

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 121/122 (1943)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Der Uebergangsbogen als Trassierungselement im Strassenbau  
**Autor:** Gerber, Emil  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53211>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

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

wert erachtet werde. Jedenfalls ist festzustellen, dass in den zwei verflorenen Jahrzehnten trotzdem ganz respektable Leistungen im Ausbau der Strassen vollbracht worden sind. Die Statistik spricht davon, dass die vom Osmanischen Reich übernommenen Strassen mit rd. 18 000 km Gesamtlänge in sehr schlechtem Zustand waren, während jetzt über 45 000 km Strassen vorhanden seien, von denen mehr als die Hälfte für Wagen und Auto ständig befahrbar sind. Dass im Zusammenhang mit den Strassenbauten eine ansehnliche Zahl bedeutender Brücken zur Ausführung gelangte, sei nur ergänzend bemerkt.

Der Ausbau des Eisenbahnnetzes und die Verbesserung der Strassen haben der Förderung der einheimischen Industrie, besonders im Landesinnern, im eigentlichen Sinn des Wortes den Weg geebnet. Durch tatkräftige Hilfe des Staates erfuhr die private Initiative auf diesem Gebiet weitgehende Unterstützung. Bedeutende Unternehmen sind aber durch den Vollzug eines Fünf-Jahr-Planes kurz vor dem gegenwärtigen Krieg durch den Staat selbst erstellt und in Betrieb genommen worden. Besonderen Aufschwung hat dabei die Textilindustrie erfahren. Ueber 20 000 Menschen sind allein in Spinnereien und in Baumwollwebereien beschäftigt, in denen jährlich über 24 Mio kg Baumwolle verarbeitet werden. Zur Deckung des Inlandbedarfes an Wolle ist die Aufzucht hochwertiger Merino-Schafe eingeführt und eine Kammgarnspinnerei eröffnet worden. Auch für die Seide- und die Kunstseideherstellung sind modern ausgerüstete Fabrikanlagen erstanden. Ferner wird heute ein Grossteil des Landesbedarfes an Schuhen, Zellulose und Papier, Keramik- und Glaswaren, Zement, Explosivstoffen, Waffen und Kriegsmaterial aus eigenen Betrieben gedeckt. Fabriken für die Chlor- und Schwefelsäure-Erzeugung sind im Entstehen begriffen. Eine grosszügig angelegte Eisenhütte in Karabük mit zwei Hochöfen, Walz- und Stahlwerken und einer Röhrenfabrik, dazu Kokereien, in denen die Nebenprodukte der Kohlenindustrie hergestellt werden, tragen zur Festigung der türkischen wirtschaftlichen Selbständigkeit wesentlich bei.

Diese letztgenannten Grossindustrien stützen sich auf ausgedehnte Kohlenreviere und Eisenerzgruben mit Rohmaterialien sehr guter Qualität, die zum Teil schon früher betrieben wurden, nun aber durch erheblichen Ausbau und durch die Erschliessung neu entdeckter Lager in vermehrtem Masse ausgebeutet werden können. Die Steinkohlenförderung beispielsweise betrug im letzten Jahre rd. 2,5 Mio t. Der Bergbau mit seinen mannigfaltigen Nebenbetrieben für die Aufbereitung, den Transport und die Veredlung der Rohstoffe nimmt heute eine wichtige Stellung im Wirtschaftsleben des Landes ein. Wie gesucht die türkischen Kupfer- und Chromerze auch im Ausland sind, muss nicht besonders erörtert werden. Es gibt aber auch silberhaltige Blei- und Manganlager, Silber- und Schwefelgruben und, wie man in letzter Zeit hörte, auch ergiebige Erdölvorkommen. Sie alle werden mit grösster Energie und ausserordentlichen finanziellen Aufwendungen für die wirtschaftlich günstigste Ausbeutung ausgebaut.

Der Vollständigkeit halber muss daran erinnert werden, dass die riesigen Anstrengungen auf bautechnischem und industriellem Gebiet ja nur einen Teil des Aufwandes bei der Wiedergeburt des türkischen Staates darstellen. Die Umgestaltung hat sich in jeder Richtung des kulturellen Lebens, im Rechtswesen, in Handel und Gewerbe, in kommerzieller Beziehung, in der Führung des Staatshaushaltes, auf dem Gebiet des Gesundheits- und des Unterrichtswesens, in der sozialen Fürsorge, in der Pfllege der Künste und nicht zuletzt beim Militär vollzogen.

\*

Schon diese lückenhafte Darstellung lässt erkennen, dass die fundamentale Umwälzung, die durch den genialen Führer Kemal Atatürk und den treuen Beistand seiner Freunde eingeleitet wurde — allen skeptischen Zweiflern zum Trotz —, sich in den vergangenen 20 Jahren weitgehend behauptet und zur bleibenden Staatsgestaltung geführt hat. Bisweilige Fehlleitungen und Misserfolge, die vorübergehend Enttäuschung und Rückschläge brachten, vermögen die Grösse des Aufbauwerkes nicht zu beeinträchtigen. Damit sich das Geschaffene aber auch fernerhin entwickeln und bewähren kann, bedarf es immer noch der Bereitschaft des Volkes zur Weiterarbeit. Denn nun muss sich eine gesunde Tradition in der Ausübung aller Berufe und in der Durchführung der internen Staatsgeschäfte ausbilden. Dass diese Festigung nicht durch äussere Einflüsse gestört werde, ist Voraussetzung für ihr Bestehen. Deshalb ist es nur zu verständlich, wenn die verantwortlichen Führer des türkischen Volkes mit ganzer Kraft zu verhindern suchen, dass ihr Land in den alles zerstörenden Krieg verwickelt wird. Sie sind sich wohl klar bewusst, dass bei einer militärischen Beteiligung am Völkerringen nicht nur das mühsam Aufgebaute auf dem Spiele steht, sondern dass dann vielleicht für lange Zeit der Wille und die Energie, gesteigerte Leistungen zu vollbringen, zu stark gelähmt werden könnten, um den einmal unterbrochenen Aufstieg wieder fortzusetzen.

Möge auch aus diesem Grund der Krieg ausserhalb der türkischen Grenzpfähle bleiben!

### Der Uebergangsbogen als Trassierungselement im Strassenbau

Von Dipl. Ing. Dr. sc. techn. EMIL GERBER, Kreisoberingenieur, Bern

Die Zusammensetzung der Strassenaxe aus Geraden und Kreisbögen genügte, solange die Fahrzeuggeschwindigkeiten gering waren. Die mit der Verbesserung der Fahrbahndecke und der Entwicklung des Automobilbaues steigenden Verkehrsgeschwindigkeiten fordern jedoch eine Verfeinerung der Linienführung durch Einschalten von Uebergangsbögen. Die deutschen Autostrassen weisen eine konsequente Berücksichtigung dieses neuen Trassierungselementes auf. Im Hinblick auf die umfangreichen Entwurfsarbeiten für den kommenden Ausbau der schweizerischen Durchgangstrassen erhält die Frage der elastischen Verbindung der starren Elemente Gerade und Kreisbogen auch für uns erhöhte Bedeutung. Die sich aufdrängenden und abzuklärenden Fragen sind vor allem fahrtechnischer und geometrischer Natur. Die Behandlung der geodätischen und ästhetischen Teilprobleme ist im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgesehen.

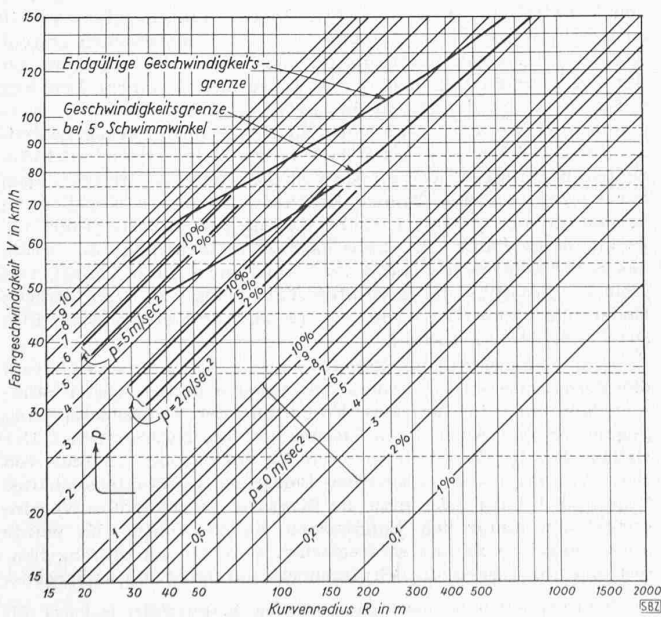


Abb. 1. Fahrgeschwindigkeit und Kurvenradius als Funktionen der Radialbeschleunigung

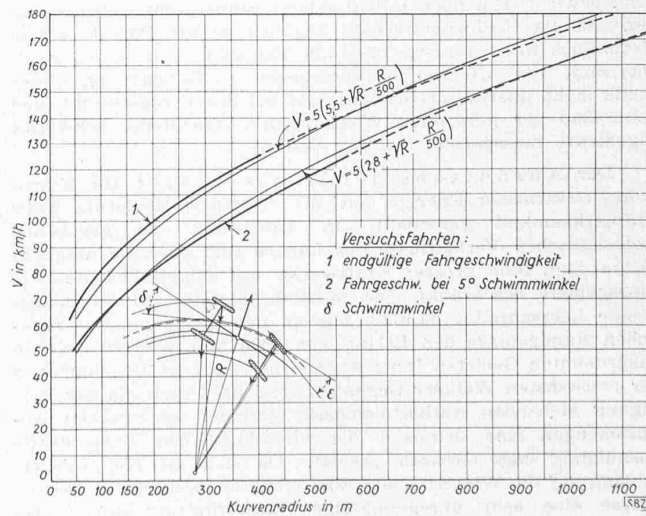


Abb. 2. Grenzgeschwindigkeiten mit Rücksicht auf Schräglage des Fahrzeuges

A. Fahrtechnische Grundlagen

Die grundlegenden Fragen: Mit welcher maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit kann ein Kreisbogen mit Radius  $R$  befahren werden, oder welcher minimale Kurvenradius ist einer gegebenen Ausbaugeschwindigkeit zu Grunde zu legen, sind in der Fachliteratur auf die verschiedensten Arten beantwortet worden. In Anwendung von Gleit- und Kippformeln werden die unterschiedlichsten Lösungen empfohlen. Uebersichtlich gestalten sich die Zusammenhänge, sobald die Radialbeschleunigung nicht in Gleitkoeffizienten oder Stabilitätsbedingungen gehüllt wird. Unter Voraussetzung einer konstanten Geschwindigkeit ergibt sich für das Fahrzeug auf quergeneigter Kreisbahn unter Vernachlässigung allfälliger Einflüsse aus Antrieb und Fahrwiderständen eine Zentrifugalbeschleunigung

$$p = \frac{v^2}{R} - g \operatorname{tg} \alpha$$

( $v$  in m/sec,  $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ ,  $\operatorname{tg} \alpha =$  Querneigung in %) )

Die Beziehungen der Variablen aus der entsprechenden Gleichung  $R = \frac{v^2}{p + g \operatorname{tg} \alpha}$  sind aus der logarithmischen Multiplikationstabelle Abb. 1 ersichtlich<sup>1)</sup>. Für  $p = 0$  ergeben sich ausgezeichnete Geschwindigkeitswerte ( $V \text{ min}$ ). Die Versuchung liegt nahe, für alle Kreisbögen eine bestimmte Radialbeschleunigung, z. B.  $p = 2,0 \text{ m/sec}^2$  den baulichen Massnahmen zu Grunde zu legen, da der reziproke Wert  $\frac{1}{p}$  zwanglos als Mass der Fahr-sicherheit  $S$  aufgefasst werden kann.  $p = 0 : S = \infty$ ;  $p = 2,0 : S = 0,5$ .

Die täglichen Beobachtungen und Erfahrungen zeigen jedoch, dass der Automobilist dahinneigt, scharfe Krümmungen mit grösserer Radialbeschleunigung zu befahren als flache. Die Versuche des Forschungsinstitutes für Kraftfahrwesen an der Technischen Hochschule Stuttgart<sup>2)</sup> sind in dieser Beziehung sehr aufschlussreich (Abb. 2). Durch Reihenlichtbildaufnahmen während der Fahrt wurde festgestellt, dass entgegen den üblichen Annahmen der Lenkgeometrie die Fahrzeuglängsaxe nicht mit der Bahntangente zusammenfällt, sondern mit ihr den sogen. Schwimmwinkel  $\delta$  bildet. Das Fahrzeug steht schräg in der Kurve (Rennwagen!). Unsere Auswertung der Versuchsergebnisse führt zu folgenden Beziehungen:

Endgültige Fahrgeschwindigkeit (scharfe Fahrt) in km/h:

$$V = 5 \left( 5,5 + \sqrt{R} - \frac{R}{500} \right)$$

und Fahrgeschwindigkeit bei  $\delta = 5^\circ$  (sichere Fahrt) in km/h:

$$V = 5 \left( 2,8 + \sqrt{R} - \frac{R}{500} \right)$$

Die Uebertragung dieser Werte in die Abb. 1 zeigt, dass mit ganz ansehnlichen Beschleunigungswerten zu rechnen ist. Wenn in der Folge die Geschwindigkeitsgrenzen bei  $5^\circ$  Schwimmwinkel als Grundlage für die konstruktiven Anordnungen vorgeschlagen werden, so wird für  $p = 2,0$  bis  $4,0 \text{ m/sec}^2$  an die Rauigkeit der Fahrbahndecke keine übertriebene Forderung gestellt und den Bedürfnissen des Verkehrs weitgehend Rechnung getragen.

Bei der Fahrt von der Geraden auf den Kreisbogen wächst die Radialbeschleunigung sprunghaft von 0 auf  $p$  an. Aufgabe des Vor- oder Uebergangsbogens ist es, diese Unstetigkeit auszugleichen. Die Einführung des Begriffes «Aenderung der Radial-Beschleunigung pro

<sup>1)</sup> E. Gerber: Das Problem der Strassenkurve, «Strasse und Verkehr» 1941, Heft 16.

<sup>2)</sup> S. Deutsche Kraftfahrfor-schung, Heft 44. Berlin 1940, VDI-Verlag.

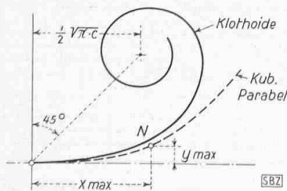


Abb. 3. Kubische Parabel und Kloithoide

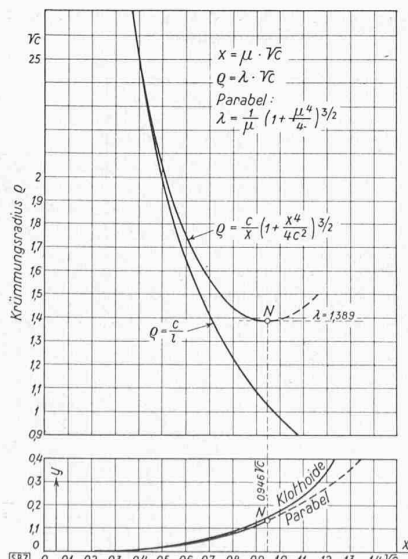


Abb. 4. Krümmungsradius als Funktion der Abszissenlänge der Kurve

Zeiteinheit»  $\frac{dp}{dt}$  — der sogen. Querruck — gestattet, die Krümmungsverhältnisse des Uebergangsbogens festzulegen.

Der nächste Abschnitt erläutert das Verfahren.

B. Geometrische Grundlagen

Auf dem Uebergangsbogen ändert sich der Krümmungsradius stetig von  $\infty$  bis  $R$ . Der kreisförmige Hauptbogen (Abbildung 5) bildet somit Bestandteil eines Schmiegunskreises an die geometrisch zu bestimmende Kurvenform des Vorbogens. Aus der Reihe der Kurvenbilder, die obige Bedingung erfüllen — Sinus-Linie, Lemniskate, Kreisevolvente, Kloithoide, kubische Parabel — eignen sich für unsere Zwecke in ausgezeichnetem Masse die beiden letztgenannten, auf deren geometrische Eigentümlichkeiten in der Folge eingetreten wird.

**Kloithoide<sup>3)</sup> und kubische Parabel.** Unter Annahme einer konstanten Fahrgeschwindigkeit  $v$  und gleicher Aenderung des Einschlagwinkels  $\varepsilon$  pro sec stehen die durchfahrenen Längen des Uebergangsbogens in indirekter Proportion zu dessen Krümmungsradien ( $\frac{l_m}{l_n} = \frac{\rho_n}{\rho_m}$ ). Hieraus folgt für den selbsttätig gefahrenen Vorbogen das Krümmungsgesetz

$$l_x \rho_x = C \text{ oder } \rho = \frac{C}{l}$$

Dies ist die «natürliche Gleichung» der Kloithoide. Sie umfasst alle Radien von  $\infty$  bis Null (Abb. 3). Ihre Gestalt ist in einfacher Weise definiert. Schwieriger gestaltet sich die Fixierung im rechtwinkligen Koordinatensystem. Die Integrale in den Gleichungen

$$y = \sqrt{\frac{C}{2}} \int_0^\tau \frac{\sin \tau}{\sqrt{\tau}} d\tau$$

und

$$x = \sqrt{\frac{C}{2}} \int_0^\tau \frac{\cos \tau}{\sqrt{\tau}} d\tau$$

sind für die Einheitskloithoide (Parameter  $\sqrt{C} = 1$ ) im kürzlich erschienenen Werk von Schürba<sup>4)</sup> für die Tangentenwinkel  $\tau = 0$  bis  $45^\circ$  berechnet, sodass der praktischen Anwendung keine Hindernisse im Wege stehen<sup>5)</sup>.

Im Gegensatz zur Kloithoide ist der Nutzbereich der kubischen Parabel beschränkt. Inr Krümmungsgesetz lautet

$$\rho = \frac{C}{x} \left( 1 + \frac{x^4}{4C^2} \right)^{3/2}$$

Die einfache Beziehung  $\rho = \frac{C}{x}$ , aus der sich bekanntlich die

Parabelgleichung  $y = \frac{x^3}{6C}$  ableitet, gilt nur für den flachen Teli

der Kurve. Wir führen ein  $x = \mu \sqrt{C}$  und  $\rho = \lambda \sqrt{C}$  und erhalten aus der Krümmungsgleichung  $\lambda = \frac{1}{\mu} \left( 1 + \frac{\mu^4}{4} \right)^{3/2}$ . Die durch diesen Ausdruck definierte Kurve besitzt ein Minimum für  $\lambda = 1,389$  und  $\mu = 0,946$  (Abb. 4). Vom Scheitelpunkt  $N$  an nehmen die Krümmungsradien wieder zu. Die kubische Parabel ist somit

<sup>3)</sup> L. Oerley: Uebergangsbogen bei Strassenkrümmungen, Berlin 1937, Volk und Reich-Verlag.

<sup>4)</sup> Walther Schürba: Kloithoiden-Abstecktafeln. Berlin 1942, Volk und Reich-Verlag.

<sup>5)</sup> Als ergänzende Angaben unsererseits folgen hier für den äussersten Tangentenpunkt ( $\tau = 90^\circ$ ) die Werte  $y = 0,777 \sqrt{C}$ ,  $x = 1,391 \sqrt{C}$  und  $\rho = \sqrt{\frac{C}{2\tau}} = 0,564 \sqrt{C}$

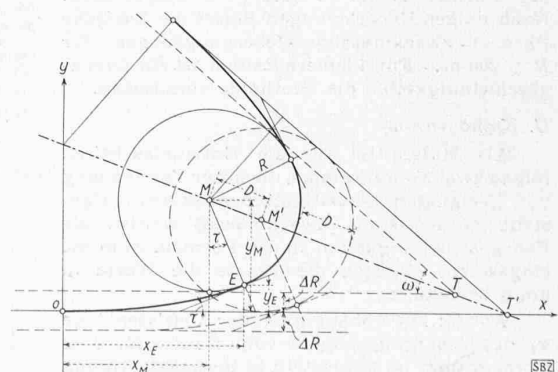


Abb. 5. Verschiebung des Hauptbogens oder der Geraden bei Einschalten des Uebergangsbogens

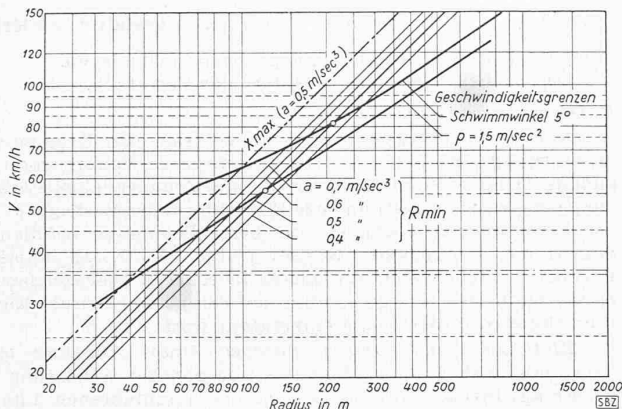


Abb. 6. Minimaler Krümmungsradius der kub. Parabel als Funktion des Querrucks  $a = dp/dt$

als Uebergangsbogen nur anwendbar vom Anfangspunkt 0 bis zum Scheitel N, d. h. von  $x = 0$  bis  $x = 0,946 \sqrt{C}$  oder für Tangentenwinkel  $\tau = 0$  bis  $24^\circ 5'$ . Der Halbmesser des kleinsten Schmiegunskreises beträgt  $1,389 \sqrt{C}$ .

Für die Entwurfsarbeiten sind folgende Gleichungen zu berücksichtigen (Abb. 5): kubische Parabel  $y = \frac{x^3}{6C}$

$$\text{Tangentenwinkel } \operatorname{tg} \tau = \frac{x^2}{2C}$$

Koordinaten des Mittelpunktes des Hauptbogens:

$$x_M = x_E - \frac{\operatorname{tg} \tau R}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \tau}}$$

$$y_M = y_E + \frac{\operatorname{tg} \tau R}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \tau}}$$

Tangentenverschiebung:  $\Delta R = y_M - R$

$$\text{Hauptbogenverschiebung } D = \frac{\Delta R}{\sin \frac{\omega}{2}}$$

Alle Klothoiden und kubischen Parabeln sind unter sich geometrisch ähnlich.  $\sqrt{C}$  ist der lineare Aehnlichkeitsfaktor (Parameter). Kleine Werte von C erzeugen rasches Anwachsen der Krümmungen und umgekehrt. Die Bedeutung der zweckmässigen Wahl der Kurvenkonstanten C ist augenfällig. Gestützt auf die Ausführungen unter A. schlagen wir folgendes Verfahren vor: In Gleichung

$$p = \frac{v^2}{R} - g \operatorname{tg} \alpha \text{ wird } R \text{ ersetzt durch } \frac{C}{l} \text{ bzw. } \frac{C}{x}$$

Da  $l = vt$  und für kleine Werte  $l \propto x$  ergibt sich aus

$$p = \frac{v^3}{C} t - g \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{v^3}{C} = a \text{ also } C = \frac{v^3}{a}$$

Im Bahnverkehr wird der Längsruck zu  $0,5/\text{sec}^3$  angenommen. Wir berücksichtigen für den Querruck  $\frac{dp}{dt} = a$  ebenfalls

diesen Betrag und erhalten die Kurvenkonstante in Funktion der Geschwindigkeit  $C = 2v^3$ . Um den Nutzbereich der kubischen Parabel festzulegen, sind in Abb. 6 für verschiedene Werte a die Linien für die kleinsten Halbmesser nach der Formel  $R_{\min} = 1,389 \sqrt{2v^3}$  eingetragen. Nach obigen Überlegungen liefert die kubische Parabel zweckmässige Uebergangsbögen für  $R > 200$  m. Für kleinere Radien ist für Geschwindigkeiten die Klothoide vorzusehen.

C. Nomogramme

Als Hilfsmittel für die Entwurfsarbeiten folgen zwei Nomogramme, die unter Verwendung von geeigneten logarithmischen Skalen aufgestellt worden sind. Zweckmässig werden die Fahrgeschwindigkeiten in den Formeln in m/sec eingesetzt, wogegen die Praxis die Werte in km/h bevorzugt.

Abb. 7: Die Abhängigkeit der Abszissenlänge  $x_E$  des Uebergangsbogens vom Radius R. Das Nomogramm ist aufgestellt in Berücksichtigung der Formeln

$$R = \lambda (2v^3)^{1/2}$$

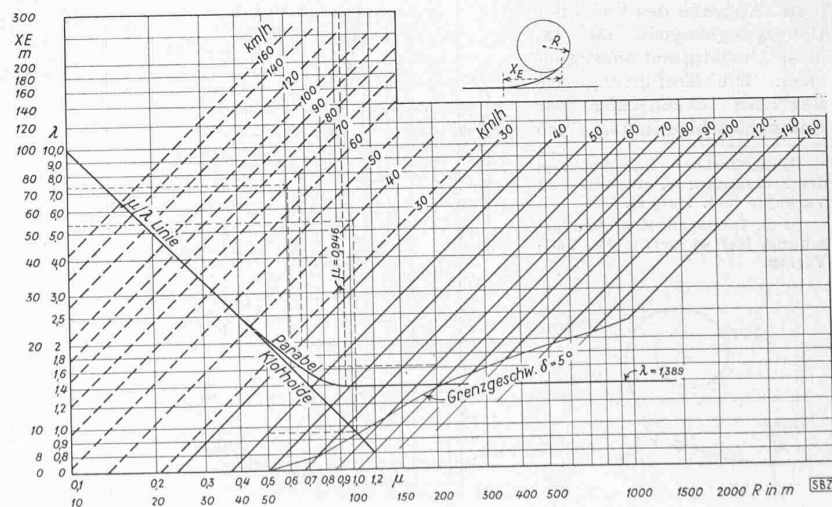


Abb. 7. Abszissenlänge  $x_E$  des Uebergangsbogens und Krümmungsradius R bei gegebener Fahrgeschwindigkeit

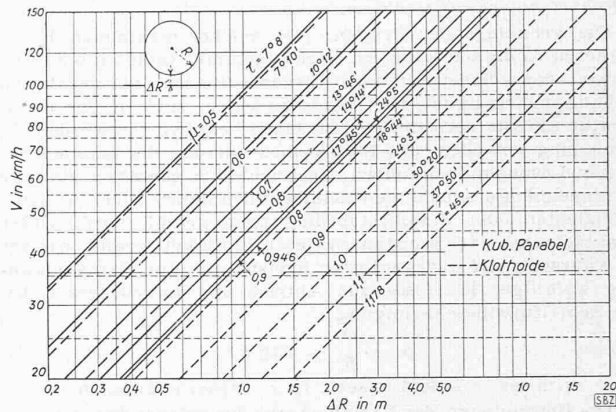


Abb. 8. Tangentenverschiebung  $\Delta R$  in Funktion der Fahrgeschwindigkeit

$$x_E = \mu (2v^3)^{1/2} \text{ und } \lambda = \frac{1}{\mu} \left( 1 + \frac{\mu^4}{4} \right)^{3/2}$$

Der Gebrauch des Graphikon wird anhand nachstehender Beispiele erläutert:

Gegeben  $R = 200$  m,  $V = 70$  km/h

Im Schnittpunkt R/V ist eine Horizontale gezogen bis zum Schnitt der  $\mu/\lambda$ -Linie und von hier eine Vertikale bis zum Schnittpunkt der 70 km/h-Linie. Die Ablesung des Ordinatenwertes ergibt ein  $x_E$  von 80 m für die kubische Parabel und von 73 m für die Klothoide. Sinngemäss wird für  $R = 50$  m und  $V = 40$  km/h ein Abszissenwert der Klothoide von 54 m erhalten.

Abb. 8: Die Tangentenverschiebung  $\Delta R$  in Funktion der Fahrgeschwindigkeit für den Hauptbogen. Das Nomogramm ist aufgestellt in Berücksichtigung der Beziehung  $\Delta R = y_M - R$  Nach einigem Umformen folgt

$$\Delta R = \left\{ \frac{\mu^3}{6} - \lambda \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\mu^4}{4}}} \right) \right\} (2v^3)^{1/2}$$

Für die Klothoide ist der Klammerwert direkt aus der Tafel zu entnehmen.

Die Tangentenwinkel  $\tau$  der kubischen Parabel ergeben sich aus der einfachen Beziehung

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{x^2}{2C} = \frac{\mu^2}{2}$$

Die graphische Darstellung für die Ermittlung beliebiger Koordinaten von Kurvenpunkten entsprechend der Gleichung  $y = \frac{1}{12} \left( \frac{x}{v} \right)^3$  muss wegen Platzmangel ausfallen. Bei geeigneter Wahl der logarithmischen Masstäbe ( $\lg y = 3 \lg x - 3 \lg v - \lg 12$ ) bietet die Aufstellung der Geradenschar für die Geschwindigkeiten in km/h keine Schwierigkeiten.

Abb. 9 zeigt die Lösung einer Aufgabe aus der Praxis des Strassenbaues.

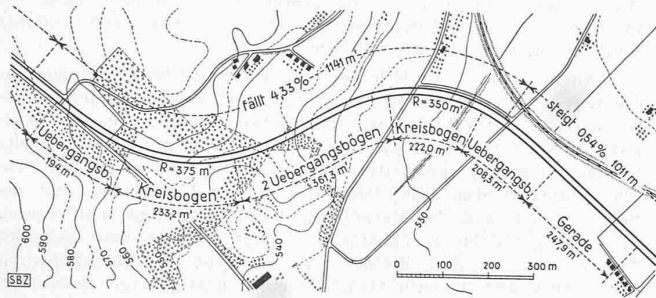


Abb. 9. Projektierte Neuanlage einer Hauptdurchgangstrasse. S-förmige Steilrampe mit fahrttechnisch günstiger und flüssiger Linienführung bei Einschalten von Uebergangsbögen

erforderte und bei Weideland, wurde wie folgt erstellt: als Parapetmauer 30,90 cm sichtbare Mauerhöhe auf hohen Stützmauern; als Wehrsteinabschluss in weniger steilem Gelände und auf Stützmauern bis etwa 3 m sichtbare Mauerhöhe; als normaler Eisenfried bei Weideland.

Kostenzusammenstellung der Ostrampe:

1. Erd- und Felsarbeiten . . . . .	Fr. 225 525.—
2. Versteinerung der Fahrbahn . . . . .	„ 54 000.—
3. Kunstbauten . . . . .	„ 927 749.—
4. Einfriedigungen, seitliche Fahrbahnabschlüsse . . . . .	„ 90 200.—
5. Fahrbahn- und Trottoir-Belag . . . . .	„ 162 000.—
6. Bodenerwerb, Entschädigungen für Kulturen und Gebäude . . . . .	„ 46 000.—
7. Herstellung von Zufahrtstrassen . . . . .	„ 64 995.—
8. Unvorhergesehenes . . . . .	„ 129 531.—
<b>Gesamtkosten . . . . .</b>	<b>Fr. 1 700 000.—</b>

Das von Kantonsingenieur A. Blumer verfasste Projekt wurde vor der Ausführung Prof. E. Thomann E.T.H. zur Begutachtung unterbreitet. Die örtliche Bauleitung besorgte der heutige Kantonsingenieur F. Trümpy.

Während des Baues, der ohne grosse Unfälle und Naturkatastrophen ausgeführt wurde, hatten wir öfters hohen Besuch. Auch Diplomanden unserer E.T.H. wohnten einmal einer Exkursion bei, was uns Ingenieure in der Praxis besonders freute. Am 1. September 1938, nach zweijähriger Bauzeit, wurde die Ostrampe der Kerenzbergstrasse feierlich eingeweiht.

Vom Bau der Kerenzbergstrasse

Von Dr. sc. techn. P. TONEATTI, Dipl. Ing., Bauunternehmer, Rapperswil

Der Ausbau nach modernen Grundsätzen begann 1928; im Jahre 1936 war die Strasse von Näfels bis «Stocken» (erste Kehre unterhalb Obstallden), auf eine Länge von 11,3 km vollendet<sup>1)</sup>. Die «Ostrampe» von «Stocken» bis zum Abschluss an die bestehende Walenseestrasse Mühlehorn-Murg im Tiefenwinkel, mit einer Länge von 2,7 km<sup>2)</sup> und einem Kostenvoranschlag von 1,7 Mio Fr., wurde im Herbst 1936 zur Ausführung vergeben. Als an diesen Bauten beteiligter Unternehmer möchte ich dazu folgende Ausführungen machen.

Besondere Bauobjekte waren der Tunnel durch das Fuchsfallenhorn und der Durchlass beim Meerenbach; beide sind an der zitierten Stelle der SBZ dargestellt.

Der gesamte Höhenunterschied «Stocken»-Tiefenwinkel beträgt 175,30 m, die mittlere Steigung somit 6,5%. Die Höchststeigung ist 7,6% auf 57 m Länge. 1548 m liegen in Kurven, 1151 m in Geraden. Die Krümmungsverhältnisse sind günstig;  $R = 40\text{ m}$  auf 97,50 m Länge ist der Minimalradius, der Maximalradius beträgt 400 m. Der Baugrund ist ebenfalls als günstig zu bezeichnen. Die Strasse liegt auf grosse Strecken im Felsen (Oerlikalk, Zementsteinschiefer, Quintner-Kalk). Wo der Baugrund nicht aus Fels besteht, bilden standfeste Moränen oder Bachschutt im Einschnitt die Unterlage des Fahrbahnkörpers.

Auf die Herstellung eines trockenen und tragfähigen Baugrundes ist grösstes Gewicht gelegt worden. Als normale Versteinerung der Fahrbahn wurde ausgeführt: im Felseinschnitt eine Schotterlage von 20 cm; in der Moräne und in anderem standfestem Boden ein Steinbett von 25 cm, darüber eine Schotterlage von 12 cm; auf nur steinigen Auffüllungen eine Schotterlage von 20 cm; auf Auffüllungen aus Moräne und Bachschutt ein Steinbett von 25 cm, darüber eine Schotterlage von 12 cm. Als grösster Abstand der Durchlässe für Strassenentwässerung wurden 80 m nicht überschritten. Die Fahrbahndecke ist der ganzen Länge nach beidseitig abgegrenzt: Bei Wandmauern und Einschnitten mit einem Stellstein, in Auffüllungen mit einem Fahrbahnstein. Stellsteine und Fahrbahnsteine sind auf ihrer ganzen Länge in Beton versetzt. Die Fahrbahn wurde durchwegs mit Pflaster oder einem bituminösen Belag versehen.

Die Mauern sind als Mörtelmauern (Beton mit Steinverkleidung) ausgeführt. Der Fried<sup>3)</sup>, wo die Verkehrssicherheit ihn

Der Befestigungsbau durch Unternehmer und die Truppe

Von Dipl. Ing. WILLY STÄMPFLI, Major, z. Z. Armeestab

Die Frage, ob Befestigungsbauten besser an das zivile Baugewerbe zur Ausführung vergeben oder durch die Truppe selbst ausgeführt werden sollen, ist während des gegenwärtigen Aktivdienstes öfters von dazu Berufenen, aber auch in Form ungerechtfertigter Kritik von Unberufenen gestellt und diskutiert worden. Sie lässt sich eindeutig überhaupt in dieser einfachen Form gar nicht beantworten, da die Antworten ganz verschieden lauten müssen, je nachdem der Standpunkt der reinen Wirtschaftlichkeit der Ausführung, der Zweckmässigkeit in militärischer Hinsicht, die Art der Kredite für solche militärische Anlagen oder auch nur die Interessen des Baugewerbes und der Arbeitsbeschaffung zum Ausgangspunkt genommen werden.

In erster Linie muss man sich die historische Entwicklung des Befestigungsbaues während des gegenwärtigen Aktivdienstes in die Erinnerung zurückrufen. Die mehrere Jahre vor Ausbruch des Krieges in Angriff genommenen Bauten der Grenzbefestigungen wurden nach den taktischen Weisungen der Generalstabsabteilung des Eidg. Militärdepartements vom Bureau für Befestigungsbauten (BBB) projektiert, auf Grund beschränkter Submissionen von zivilen Bauunternehmungen offeriert, und gestützt auf diese Angebote einem oder mehreren Unternehmern zur Ausführung übertragen. Die Ausführung durch den Unternehmer erfolgte — auch wenn die Bautermine kurz waren — nach den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit des zivilen Bauwesens in einer Zeit, wo weder Mangel an Arbeitskräften noch Mangel an Baustoffen und Rohstoffen herrschte. Ein Teil dieser Bauten war bei Kriegsausbruch fertig, ein anderer Teil aber erst in Ausführung begriffen.

Nachdem die Armee anfangs September 1939 die Mobilmachung und den Aufmarsch in die befohlenen Räume durchgeführt und die zur nachhaltigen Verteidigung angeordneten Stellen rekognosziert hatte, erfolgte auch sogleich der allgemeine Befehl zur Inangriffnahme der zur Verstärkung des Geländes notwendigen Befestigungsarbeiten. Hier muss man sich nun zurückversetzen in die damalige militärpolitische Lage der Armee wie unseres Landes überhaupt. Niemand wusste, in welchem Moment auch wir angegriffen und in den Krieg verwickelt werden konnten, noch an welcher Front dies geschehen würde. Es galt, überall und jederzeit bereit zu sein, und dementsprechend hatte sich das Programm der Befestigungsarbeiten den taktischen Bedürfnissen anzupassen. Man musste daher auf Grund der ersten Rekognoszierungen überall und mit möglichst vielen Arbeitskräften mit einfachen Feldbefestigungsarbeiten beginnen und diese in den folgenden Tagen, Wochen und Monaten ergänzen, besser ausbauen und verstärken. Die technischen Baudruppen unserer Armee — Sappeure, Mineure, Pontoniere und HD-Baudetachements — bildeten das Kader und den Kern dieser ad hoc gebildeten militärischen Baustellen, die nicht mit Bewachungs- oder Ausbildungsaufgaben beschäftigten

<sup>1)</sup> Vgl. SBZ Bd. 103, S. 91\* (1934). — <sup>2)</sup> SBZ Bd. 108, S. 193\* (1936).  
<sup>3)</sup> Glarnerische Bezeichnung für Einfriedigung.



Von links: der Verfasser, Bundesrat Kobelt (damals noch St. Gallischer Baudirektor), Kantonsingenieur Blumer (†) und Ing. Bachmann bei der Eröffnung am Fuchsfallenhorn-Tunnel Bew. 6057 lt. BRB 3. X. 39