Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 49 (1951)

Heft: 8

Artikel: Bemerkungen zur Aufnahme rhythmischer Zeitzeichen mit Hilfe der Methode des Koinzidenzen-Bildes

Autor: Hunziker, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-208352

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

ster Art und Form erhalten, nachführen und allen Interessenten zur Verfügung halten. Nur wenn wir in allen in der Praxis auftretenden Fragen das einfachere als den Feind des herkömmlichen und komplizierteren sehen, wird es möglich sein, in einer nützlichen Frist über alle Landesteile Übersichtsplankopien im Sinne der neuen Ordnung bereitzustellen. Auch bei allem Streben nach Einfachheit und Zweckmäßigkeit wird die Aufgabe, deren Hauptlast die kantonalen Vermessungsämter zu tragen haben, noch groß genug sein. Glücklicherweise wissen heute die Vermessungsbehörden der Kantone, was sie in ihren Amtskreisen der Forschung und Planung an planlichen Unterlagen schuldig sind. Die große Aufgabe wird auch den Nachführungsgeometern und vor allem vielen Vermessungstechnikern und Zeichnern willkommene Beschäftigung bieten. Sie ist so dankbar, daß sie mit Hingabe und Begeisterung gelöst wird.

Bemerkungen zur Aufnahme rhythmischer Zeitzeichen mit Hilfe der Methode des Koinzidenzen-Bildes

Von Dr. E. Hunziker,
Ingenieur der Schweiz. Geodätischen Kommission, Zürich

Die rhythmischen, von T.S.F.-Stationen ausgesendeten Zeitzeichen folgen sich in Intervallen, die kürzer sind als die mittlere Zeitsekunde und die Sternzeitsekunde. Macht man sowohl die Zeitzeichen als auch die Sekundenschläge einer Uhr hörbar, so lassen sich Koinzidenzen beobachten. Da einige Male hintereinander Zeitzeichen und Uhrsekunden gleichzeitig gehört werden, kann man den Koinzidenzmoment nur ungenau angeben.

Angeregt von Prof. C. F. Baeschlin fand Dr. A. Hänni, Ingenieur der Telefunken-Gesellschaft in Zürich, eine Methode, die es gestattet, den Koinzidenzmoment auf eine Sekunde genau festzuhalten. Im Wesentlichen besteht das Verfahren darin, daß die Vorrichtung zur automatischen Registrierung der Uhrsekunden dazu benutzt wird, einige Zeitzeichen auszulöschen, was mit Hilfe einer Überbrückung des Kopfhörers erreicht wird. Der Beobachter merkt sich das erste wieder hörbare Zeitzeichen. Als Koinzidenzmoment wird die Ordnungszahl desjenigen Zeitzeichens definiert, dessen Anfang mit dem Beginn des Leitungsschlusses der Sekundenregistrierung zusammenfällt. Die Methode wird in der Literatur als Hännisches Verfahren der Koinzidenz-Beobachtung bezeichnet.

Die Methode des Koinzidenzen-Bildes bedeutet eine weitere Verfeinerung des Hännischen Verfahrens. Folgen sich die rhythmischen Zeitzeichen in Intervallen von 60/61 mittleren Sekunden und wird zur Beobachtung der Koinzidenzen eine auf mittlere Zeit regulierte Uhr verwendet, so beträgt der Zeitabstand von Koinzidenz zu Koinzidenz genau 60 Sekunden. Wird eine auf Sternzeit regulierte Uhr benützt, so beläuft

sich das Koinzidenzintervall sehr nahe auf 72 Sekunden. Das hat zur Folge, daß alle Koinzidenzen, die sich im Verlaufe der Zeitzeichenfolge beobachten lassen, auf die gleiche Uhrsekunde fallen. Sobald eine Koinzidenz richtig beobachtet ist, dienen die übrigen Beobachtungen nur noch als Kontrolle; die Genauigkeit des Endergebnisses – das ist der Stand der Uhr beim Eintreffen eines bestimmten, zum Beispiel des mittleren Zeitzeichens – wird durch die Vervielfachung der Beobachtung nicht erhöht. Eine Genauigkeitssteigerung ist möglich, wenn man dafür sorgt, daß das Koinzidenzintervall nicht gleich einer ganzen Zahl von Sekunden ist. Das läßt sich durch eine geeignete Wahl des Uhrganges erreichen. Sorgt man für ein Koinzidensintervall, das um $^1/_5$-Sekunde kleiner ist als eine ganze Zahl von Sekunden, so tritt mit 80% Wahrscheinlichkeit der Fall ein, daß in der Reihe von 5 aufeinanderfolgenden Koinzidenzen einmal das Koinzidenzintervall um eine Sekunde kleiner wird; in den übrigen 20% der Koinzidenzbeobachtungen kommt eine solche, mit Sekundensprung bezeichnete Unregelmäßigkeit, nicht vor. Aus dem Nichtvorhandensein, oder aus dem Vorhandensein und dem Ort des Sekundensprunges, lassen sich die einzelnen Koinzidenzmomente genauer als auf eine Sekunde festlegen.

Die Ausarbeitung dieses Koinzidenzverfahrens geht ebenfalls auf eine Anregung von Prof. Dr. C. F. Baeschlin zurück. Der Name „Methode des Koinzidenzen-Bildes" wurde gewählt, weil der Moment der mittleren Koinzidenz aus dem Gesamtbild der aufgetretenen Koinzidenzintervalle bestimmt wird. Eine eingehende Beschreibung der Methode findet man in Band 22 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz, Seiten 61–81.

Es folgen nun einige Angaben über die Genauigkeit der verschiedenen Koinzidenzmethoden.

Nehmen wir an, es sei *eine einzelne Koinzidenz*, oder – was auf das gleiche herauskommt – *nach der Hännischen Methode* beobachtet worden. Um den Koinzidenzmoment zu erhalten, zählt man von der Uhrsekunde des ersten wieder gehörten Zeichens eine halbe Sekunde ab. Im Maximum begeht man einen Fehler von $0^s,5$, im Durchschnitt einen Fehler von $0^s,25$. Der gesuchte Uhrstand in der Epoche eines bestimmten Zeitzeichens wird dann im Maximum um $0^s,0082$ oder $0^s,0069$ verfälscht, je nachdem die Uhr auf mittlere Zeit oder auf Sternzeit einreguliert ist. Der durchschnittliche Fehler beträgt die Hälfte davon, also $0^s,0041$ oder $0^s,0034$. Geht man auf mittlere Fehler über, so ist zu beachten, daß das von Helmert (Ausgleichungsrechnung) mit I bezeichnete Fehlergesetz vorliegt, demzufolge alle Fehler zwischen den Grenzen $\pm a$ mit gleicher Wahrscheinlichkeit auftreten. In diesem Falle besteht zwischen dem mittleren Fehler m und dem durchschnittlichen Fehler d die Beziehung $m = 1{,}155\ d$. Man hat demnach zu rechnen mit einem mittleren Fehler von $\pm\ 0^s,0047$, wenn die Uhr auf mittlere Zeit, und von $\pm\ 0^s,0040$, wenn die Uhr auf Sternzeit reguliert ist.

Verwendet man die *Methode des Koinzidenzen-Bildes*, so sind die folgenden Fehler zu erwarten:

a) Die Uhr weise einen Gang von $+ 28^s,4$ bis $+ 34^s,0$ (nachbleiben) gegenüber mittlerer Zeit auf. In diesem Falle beträgt der Maximalfehler der mittleren Koinzidenz $0^s,16$ und der maximale Fehler im Uhrstand $0^s,0027$. Der durchschnittliche Fehler ist kleiner als die Hälfte dieses Betrages.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse bei einem Uhrgang von $+ 28^s,9$ gegenüber mittlerer Zeit. Der maximale Fehler im Uhrstand wird dann $0^s,0017$, der durchschnittliche $0^s,0008$ und der mittlere rund $\pm 0^s,001$.

b) Hat die zur Koinzidenzabnahme benützte Uhr einen Gang von $+ 3^s,8$ bis $+ 4^s,5$ gegenüber Sternzeit, so läßt sie sich ohne weiteres auch zur Beobachtung von Sterndurchgängen verwenden. Hält sich der Gang in den angegebenen Grenzen, so steigt der maximale Fehler der mittleren Koinzidenz nicht über $0^s,14$ und der durchschnittliche Fehler ist kleiner als $0^s,07$. Umgerechnet auf den Uhrstand gibt dies einen maximalen Fehler von $0^s,0019$ und einen durchschnittlichen von weniger als $0^s,0010$. Dementsprechend bleibt der mittlere Fehler kleiner als $\pm 0^s,0011$.

Wird bei geographischen Ortsbestimmungen zur Koinzidenzabnahme ein Chronometer mit einem Gang von $\sim + 29^s$ gegenüber mittlerer Zeit und zur Beobachtung von Sterndurchgängen eine auf Sternzeit regulierte Uhr verwendet, so müssen die beiden Uhren miteinander verglichen werden. Dadurch kommt eine neue Fehlerquelle hinzu. Die Chronographenstreifen werden in der Regel auf $0^s,01$ genau abgelesen.

Im Procès-verbal, der im Jahre 1947 abgehaltenen Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission, sind auf Seite 9[1] als mittlere zufällige Fehler einer Uhrvergleichung – hervorgegangen aus 20 abgelesenen symmetrischen Paaren von Sekundenzeichen – die für zwei Beobachter gefundenen Werte $\pm 0^s,0011$ und $\pm 0^s,0012$ angegeben. Weil die beiden registrierten Sekundenreihen sich gegeneinander verschieben, wird nicht bei jedem Kontaktpaar der gleiche Auf- oder Abrundungsfehler begangen; dieser Fehler wirkt sich also nicht systematisch aus. Anders verhält es sich mit den Schätzfehlern und der verschiedenen Auffassung der Definition der Streifenzeichen. Wir verweisen nochmals auf die im Procès-verbal 1947 beschriebenen Versuche. Ebenfalls auf Seite 9 wird dargelegt, daß Beobachter Hunziker die registrierten Zeichen durchschnittlich um den verbürgten Betrag von $0^s,0046 \pm 0^s,0004$ früher abgelesen hat, als Beobachter Engi.

Die aus Koinzidenzbeobachtungen erhaltenen Uhrstände sollen mit K, die aus Registrierung gefundenen mit R bezeichnet werden. Der Durchschnittswert der Unterschiede $K - R$ ergab sich zu $+ 0^s,0039$ für Beobachter Engi und zu $+ 0^s,0040$ für Beobachter Hunziker; sie sind also praktisch gleich groß. Diese $K - R$ wurden so abgeleitet, daß der in den Uhrvergleichungen enthaltene systematische und persönliche Fehler herausfiel.

---

[1] Auszug aus dem Bericht des Herrn Dr. Engi über die Schreibempfangsversuche drahtloser Zeitzeichen.

Das kleine, vom Beginn des Zeitzeichens bis zum Ansprechen des Undulators verstrichene Zeitintervall nennen wir Δ. Zwischen dem Impuls der Uhr und dessen Registrierung durch den Undulator möge ebenfalls das Intervall Δ liegen. Dann wird die Registrierung der Zeitzeichen durch die Reaktionszeit des Undulators nicht verfälscht, wohl aber von einem allfällig von der Streifenablesung herrührenden Fehler a.

Aus dem Dargelegten geht hervor, daß der aus Koinzidenzbeobachtungen erhaltene Uhrstand durchschnittlich um $a + 0{,}^{s}004$ zu groß ausgefallen ist, wobei a ebensogut positive wie negative Werte annehmen kann. Ferner läßt sich den Versuchsbeobachtungen noch folgendes entnehmen: der von einem Zeitzeichen erzeugte Ton mußte länger als $0^{s}{,}004$ andauern, damit er vom Beobachter ins Bewußtsein aufgenommen wurde. Es ist möglich den Fehler a der Uhrvergleichungen zu verkleinern, indem man die Ablesegenauigkeit steigert und zugleich dafür sorgt, daß auch die Schärfe der Definition der registrierten Uhrsekunden damit Schritt hält.

Bei Bestimmungen sogenannter Einbeobachterlängen (Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band 23, Seiten 68 u. f.) werden die Zeitzeichen und die Meridiandurchgänge unter möglichst gleichen Bedingungen registriert. Im Endergebnis fällt deshalb die Reaktionszeit des Schreibgerätes zum größten Teil heraus. Wegen einer allfälligen Verschiedenheit der Auffassung ist es von Bedeutung, daß die Zeitzeichen und die Sterndurchgänge vom gleichen Beobachter abgelesen werden.

In seinem Lehrbuch „Die genauen Methoden der astronomisch-geographischen Ortsbestimmung" führt Th. Niethammer auf Seite 179 aus, der Vorteil, den die Anwendung der Methode des Koinzidenzen-Bildes biete, gehe infolge des Fehlers, der durch die chronographische Uhrenvergleichung entstehe, verloren; man erhalte deshalb das Ergebnis nicht mit größerer Genauigkeit, als wenn zum Abhören der Koinzidenzen eine genau auf Sternzeit regulierte Uhr, das heißt die Hännische Methode, benutzt werde.

Hiezu ist folgendes zu bemerken: Der Fehler einer chronographischen Uhrvergleichung läßt sich entweder hinunterdrücken oder ganz ausschalten. Ein Hinunterdrücken wird erreicht, durch die oben schon erwähnte Steigerung der Ablesegenauigkeit. Ganz ausgeschaltet kann er werden, wenn man die Methode des Koinzidenzen-Bildes so anwendet, daß überhaupt keine chronographische Vergleichung nötig ist. Es genügt dafür zu sorgen, daß die verwendete Uhr einen Gang von $+ 3^{s}{,}8$ bis $+ 4^{s}{,}5$ (nachbleiben) gegen Sternzeit aufweist. Wie in Abschnitt b) dargelegt ist, beträgt in diesem Falle der Maximalfehler des Uhrstandes $0^{s}{,}002$ und der mittlere Fehler bleibt kleiner als $\pm 0^{s}{,}0011$. Verwendet man in der von Th. Niethammer genannten Art eine genau auf Sternzeit regulierte Uhr, so steigt der Maximalfehler auf $0{,}^{s}007$ und der mittlere Fehler auf $\pm 0^{s}{,}004$.

Weiter werden im genannten Lehrbuch, auf Seite 178 unten, die Verhältnisse dargelegt, falls es sich um eine Uhr mit einem Gang von $+ 3^{s}{,}14$ gegenüber Sternzeit handelt. Es heißt dort: „Es kommt aber nur dann

sicher ein Sprung von 72 auf 71 vor, wenn 5 aufeinanderfolgende Koinzidenzen beobachtet werden, wozu die Zeitzeichen während 360 Sekunden ausgesendet werden müßten. Mit einem Sekundensprung während der üblichen Sendedauer von 300 mittleren Sekunden kann man sicher rechnen, wenn der Gang einer nach mittlerer Zeit regulierten Uhr so verstimmt wird, daß das Koinzidenzintervall von 60 auf 59,80 heruntergeht."

Hier ist folgendes klarzulegen:

1. Auch wenn 5 aufeinanderfolgende Koinzidenzen beobachtet werden, kommt unter den vorausgesetzten Bedingungen nicht sicher, sondern in 80% aller Fälle ein Sprung von 72^s auf 71^s vor.
2. Werden die Zeitzeichen nur während 300 Sekunden ausgesendet, so treten bei einer Uhr, die einen Gang von $+ 3^s,14$ gegen Sternzeit aufweist, mit einer Häufigkeit von 25% fünf und nicht vier Koinzidenzen auf.
3. Wird der Gang einer nach mittlerer Zeit regulierten Uhr so verstimmt, daß das Koinzidenzintervall von 60 auf 59,80 heruntergeht, so kann nicht sicher mit einem Sekundensprung während der üblichen Sendedauer von 300 mittleren Sekunden gerechnet werden, sondern nur mit einer Häufigkeit von 80%.

Alle in den vorliegenden Ausführungen dargelegten Fehlerbeträge, mit denen bei der Anwendung der Methode des Koinzidenzen-Bildes gerechnet werden muß, können infolge schlechter Empfangsbedingungen wesentlich anwachsen Die Zeitzeichen lassen sich aber unter Umständen selbst dann noch abhören, wenn die Störungen ein solches Maß annehmen, daß keine auswertbaren Registrierungen mehr erhalten werden. Bei Ortsbestimmungen in abgelegenen Gegenden tut man gut, neben der Registrierung der Zeitzeichen auch die Möglichkeit von Koinzidenzaufnahmen vorzusehen. Treten Störungen in der Registriervorrichtung oder schlechter Empfang auf, so bleibt dann immer noch der Ausweg des Abhörens offen.

Die Registrierung hat den Vorteil der Unpersönlichkeit. Es bedarf dazu auch keiner besonderen Übung. Anderseits läßt sich aus den Koinzidenzbeobachtungen ohne Streifenbezifferung und Streifenablesung auf einfache Weise und in sehr kurzer Frist die Uhrzeit des mittleren Zeitzeichens ableiten. Eine einfache Differenzbildung gibt das Intervall zwischen der dritten Koinzidenz und dem mittleren Zeichen, – ausgedrückt in Zeichenintervallen. Durch Anbringen einer kleinen, mit dem Rechenschieber bestimmten Korrektur erhält man das genannte Intervall in Uhrsekunden. Dieser Betrag zur beobachteten Uhrzeit der dritten Koinzidenz zugefügt, gibt schon die gesuchte Uhrzeit des mittleren Zeichens. In allen Fällen, wo die Aufnahme der Zeitzeichen auf möglichst einfache und rasche Art ausgewertet werden soll, oder wenn man aus irgendeinem Grund nicht registrieren will, kann die Methode des Koinzidenzen-Bildes ihre guten Dienste tun.