



## Uhr und Schiebelehre - eine Parallele

### Zusammenfassung

In der Entwicklungsgeschichte von Uhr und Schiebelehre gibt es jeweils ein in der Anzeige vergleichbares Gerätepaar. Ausnahme ist der Nonius-Schiebelehre, deren Uhren-Gegenstück keine Verbreitung fand.

### Inhalt

1. Einleitung
2. Vergleich der Anzeige-Methoden
3. Herleitung der Nonius-Uhr
- 4 Weiterentwicklung der Nonius-Uhr
5. Warum gab es keine Nonius-Uhr ?
6. Von der Nonius-Uhr zur Moiré-Uhr
7. Literatur

#### 1. Einleitung

Die Uhr „geht mit der Zeit“, sie zeigt etwas Vergängliches momentan an. Mit der Schiebelehre wird eine Länge, die im Allgemeinen dauerhaft ist, gemessen. Vom Zweck her gesehen besteht somit zwischen beiden Geräten ein beträchtlicher Unterschied. Dennoch sind sie in einem Punkte vergleichbar: Es sind die Anzeige-Methoden. Bei der technischen Fortentwicklung entstand jeweils ein in der Anzeige vergleichbares Gerätepaar. Ausnahme ist die Nonius-Schiebelehre, die kein Uhren-Gegenstück hat.

Die fehlende Nonius-Uhr wird entworfen. Sie wird weiter entwickelt, damit sich alle Ablesungen vom Zifferblatt aus vornehmen lassen. Danach folgen Ueberlegungen, warum es dies Nonius-Uhr nicht gab, warum der alten Einzeiger-Uhr gleich die Zweizeiger-Uhr folgte. Abschliessend wird anhand einer Moiré-Uhr auf eine Variante des Nonius-Prinzips eingegangen.

#### 2. Vergleich der Anzeige-Methoden

In Abb.1 sind die einander entsprechenden Ausführungen bei der Uhr (links) und bei der Schiebelehre (rechts) gegenüber gestellt. Die technische Fortentwicklung verläuft im Bild von oben nach unten.

Am Anfang ist die Präzision bei jedem Gerät noch klein. Deshalb begnügen sich die ersten Uhren mit nur einem, dem Stundenzeiger, und die erste Schiebelehre, die Kluppe hat auch nur einen Zeiger, nämlich die Vorderkante des Schiebers (Abb.1, 1.Zeile). Bei der Uhr kommt der Minutenzeiger als zweiter bald dazu; bei der

Schiebelehre ist die zusätzliche uhrenförmige Anzeige jedoch sehr jung (3.Zeile). Auch in der vorläufig letzten, der digitalen Stufe (4.Zeile) besteht Aehnlichkeit bei der Anzeige.

Besondere Bewandnis hat es mit der Nonius-Uhr in der 2.Zeile. Sie wurde beim Uebergang von der Einzeiger- zur Zweizeiger-Uhr offensichtlich übersprungen, obwohl eine einfache Ausführung rechtzeitig vorgeschlagen wurde (*Père Mathion*, 1676, [1]). Ihren Platz in Abb.1 nimmt die Uhr ein, die im folgenden Abschnitt hergeleitet und weiterentwickelt wird.

#### 3. Herleitung der Nonius-Uhr

Der Nonius ist das Strichmuster auf dem Schieber, das in bestimmtem Verhältnis zu den Skalenstrichen des festen Stabes ausgelegt ist und mit ihnen korrespondiert (Abb.1, 2.Zeile, rechts und Abb. 2 bis 4, links). Fluchtet ein Schieber-Strich mit einem Skalen-Strich, so wird ein Teilwert der Skalen-Einheit angezeigt. Meistens wird der Millimeter in seine Zehntel aufgelöst (Zehntel-Nonius).

Der Nonius ist ein zweiter Zeiger, der aber materiell nicht existiert, sondern nur eine momentane Fluchtung zweier Striche ist. Er übernimmt bereits die Funktion des späteren echten Zeigers (Abb.1, 3.Zeile, rechts). In der herzuleitenden Uhr geht er dem echten Minutenzeiger voraus und verlangt vom Uhrwerk noch keinen weiteren als den Stunden-Abtrieb. Der direkte und einfache Schritt vom Vorbild zur Uhr ist in Abb.2 dargestellt. Bei einem linearen Zwölftel-Nonius sind die Schieber-Striche mit Teilwerten der Stunde in Minuten beschriftet. Die Geraden von Stab und Schieber werden in Kreise umgeformt. Aus dem Stab wird das feste Zifferblatt mit Stunden-Skala. Der Schieber wird zur drehenden Scheibe mit Stunden-Antrieb. Auf ihr wird der Ablauf der Stunde in 12 Teilschritten ( $1 \text{ Teil} = 60/12 = 5 \text{ Minuten}$ ) erkennbar. Beim ersten Scheiben-Strich ist der Stundenzeiger angebracht.

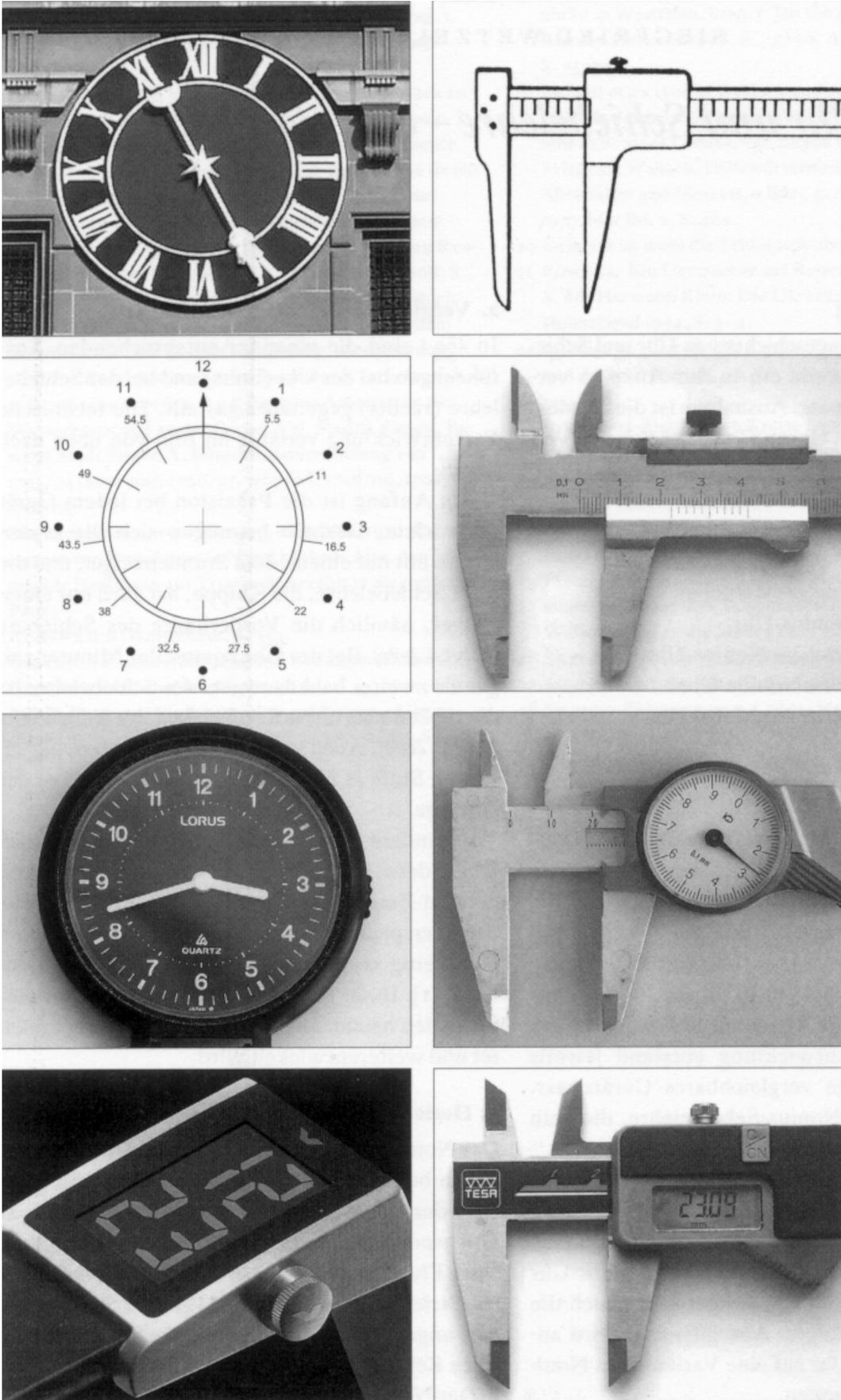


Abb.1 Sich entsprechende Anzeige-Methoden bei Uhr und Schiebelehre

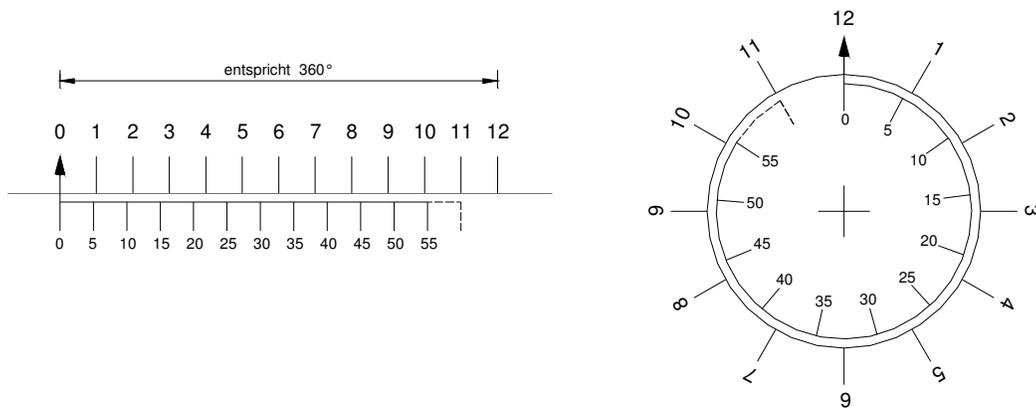


Abb.2 Nonius-Uhr

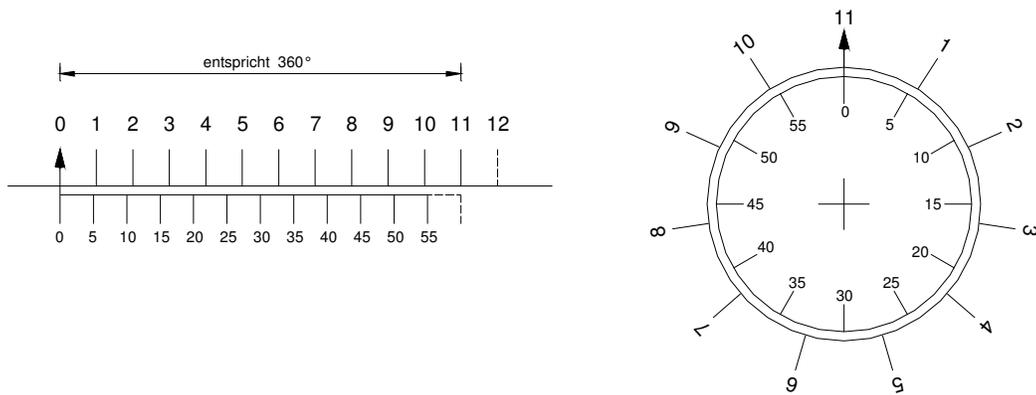


Abb.3 11-Stunden- Nonius-Uhr

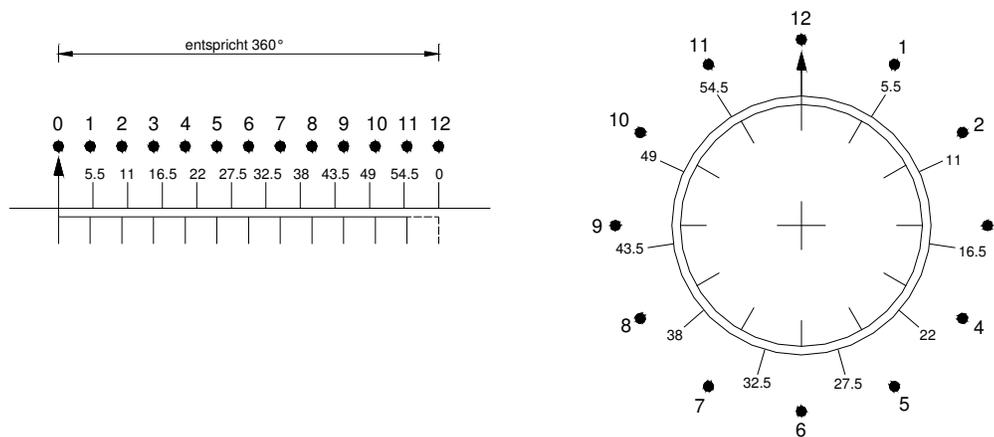


Abb.4 Verbesserte Nonius-Uhr

Diese „Eins zu Eins“-Nonius-Uhr ist zum bequemen und sicheren Ablesen der Minuten immer so zu drehen, dass der Stundenzeiger oben ist. Gegenüber der Einzeiger-Uhr ist das ein Schritt zurück, während die Nonius-Schiebelehre nicht anders als die ältere einfache Kluppe gehalten werden muss. Da es vor der Einführung der Zweizeiger-Uhr vermutlich noch keine tragbaren und somit beliebig in der Hand haltbaren Uhren gab, wäre diese einfache Lösung ohne Weiterentwicklung auch kaum in Gebrauch gekommen.

#### 4. Weiterentwicklung der Nonius-Uhr

Ziel ist, die Minuten-Anzeige zusätzlich zur Stunden-Anzeige auf festem Zifferblatt unterzubringen.

In Abb.3 ist ein Zwischenschritt dargestellt. Die Uhren-Skala entsteht aus einem um 1 Stunde verkürzten Zwölftel-Nonius. Dadurch wird die Scheiben-Skala zum gewünschten Vollkreis. Bei vorläufig noch angewendeter üblicher Nonius-Ablesemethode handelt es sich aber um eine 11h-Uhr.

Der Schlussschritt ist überraschend einfach (Abb.4). Werden nämlich die Strich-Konjunktionen von aussen her, d.h. vom festen Zifferblatt aus registriert und bewertet, so ist das Ziel erreicht. Die äusseren Striche unterteilen die Stunde zwar nur in 11 Teile (1Teil =

$60/11 = \text{ca. } 5,5$  Minuten). Es bleibt aber bei einer 12h-Uhr. Der Stundenzeiger behält seine eigene engere Skala mit 12 Markierungen. Es ist die äussere der beiden Skalen. Diese verbesserte Nonius-Uhr ist schon in Abb.1 enthalten.

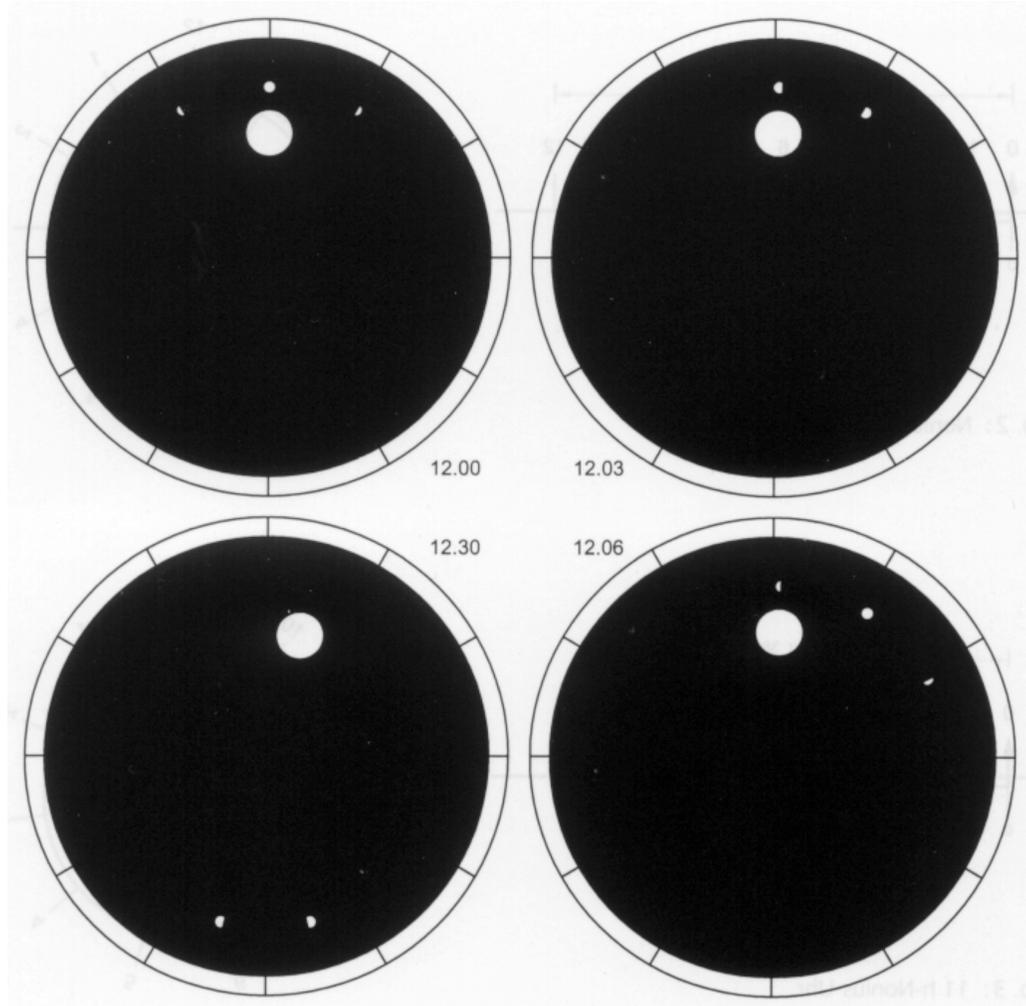


Abb.5 Uhr mit Minuten-Moiré

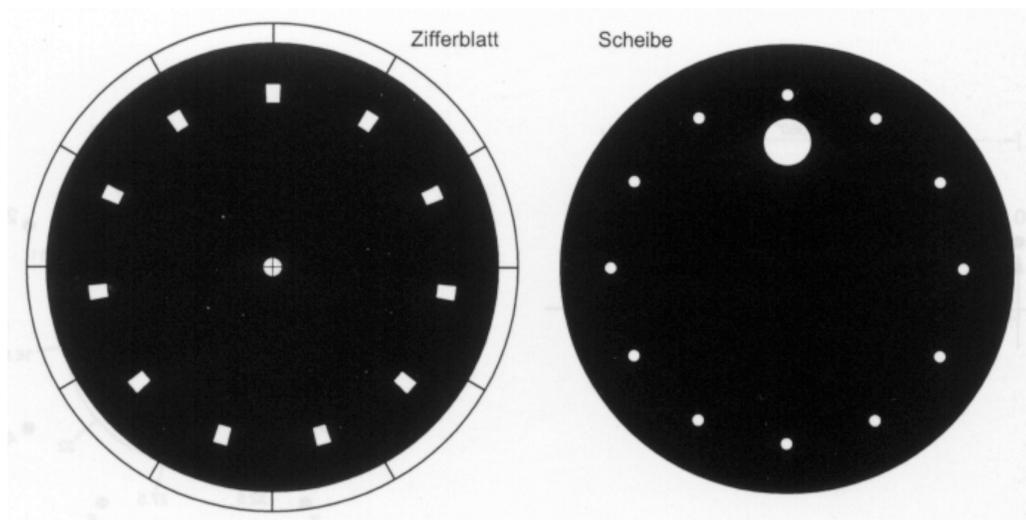


Abb.6 Zifferblatt und Scheibe der Moiré-Uhr von Abb.5

## 5. Warum gab es keine Nonius-Uhr ?

Das Nonius-Prinzip erlangte also bei der Uhr keine Bedeutung. Die Nonius-Schiebelehre hatte hingegen grosse Verbreitung und bekam erst verspätet einen Nachfolger mit echtem zweiten Zeiger. Denn der Zusatzaufwand von Zahnstange und Ritzel, um lediglich die Ableseung bequemer zu machen, konnte lange Zeit nicht in Kauf genommen werden. Bei der Uhr brauchte der Minutenzeiger aber nur auf einer vorhandenen Zwischenwelle angebracht werden, denn von Anfang an waren zwischen schnellem Gangrad und Stundenantrieb mehrere untersetzende Rädergetriebe nötig. Die Getriebestufung musste nur so gewählt werden, dass eine der Zwischenwellen als Minutenantrieb geeignet war. Das bequeme Ablesen der Minute wurde somit sehr früh und erst noch mit höherer (Sechszigstel-) Auflösung als bei der Nonius-Uhr möglich.

## 6. Von der Nonius-Uhr zur Moiré-Uhr

Das Nonius-Prinzip ist eine nüchterne, wohl in der Vergangenheit passende Anzeige-Methode. Es ist wenig wahrscheinlich, dass die Nonius-Uhr – obwohl als weiterentwickelte Variante vorliegend – in der Gegenwart Aufmerksamkeit finden wird. Von der Nonius-Uhr aus führt aber ein Fortschritt zu einer anderen, bisher nicht angewendeten Anzeige-Methode, die Interesse verdient. Ihr liegt der Moiré-Effekt zu Grunde, der wegen seiner faszinierenden Wirkung häufig in der Kinetischen Kunst benutzt wird, aber auch in technischen Anwendungen vorkommt.

Abb.5 enthält die der Nonius-Uhr von Abb.4 entsprechende Moiré-Uhr. Die aus zwei bis drei Punkten bestehende, scheinbar umlaufende Moiré-Figur macht den Ablauf der Stunde viel augenscheinlicher als der Nonius, dessen Fluchtungen erst gesucht werden müssen. Aus der Moiré-Figur ist die Zeit bei schnellem Blick auf fünf Minuten, bei Interpolation sogar bis auf eine Minute genau ablesbar.

Wird, wie in Abb.7, eine Scheibe auf der Minutenachse angebracht, so kann mit Hilfe des Moiré-Effektes die Drehung des Sekundenzeigers simuliert werden. Diese scheinbare Moiré-Drehung ist besonders faszinierend, da sie ja sehr schnell erfolgt. Die Teilungszahlen für Zifferblatt und Scheibe betragen hier 59 und 60.

Eine Moiré-Figur entsteht, wenn man zwei gleiche Muster, deren Rastermasse sich geringfügig unterscheiden, übereinander legt, wobei sich das obere auf durchscheinendem Untergrund befinden muss. Bei einer solchen Figur sind Konjunktionen und vor allem deren Veränderungen viel deutlicher sichtbar als beim Nonius, wo die beiden Muster nur aneinander stossen. Eine Moiré-Figur kann aber auch recht verwirrend sein, weil sie dieselbe ganze Fläche wie jedes der beiden Muster ausfüllt. Hier hilft die Positiv-Negativ-Umkehr, die bei beiden Mustern anzuwenden ist. Die Nonius-Uhr hat schwarze Striche auf weissem Grund (Abb.4). Bei der Moiré-Uhr sind kleine weisse Flächen auf schwarzem Zifferblatt-Hintergrund und Löcher in der schwarzen Stundenscheibe gewählt (Abb.6). Wird die Scheibe aufs Zifferblatt gelegt (Abb.5), so sind nur die momentan weiss hinterlegten Löcher sichtbar, im Grenzfall nur ein Loch. Die anderen scheinen nicht zu existieren. Die Scheibe enthält einen zusätzlichen grossen weissen Punkt als Stundenzeiger. Auf die im Rahmen der vorliegenden Darstellung hilfreichen Stundenstriche des Zifferblattes oder andere Skalen kann aber bei der Ausführung einer solchen Minimal-Uhr auch noch verzichtet werden.

Die Grösse der Löcher und der weissen Flächen bestimmt, wieviel Punkte (weiss hinterlegte Löcher) gleichzeitig sichtbar sind. Beim Sekunden-Moiré (Abb.7) ist diese Punktzahl zu Gunsten der Sichtbarkeit der resultierenden Figur auf Kosten nicht benötigter hoher Auflösung grösser gewählt als beim Minuten-Moiré (Abb.5).

## 7. Literatur

[1] Jean G. Lavolette: "De la mesure en général et de celle du temps", Chronométrophilie, été 2001

Februar 2008  
Siegfried Wetzel, CH 3400 Burgdorf  
s.wet@gmx.net

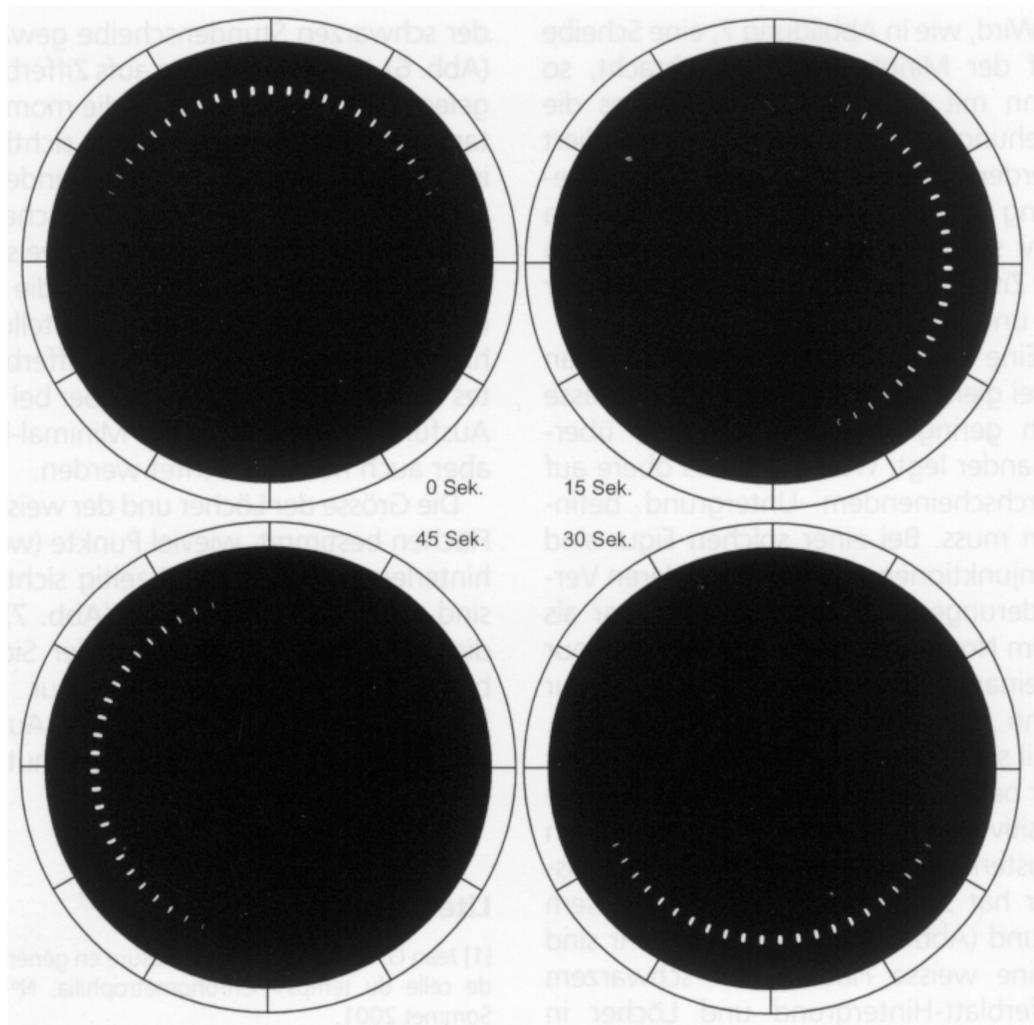


Abb.7 Uhr mit Sekunden-Moiré