

**Zeitschrift:** Elemente der Mathematik  
**Herausgeber:** Schweizerische Mathematische Gesellschaft  
**Band:** 38 (1983)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Sätze vom Holditch-Typ für ebene Kurven  
**Autor:** Hering, Leonhard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-37183>

### **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:** 11.01.2026

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

Dann ist

$$x_1^2 + \dots + x_t^2 \equiv 0 \pmod{p^2}.$$

Ist  $p \equiv 1 \pmod{4}$  und  $t=2$ , so ist wegen  $s \leq 2$  sicher  $s \leq t$ .

Ist aber  $t=1$ , so folgt  $p \mid x_1$  und aus (6)  $(x_1/p)^2 \equiv k \pmod{p^{a-2}}$ .

Ist  $p \equiv 3 \pmod{4}$ , so ist nur im Falle  $t \leq 2$  etwas zu beweisen.

Wegen  $B$  hat aber  $x_1^2 + x_2^2 \equiv 0 \pmod{p}$  nur Lösungen  $x_1, x_2$  mit  $x_1, x_2 \equiv 0 \pmod{p}$ .

Also folgt aus (6)

$$(x_1/p)^2 + (x_2/p)^2 \equiv k \pmod{p^{a-2}}.$$

Ist  $p=2$ , so ist nur im Falle  $t \leq 3$  etwas zu beweisen.

Die Kongruenz  $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \equiv 0 \pmod{4}$  hat nur Lösungen  $x_1, x_2, x_3$  mit  $x_1, x_2, x_3 \equiv 0 \pmod{2}$ .

Also folgt aus (6)

$$(x_1/2)^2 + \dots + (x_t/2)^2 \equiv k \pmod{2^{a-2}}$$

und daraus  $s(k, 2^{a-2}) \leq t$ .

H. Wegmann, TH Darmstadt

#### LITERATURVERZEICHNIS

1 D. Laugwitz: Quadratsummen in Restklassenringen. El. Math. 35, 73–79 (1980).

© 1983 Birkhäuser Verlag, Basel

0013-6018/83/020036-04\$1.50 + 0.20/0

## Sätze vom Holditch-Typ für ebene Kurven

*Herrn Prof. Dr. H. R. Müller zum 70. Geburtstag gewidmet*

Werden in der euklidischen Ebene die Endpunkte  $X$  und  $X^*$  einer Strecke  $s$  von konstanter Länge  $C$  entlang einer Eilinie  $k$  bewegt, so erzeugt ein fester Punkt  $\bar{X} \in s$  eine i. a. nichtkonvexe Kurve  $\bar{k}$ . Der Flächeninhalt des Bereiches zwischen  $k$  und  $\bar{k}$  hängt nach einem Satz von Holditch nicht von der Gestalt der Kurve  $k$  ab, sondern nur von der Lage des Punktes  $\bar{X}$  auf  $s$  [8]. Ausführlichere Untersuchungen damit zusammenhängender Fragen und Präzisierungen der klassischen Formulierung sind bei A. Broman [3, 4] zu finden. Ein etwas allgemeineres Ergebnis erhalten wir, wenn sich die Endpunkte der Strecke  $s$  entlang zweier verschiedener Kurven  $k$  und  $k^*$  bewegen [2]. H. R. Müller hat diese Resultate u. a. auf ein in gewissem Sinne «duales» Gegenstück zur klassischen Holditch-Bewegung übertragen [9]. Er unter-

sucht die *Gleitbewegung* der Schenkel eines *starrten Winkels* auf einer bzw. zwei Kurven in der euklidischen Ebene und bestimmt die *Enveloppenlänge* von relativ zum Winkel *festen Geraden*.

In der vorliegenden Arbeit wird zunächst der klassische Satz von Holditch auf Punkte ausgedehnt, die *nicht* auf der Geraden durch  $X$  und  $X^*$  liegen. Danach betrachten wir *Grenzfälle* der von H. R. Müller untersuchten Winkelgleitbewegung. Anschliessend werden Resultate für den *Bahnflächeninhalt* von relativ zum starren Winkel *festen Punkten* bzw. für die *Enveloppenlänge* von relativ zur Strecke  $s$  *festen Geraden* hergeleitet. Zuletzt untersuchen wir eine weitere Bewegung einer *Geraden* entlang zweier Leitkurven, die der Winkelgleitbewegung von H. R. Müller [9] ähnelt.

### 1. Bewegung $B_{F1}$

Bei dem ebenen, geschlossenen Bewegungsvorgang  $B_{F1}$  (*klassische Holditch-Bewegung*) mögen die Endpunkte  $X$  und  $X^*$  einer Strecke *konstanter Länge*  $C$  in einer Ebene  $\varepsilon$  die *geschlossenen Kurven*  $k$  und  $k^*$  durchlaufen. Das begleitende orthonormierte *Bezugssystem*  $D$  legen wir mit Hilfe des Normalenvektors  $a_3$  der Ebene  $\varepsilon$  wie folgt fest:

$$a_1 := \frac{X^* - X}{C}, \quad a_2 = a_3 \times a_1. \quad (1)$$

Bezeichnen wir mit  $\nu$  die *Drehzahl* [2] von  $B_{F1}$ , so gilt:

$$\oint da_1 \cdot a_2 = -\oint da_2 \cdot a_1 = 2\pi\nu \quad (\nu \in \mathbb{Z}). \quad (2)$$

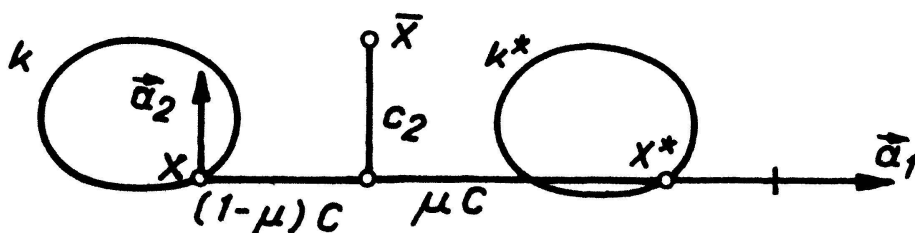
Relativ fest bezüglich der Strecke  $XX^*$  wählen wir nun einen beliebigen *Punkt*  $\bar{X}$ :

$$\bar{X} := \mu X + (1-\mu)X^* + c_2 a_2 \quad (\mu, c_2 = \text{const})$$

und bestimmen den (orientierten) *Flächeninhalt*

$$F(\bar{X}) := \frac{1}{2} \oint (a_3, \bar{X}, d\bar{X}) \quad (3)$$

seiner Bahnkurve  $\bar{k}$  bei der Bewegung  $B_{F1}$ .



Figur 1. Konstruktion der Bewegung  $B_{F1}$  (Beispiele in Abschnitt 7).

Dabei nutzen wir aus, dass die (durch formale Integration bestimmte) Länge  $L$  der von einer bewegten Geraden eingehüllten geschlossenen Kurve  $k$  aus der geschlossenen Bahnkurve eines Geradenpunktes  $X$  und dem Einheitsrichtungsvektor  $a$  der Geraden bestimmt werden kann (s. a. [5, 6]):

$$L = \oint dX \cdot a. \quad (4)$$

Wir erhalten dann:

**Satz 1.** *Bewegen wir die Endpunkte einer Strecke  $XX^*$  konstanter Länge  $C$  entlang zweier geschlossener Kurven  $k$  und  $k^*$ , so erzeugt ein relativ zu  $XX^*$  fester Punkt  $\bar{X}$  eine geschlossene Kurve  $\bar{k}$ . Der Flächeninhalt  $F(\bar{X})$  des von  $\bar{k}$  berandeten Bereiches ist ausser von den Konstanten der Bewegung nur noch abhängig von den Flächeninhalten  $F(X)$  und  $F(X^*)$  der von  $k$  und  $k^*$  berandeten Bereiche und der Länge  $L_1$  der Envelope der Geraden durch  $X$  und  $X^*$ . Es gilt:*

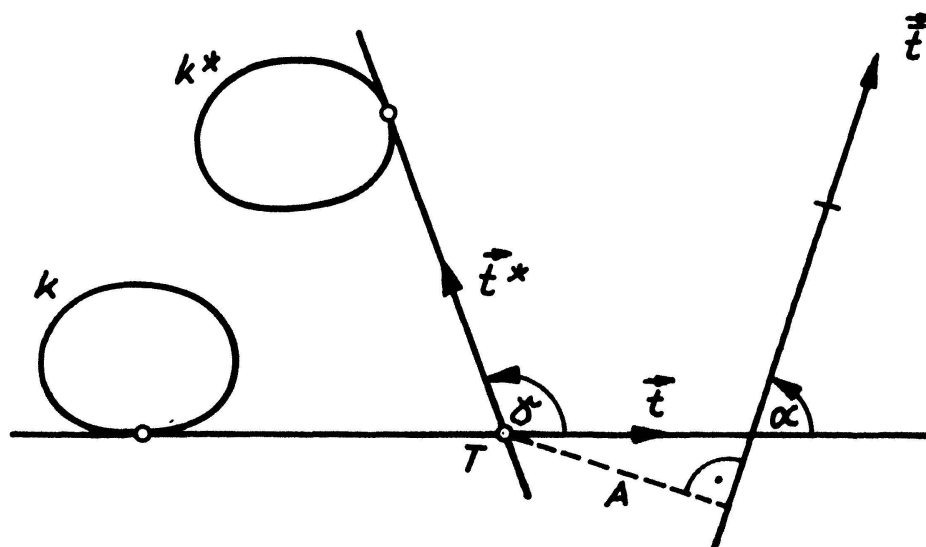
$$F(\bar{X}) = \mu F(X) + (1 - \mu) F(X^*) - \mu(1 - \mu) \nu \pi C^2 + c_2 (\nu \pi c_2 - L_1).$$

Für  $c_2 = 0$ , d.h. die Punkte  $X$ ,  $X^*$  und  $\bar{X}$  liegen auf einer Geraden, ergibt sich aus Satz 1 die Verallgemeinerung des klassischen Satzes von Holditch auf zwei Leitkurven [2] bzw. der klassische Satz von Holditch [4, 8] selbst, wenn die Leitkurven  $k$  und  $k^*$  zusammenfallen.

## 2. Bewegung $B_{L1}$

Ein zur klassischen Holditch-Bewegung in gewissem Sinne «duales» Gegenstück betrachtet H.R. Müller in [9]. Die von ihm untersuchte Bewegung wollen wir mit  $B_{L1}$  bezeichnen.  $B_{L1}$  ist dadurch festgelegt, dass jeder Tangente  $t$  einer Eilinie  $k$  so eine Tangente  $t^*$  einer anderen Eilinie  $k^*$  zugeordnet wird, dass die Einheitsrichtungsvektoren  $t$  und  $t^*$  dieser Geraden stets den konstanten Winkel  $\gamma$  einschliessen:

$$t \cdot t^* = \cos \gamma \quad (\gamma = \text{const}).$$



Figur 2. Konstruktion der Bewegung  $B_{L1}$  (Beispiele in Abschnitt 7).



Im Abstand  $A$  vom Schnittpunkt  $T$  der Tangenten  $t$  und  $t^*$  wird dann eine Gerade  $\bar{t}$  mit dem Einheitsrichtungsvektor:

$$\bar{t} := \frac{\sin(\gamma - a)}{\sin \gamma} t + \frac{\sin a}{\sin \gamma} t^* \quad (a = \text{const}) \quad (5)$$

gewählt. Hierbei muss für  $\gamma$  zunächst gelten:

$$\gamma \neq z\pi \quad (z \in \mathbb{Z}). \quad (6)$$

Für die (durch formale Integration bestimmte) Länge  $\bar{L}$  der von der Geraden  $\bar{t}$  bei der Bewegung  $B_{L1}$  eingehüllten Kurve  $\bar{k}$  fand H. R. Müller, dass diese allein durch die Konstanten  $\gamma$ ,  $a$ ,  $A$  und die Längen  $L$  und  $L^*$  von  $k$  und  $k^*$  über die folgende Beziehung bestimmt ist:

$$\bar{L} = \frac{\sin(\gamma - a)}{\sin \gamma} L + \frac{\sin a}{\sin \gamma} L^* + 2\pi A \quad (\text{s. [9]}). \quad (7)$$

Im folgenden wollen wir nun die durch (6) ausgeschlossenen Grenzfälle  $\gamma \rightarrow 0$  und  $\gamma \rightarrow \pi$  für den Fall betrachten, dass  $A = 0$  ist, d. h.  $t$ ,  $t^*$  und  $\bar{t}$  schneiden sich im Punkt  $T$ . Wir setzen dabei voraus, dass die beiden Leitkurven  $k$  und  $k^*$  positiv orientiert sind und ihre Orientierung mit der der Tangenten  $t$  und  $t^*$  in den jeweiligen Berührungspunkten übereinstimmt. Wir können dann vier Fälle unterscheiden.

**Fall 1.** Die Leitkurven  $k$  und  $k^*$  seien *verschieden* und wir fordern  $\gamma \rightarrow 0$ . Der Tangentenschnittpunkt  $T$  wandert dabei ins Unendliche, die Tangenten  $t$  und  $t^*$  werden *parallel* mit *gleicher* Orientierung. Damit die Beziehung (5) sinnvoll bleibt, müssen wir auch  $a \rightarrow 0$  streben lassen. ( $a \rightarrow \pi$  ergibt das gleiche Resultat mit umgekehrten Vorzeichen.) Die Gerade  $\bar{t}$  wird dann *parallel* zu  $t$  und  $t^*$ . Bezeichnen wir mit  $\lambda D$  ( $\lambda = \text{const}$ ) den Abstand der Parallelen  $t$  und  $\bar{t}$  und mit  $(1 - \lambda)D$  den von  $\bar{t}$  und  $t^*$  ( $D$  ist i. a. nicht konstant!), dann gilt:

$$\lim_{a, \gamma \rightarrow 0} \frac{\sin a}{\sin \gamma} = \frac{\lambda D}{D} = \lambda, \quad \lim_{a, \gamma \rightarrow 0} \frac{\sin(\gamma - a)}{\sin \gamma} = \frac{(1 - \lambda)D}{D} = 1 - \lambda.$$

Aus (7) folgt somit für die Länge  $\bar{L}$  der von  $\bar{t}$  eingehüllten Kurve:

$$\bar{L} = (1 - \lambda)L + \lambda L^*.$$

**Fall 2.** Strebt bei *zwei* Leitkurven  $\gamma \rightarrow \pi$  und  $a \rightarrow 0$ , so wandert auch diesmal der Tangentenschnittpunkt  $T$  ins Unendliche. Die parallelen Tangenten  $t$  und  $t^*$  sind aber jetzt *entgegengesetzt* orientiert. Wir erhalten:

$$\lim_{\substack{a \rightarrow 0 \\ \gamma \rightarrow \pi}} \frac{\sin a}{\sin \gamma} = -\frac{\lambda D}{D} = -\lambda, \quad \lim_{\substack{a \rightarrow 0 \\ \gamma \rightarrow \pi}} \frac{\sin(\gamma - a)}{\sin \gamma} = \frac{(1 - \lambda)D}{D} = 1 - \lambda.$$

Für die *Enveloppenlänge*  $\bar{L}$  der Geraden  $\bar{t}$  gilt also:

$$\bar{L} = (1 - \lambda)L - \lambda L^*.$$

**Fall 3.** Fallen die Leitkurven  $k$  und  $k^*$  zusammen, so erhalten wir für  $\gamma \rightarrow \pi$  und  $a \rightarrow 0$  einen Spezialfall von Fall 2. Aus  $L = L^*$  folgt nun:

$$\bar{L} = (1 - 2\lambda)L.$$

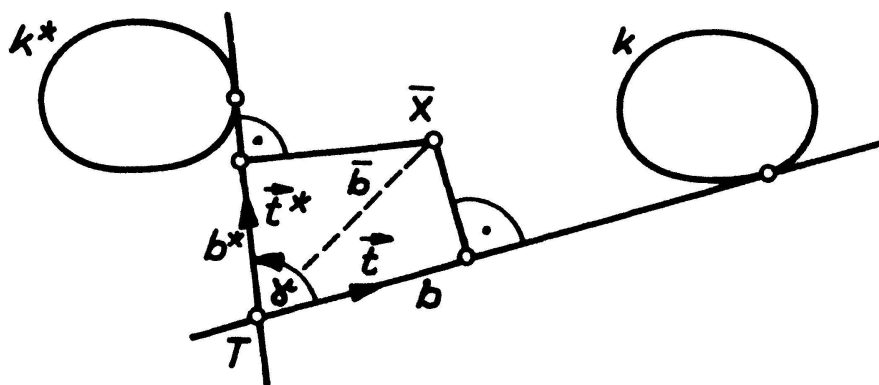
**Fall 4.** Fordern wir im Falle einer Leitkurve, dass  $\gamma \rightarrow 0$  strebt ( $a = \text{const}$ , aber beliebig), so fallen die Tangenten  $t$  und  $t^*$  zusammen und ihr «Schnittpunkt»  $T$  liegt auf  $k$ . Die Envelope von  $\bar{t}$  ist jetzt eine *Evolutoide* von  $k$ . Für ihre Länge  $\bar{L}$  folgt aus (7):

$$\bar{L} = L \lim_{\gamma \rightarrow 0} \frac{\sin a + \sin(\gamma - a)}{\sin \gamma} = L \cos a.$$

### 3. Bewegung $B_{F2}$

Durch Kombination der klassischen Holditch-Bewegung  $B_{F1}$  und der dazu in gewissem Sinne «dualen» Winkelgleitbewegung  $B_{L1}$  von H.R. Müller erhalten wir noch weitere ebene Bewegungen. Zunächst betrachten wir die Bewegung  $B_{F2}$ , die wie  $B_{L1}$  durch das Gleiten der Schenkel  $t$  und  $t^*$  eines starren Winkels auf zwei Eiliniern  $k$  und  $k^*$  festgelegt ist. Dabei sei wieder vorausgesetzt, dass die Öffnung  $\gamma$  des Winkels kein Vielfaches von  $\pi$  ist. Wir untersuchen jetzt anstatt der *Enveloppenlänge* einer Geraden den *Flächeninhalt*  $F(\bar{X})$  der Bahnkurve  $\bar{k}$  eines Punktes  $\bar{X}$ , der durch die konstanten Abstände  $b$  und  $b^*$  festgelegt ist (s. a. Figur 3):

$$\bar{X} = T + \frac{b - b^* \cos \gamma}{\sin^2 \gamma} t + \frac{b^* - b \cos \gamma}{\sin^2 \gamma} t^* \quad (b, b^*, \gamma = \text{const}). \quad (8)$$



Figur 3. Konstruktion der Bewegung  $B_{F2}$  (Beispiele in Abschnitt 7).

Bezeichnen wir mit  $\bar{b}$  den konstanten Abstand des Punktes  $\bar{X}$  vom Winkelscheitel  $T$ , dann erhalten wir mit Hilfe der Beziehungen (3), (4) und (8) für den (orientierten) *Bahnflächeninhalt*  $F(\bar{X})$  das folgende Resultat:

**Satz 2.** Bei der Gleitbewegung der Schenkel eines starren Winkels der Öffnung  $\gamma$  auf zwei Eiliniien  $k$  und  $k^*$  erzeugt ein relativ zum Winkel fester Punkt  $\bar{X}$  eine geschlossene Kurve  $\bar{k}$ . Der Flächeninhalt  $F(\bar{X})$  des von  $\bar{k}$  berandeten Bereiches ist ausser von den Konstanten der Bewegung nur noch abhängig von den Längen  $L$  und  $L^*$  von  $k$  und  $k^*$  und dem Bahnflächeninhalt des Winkelscheitels  $T$ . Es gilt:

$$F(\bar{X}) = F(T) + \bar{b}^2 \pi + \frac{b L^* - b^* L}{\sin \gamma}.$$

#### 4. Bewegung $B_{L2}$

Die Bewegung  $B_{L2}$ , die nun betrachtet werden soll, wird wie die klassische Holditch-Bewegung  $B_{F1}$  durch eine Strecke  $XX^*$  konstanter Länge  $C$  festgelegt, deren Endpunkte  $X$  und  $X^*$  zwei geschlossene Kurven  $k$  und  $k^*$  durchlaufen. Anstatt des Bahnflächeninhaltes eines Punktes bestimmen wir jetzt aber die Enveloppenlänge  $\bar{L}$  einer relativ zu  $XX^*$  festen Geraden  $\bar{g}$ . Im begleitenden Bezugssystem, das wie bei der Bewegung  $B_{F1}$  gewählt wird, sei der Einheitsrichtungsvektor  $\bar{t}$  von  $\bar{g}$  durch

$$\bar{t} := \cos a \, a_1 + \sin a \, a_2 \quad (a = \text{const})$$

festgelegt und die Gerade verlaufe durch

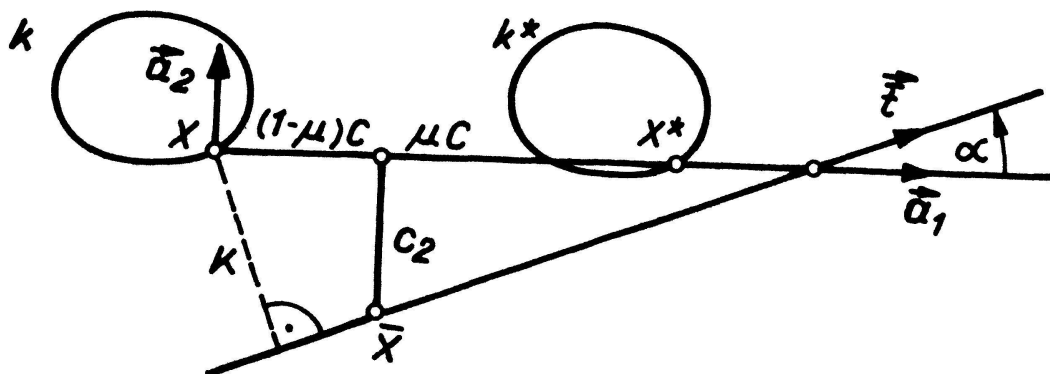
$$\bar{X} := \mu X + (1 - \mu) X^* + c_2 a_2 \quad (\mu, c_2 = \text{const}).$$

Für den konstanten Abstand  $K$  des Punktes  $X$  von  $\bar{g}$  gilt dann:

$$K = (1 - \mu) \sin a \, C - c_2 \cos a. \quad (9)$$

Mit Hilfe der Beziehungen (1) und (2) folgt nun aus (4) für die (durch formale Integration bestimmte) Länge  $\bar{L}$  der von  $\bar{g}$  bei der Bewegung  $B_{L2}$  eingehüllten Kurve  $\bar{k}$ :

$$\begin{aligned} \bar{L} &= \oint d\bar{X} \cdot \bar{t} \quad \text{bzw.} \\ \bar{L} &= \cos a (L_1 - v_2 2\pi c_2) + \sin a (1 - \mu) v_2 2\pi C + \sin a \oint dX \cdot a_2. \end{aligned} \quad (10)$$



Figur 4. Konstruktion der Bewegung  $B_{L2}$  (Beispiele in Abschnitt 7).

$L_1$  ist dabei die Länge der von der Geraden durch die Punkte  $X$  und  $X^*$  bei  $B_{L2}$  eingehüllten Kurve, und  $\nu$  ist die *Drehzahl* der Strecke  $XX^*$  (s. Abschnitt 1). Das Integral  $\oint dX \cdot a_2$  können wir nach (4) als Länge  $L_2$  der Kurve deuten, die von einer Geraden durch  $X$  mit dem Richtungsvektor  $a_2$  bei der Bewegung eingehüllt wird. Für  $L_2$  gilt nach [2], S. 133:

$$L_2 = \oint dX \cdot a_2 = \oint p d\phi, \quad (11)$$

wobei  $p$  der Abstand der bewegten Geraden vom Gangpol  $P$  ist. Aus der Herleitung des Satzes von Holditch in [2], S. 120 und 114 f., folgt in unserem Fall:

$$2F(X^*) = C^2 \nu 2\pi - 2C \oint p d\phi + 2F(X). \quad (12)$$

Dabei sind  $F(X)$  und  $F(X^*)$  die Flächeninhalte der von den Kurven  $k$  und  $k^*$  berandeten Bereiche. Aus den Beziehungen (9) bis (12) erhalten wir somit:

**Satz 3.** *Bewegen wir die Endpunkte einer Strecke  $XX^*$  konstanter Länge  $C$  entlang zweier geschlossener Kurven  $k$  und  $k^*$ , so hüllt eine relativ zu  $XX^*$  feste Gerade  $\bar{g}$  eine geschlossene Kurve  $\bar{k}$  ein. Die Länge  $\bar{L}$  von  $\bar{k}$  ist ausser von den Konstanten der Bewegung nur noch abhängig von den Flächeninhalten  $F(X)$  und  $F(X^*)$  von  $k$  und  $k^*$  und der Länge  $L_1$  der Enveloppe der Geraden durch  $X$  und  $X^*$ . Es gilt:*

$$\bar{L} = \cos \alpha L_1 + \sin \alpha \left( \frac{F(X) - F(X^*)}{C} - \nu \pi C \right) + \nu 2\pi K.$$

## 5. Bewegung $B_{L3}$

In diesem Abschnitt wollen wir nun noch eine Bewegung  $B_{L3}$  untersuchen, die der von H. R. Müller [9] betrachteten Bewegung  $B_{L1}$  ähnelt. Wie bei  $B_{L1}$  und auch bei  $B_{F2}$  gehen wir bei  $B_{L3}$  von der Gleitbewegung der Schenkel  $t$  und  $t^*$  eines *starr*en Winkels mit Scheitel  $T$  auf zwei Eilinen  $k$  und  $k^*$  aus.  $S$  bzw.  $S^*$  sei der Berührungspunkt der Tangente  $t$  bzw.  $t^*$  mit der Kurve  $k$  bzw.  $k^*$ . Wir wollen nun die *Envelopenlänge*  $\bar{L}$  einer Geraden  $\bar{t}$  bestimmen, die zwar i. a. nicht fest bezüglich des starren Winkels ist, deren Lage aber durch den Winkelscheitel  $T$ , die Kurvenpunkte  $S$  und  $S^*$  und die Einheitsrichtungsvektoren  $t$  und  $t^*$  der Geraden  $t$  und  $t^*$  festgelegt ist. Die Gerade  $\bar{t}$  verlaufe durch den Punkt  $\bar{X}$  und habe den Einheitsrichtungsvektor  $\bar{t}$ :

$$\bar{X} = \mu (\rho T + (1 - \rho) S) + (1 - \mu) (\rho^* T + (1 - \rho^*) S^*),$$

$$\bar{t} = \frac{\sin(\gamma - \alpha)}{\sin \gamma} t + \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} t^* \quad (\mu, \rho, \rho^*, \alpha, \gamma = \text{const}).$$

Für die (durch formale Integration bestimmte) Länge  $\bar{L}$  der von der Geraden  $\bar{t}$  bei der Bewegung  $B_{L3}$  eingehüllten Kurve  $\bar{k}$  folgt dann mit Hilfe der Beziehung (4):

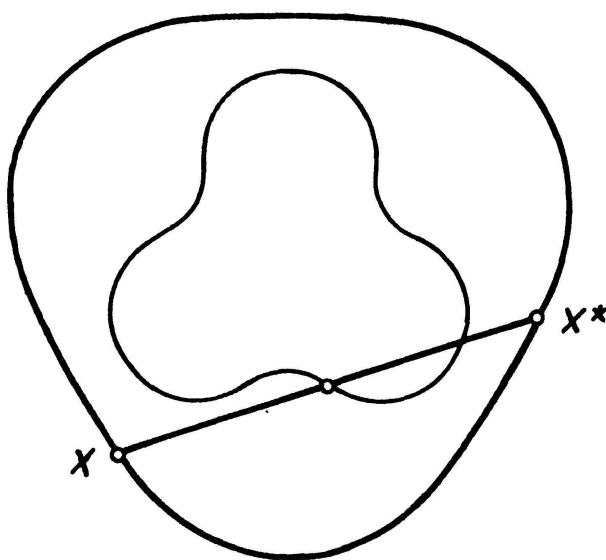


Regelfläche bezeichnet werden kann (s. [6]). Lassen wir die Regelflächen zu *Tangentenscharen ebener geschlossener Kurven* entarten, so erhalten wir aus den Holditch-Sätzen für diese globalen Regelflächeninvarianten direkt die Resultate dieser Untersuchung für ebene Kurven. Sätze vom Holditch-Typ für Regelflächen sind besonders interessant, weil wir aus ihnen auch Ergebnisse für *sphärische Kurven* herleiten können, wenn wir die *sphärischen Erzeugendenbilder der Regelflächen* betrachten (s. [7]).

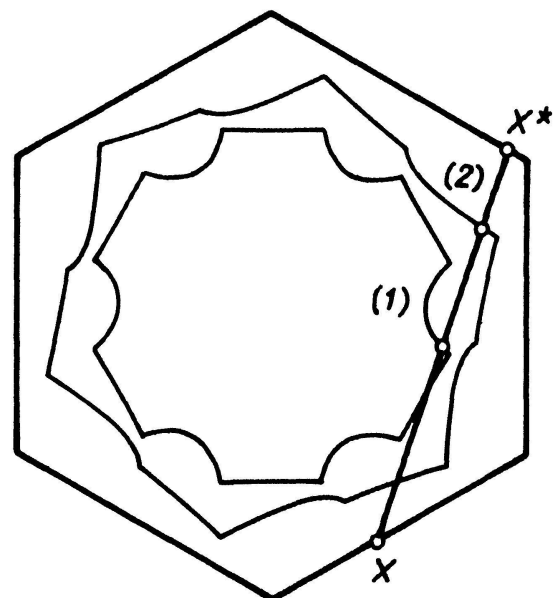
## 7. Beispiele

Abschliessend sollen einige *Beispiele* der in dieser Arbeit beschriebenen Bewegungen bzw. der dabei erzeugten Kurven graphisch dargestellt werden. Die Berechnung und Zeichnung der Kurven wurde von einem Computer (bzw. Plotter) ausgeführt. (Beispiele von *mechanisch* erzeugten Holditch-Kurven sind in [1] zu finden.) Zur besseren Übersichtlichkeit beschränken wir uns hier auf den Sonderfall, dass die Leitkurven  $k$  und  $k^*$  identisch sind.

### a) Bewegung $B_{F1}$



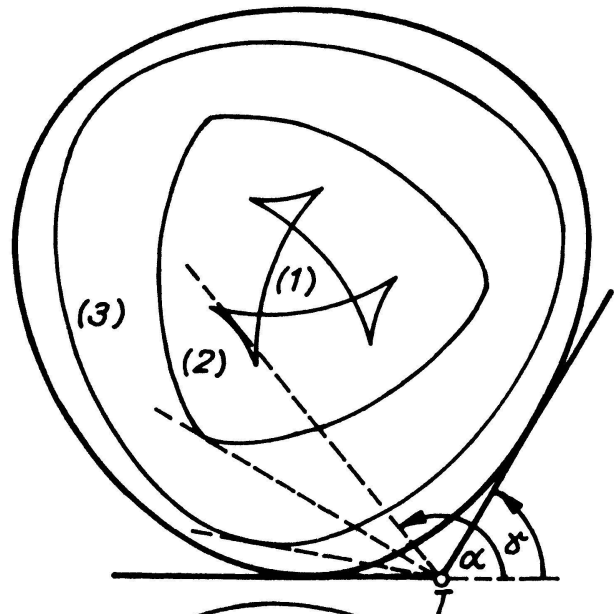
$$\begin{aligned} c_2 &= 0 \\ \mu &= 0,5 \end{aligned}$$



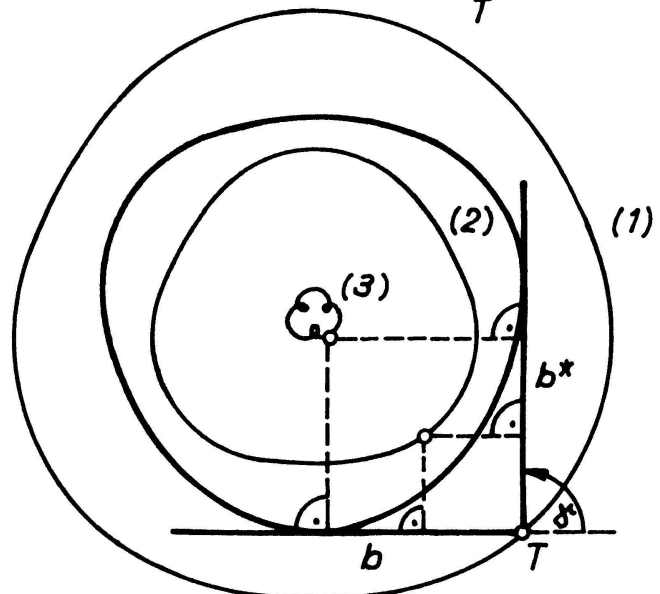
$$\begin{aligned} c_2 &= 0 \\ (1) \quad \mu &= 0,5 \\ (2) \quad \mu &= 0,2 \end{aligned}$$

b) Bewegung  $B_{L1}$ 

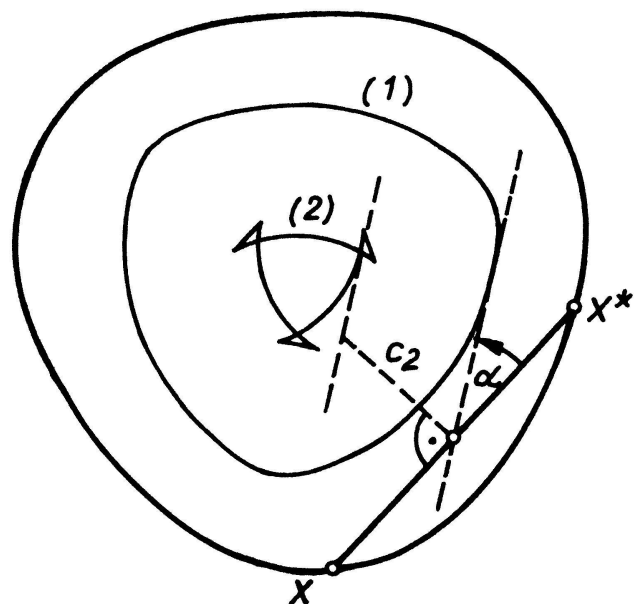
- $\gamma = 60^\circ$   
 (1)  $a = 130^\circ$   
 (2)  $a = 150^\circ$   
 (3)  $a = 170^\circ$

c) Bewegung  $B_{F2}$ 

- $\gamma = 90^\circ$   
 (1)  $b^* = -b = 0$   
 (2)  $b^* = -b = c$   
 (3)  $b^* = -b = 2c$   
 ( $c = \text{const}, c > 0$ )

d) Bewegung  $B_{L2}$ 

- $\mu = 0,5$   
 $a = 30^\circ$   
 (1)  $c_2 = 0$   
 (2)  $c_2 > 0$



Leonhard Hering, TH Darmstadt

# LITERATURVERZEICHNIS

- 1 W. Bender: The Holditch Curve Tracer. Math. Mag. 54, Nr.3, 128–129 (1981).
- 2 W. Blaschke und H.R. Müller: Ebene Kinematik. Oldenbourg, München 1956.
- 3 A. Broman: Holditch's theorem is somewhat deeper than Holditch thought in 1858. Normat, S.89–100 (1979).
- 4 A. Broman: Holditch's Theorem. Math. Mag. 54, Nr.3, 99–108 (1981).
- 5 S. Hentschke: Erweiterungen des Satzes von Holditch. Sber. Akad. Wiss. Wien, Kl.II, S.451–458 (1975).
- 6 L. Hering: Holditch-Sätze für Regelflächen und deren Übertragungen auf ebene und sphärische Kurven. Dissertation, Darmstadt 1981.
- 7 L. Hering: Holditch-Sätze für Regelflächen bzw. sphärische Kurven. Preprint Nr.598, FB Math. der TH Darmstadt 1981, eingereicht bei: Arch. Math.
- 8 H. Holditch: Geometrical Theorem. Q. J. Pure Appl. Math. 2 (1858).
- 9 H.R. Müller: Zum Satz von Holditch. Aus: Tölke, Wills: Contribution to Geometry. Birkhäuser, Basel 1979.

© 1983 Birkhäuser Verlag, Basel

0013-6018/83/020039-11\$1.50 + 0.20/0

## Die Potenzreihe $\sum n^m z^n, m \in \mathbb{N}$

Ein kurzer Weg zur Berechnung dieser Potenzreihe soll im folgenden dargelegt werden.

Gegeben sei der  $p$ -te Differenzenoperator  $D^p$ , welchen man folgendermassen definieren kann:

$$\begin{aligned} D^1 a_n &= a_n - a_{n-1}, \\ D^{p+1} a_n &= D^1(D^p a_n) \quad (p \geq 1), \end{aligned}$$

wobei die  $a_n, n \in \mathbb{Z}$ , irgendwelche komplexe Zahlen sind.

Mit Hilfe des Prinzips der vollständigen Induktion (nach  $p$ ) zeigt man, dass sich  $D^p$  schreiben lässt als

$$D^p a_n = \sum_{j=0}^p (-1)^j \binom{p}{j} a_{n-j}. \tag{A}$$

Ebenfalls mit Hilfe der vollständigen Induktion nach  $p$  zeigt man folgendes:

$$\text{Aus } \overline{\lim_{n \rightarrow \infty}} \sqrt[p]{|a_n|} = 1 \quad \text{und} \quad a_{-n} = 0 \quad \text{für } n \in \mathbb{N} \quad \text{folgt} \tag{B}$$

$$(1-z)^p \sum_{n=0}^{\infty} a_n z^n = \sum_{n=0}^{\infty} (D^p a_n) z^n.$$