länge bestimmt wurde.

## **Die verschiedenen Zeitarten**

Alle vorangegangenen Erklärungen über die Zeit und die Vorgänge am Himmel dienen gleichsam als Vorwort zu dem Folgenden. Es ist eine unbedingte Voraussetzung, daß sich jeder eingehend über die darin behandelten Gebiete unterrichtet, ehe er sich mit den verschiedenen Zeitarten befaßt. Begehen wir nicht den Fehler, oberflächlich in diesem Buch den Abschnitt zu suchen, der die eine oder andere Frage beantwortet. Die Abhandlungen sind eng miteinander verbunden und geben nur zusammenhängend ein klares Bild über die Fragen ab, über die ein Uhrmacher unterrichtet sein muß. Denn was man von jedem gebildeten Menschen verlangt, das gilt vor allem für den Uhrmacher, daß er das Hauptsächlichste von den Vorgängen am Himmel kennt. Beschäftigen wir Uhrmacher uns doch täglich mit der Zeit, da es unsere Aufgabe ist, den

Kunden mit genauer Zeit zu versorgen. Richtet aber einmal ein Kunde an Dich die Frage, auf welche Weise die „genaue Zeit“ ermittelt wird, dann mußt Du in sachgemäßer Erklärung Aufschluß darüber geben können. Es ist für Dich eine Empfehlung an den Kunden und für den Kunden ein Beweis Deiner Kenntnisse, die jedem Uhrmacher als gewissenhaftem Fachmann eigen sein müssen!

Es ist also unsere Aufgabe, nun die Zeitarten und ihre wesentlichen Unterschiede sowie deren Bestimmung kennenzulernen, die wir in folgenden Abschnitten behandeln:

- Sternzeit
- Wahre Sonnenzeit
- Mittlere Sonnen- oder Ortszeit
- Zonen- oder Normalzeit
- Weltzeit
- Sommerzeit

### **Die Sternzeit**

Wir beobachten an einem Abend bei klarem Himmel einen Fixstern auf seinem scheinbaren Weg um die Erde, um die Dauer seiner Umlaufzeit zu ermitteln. Dazu suchen wir einen geeigneten Standort auf, von dem aus wir eine Dachkante des Hauses sehen können, die nach Möglichkeit in der Nord-Süd-Richtung liegt. Unsere Aufstellung müssen wir so wählen, daß wir diese jederzeit wieder einnehmen können. Nun beobachten wir den für unseren Versuch gewählten Fixstern, wenn dieser an der Dachkante verschwindet. Diese Zeit stellen wir an unserer Taschenuhr fest. Am kommenden Abend wiederholen wir unsere Beobachtung, müssen jedoch etwas früher unseren Aufstellungsort einnehmen, wenn wir das Verschwinden des Sternes an der Dachkante wieder bestimmen wollen, denn dieses findet etwa 4 Minuten früher statt als am Abend vorher. Genaugenommen sind es 3 Minuten und 56 Sekunden, so daß also zwischen den zwei gleichen Stellungen des Sternes ein Zeitabschnitt nach unserer Uhrzeit von 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden liegt. Da sich aber die Erde einmal um sich selbst gedreht hat und wir auf diese Weise