

Schattenspender für Menschen und Tiere, weshalb es sich z. B. auch empfiehlt, Fußwege tunlichst an die Süd- und Westseite der Straße zu verlegen. Neben diesen rein praktischen Zwecken bilden sie eine Zierde der Landschaft und es soll in dieser Hinsicht noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, wie hübsch eine Hervorhebung von wichtigen Stellen der Straße, wie z. B. von Kreuzungen, Ortseingängen, Brücken usw., durch Pflanzung besonders stattlicher oder prächtiger Baumarten, wie Linden, Pappeln, Birken, Nadelhölzer oder Gruppen von solchen, gelingt. Im übrigen verdienen in Gegenden, wo Obstbau möglich ist, schon aus wirtschaftlichen Gründen und ihrer vielfach vorbildlichen Wirkung wegen Obstbäume den Vorzug, wo solche aber nicht gedeihen, sollten Waldbäume oder Ahorn, Pappeln, Eschen, Linden, Vogelbeerbäume und ähnliche an ihre Stelle treten. Gewisse Arten von Bäumen, wie Pappeln, Eschen, Ulmen und Walnußbäume, schädigen allerdings die an die Straßen angrenzenden Grundstücke durch ausgedehnte Wurzel- und Kronenbildung oder starken Laubfall. Doch werden überall Stellen genug zu finden sein, z. B. auf höheren Dämmen oder entlang von Ödländern und Wasserläufen, wo diese schönen Bäume unbedenklich verwendet werden können. Als Entfernung zwischen den einzelnen Bäumen hat sich ein Maß von etwa 8—12 m bewährt (Abb. 33), wobei die Bäume der einen Straßenseite mit denen der andern übers Kreuz gesetzt werden können. Wegen des Fuhrwerksverkehrs und um eine allzu starke Beschattung der Straße zu vermeiden, wogegen übrigens auch die angegebenen Entfernungen zwischen den Bäumen sichern, sind möglichst hochwüchsige Sorten zu wählen. Berührungen mit Fernsprech-, Telegraphen- und elektrischen Leitungen lassen sich dadurch vermeiden, daß der Baumsatz an der Straßenseite, wo solche Leitungen sich hinziehen, entweder wegbleibt oder etwas niedriger gehalten und entsprechend rascher umgetrieben wird. Nur in Einschnitten bleiben Bäume überall am besten ganz weg. An Stellen, wo die Straßen starken Schneeverwehungen ausgesetzt sind, kann die Pflanzung von Hecken zur Abhaltung des Schnees von der Straße in Frage kommen.

IX. Trassierung.

A. Begriff und Arten, wirtschaftliche Trassierung.

Unter *Trassierung* oder *Linienführung* versteht man die Arbeiten zur Aufsuchung und Festlegung eines neuen Verkehrsweges, in unserem Fall also eines neu anzulegenden Straßenzugs, nach Lage, Höhe und Breite. Es ist üblich, zwischen *wirtschaftlicher* und *technischer Trassierung* zu unterscheiden, obschon beide Arten, namentlich im Straßenbau, eng miteinander verflochten sind und auch die sogenannte technische Trassierung, wie wir unten

noch im einzelnen sehen werden, stark durch Erwägungen wirtschaftlicher Art beeinflußt wird.

Aufgabe der eigentlichen *wirtschaftlichen Trassierung* ist es, die Ortschaften, welche von dem Verkehrsweg berührt werden sollen, festzustellen, den voraussichtlichen Verkehr zu ermitteln und dabei zu untersuchen, ob der Aufwand für den Verkehrsweg in einem richtigen Verhältnis zu den Vorteilen steht, welche er zu bieten vermag oder ob vielleicht sonstige Gründe für die Ausführung des Verkehrswegs sprechen. Es liegt in der Natur der Sache, daß derartigen Erwägungen für die Eisenbahnen, von denen, wenn sie bauwürdig sein sollen, Rentabilität zu fordern ist, eine viel wichtigere und selbständigere Rolle zukommt, als für die Landstraßen, bei denen die Erzielung einer Rente überhaupt nicht in Frage kommt, sondern von denen der mittelbare Nutzen der Förderung des Wirtschaftslebens erwartet wird. Überdies handelt es sich bei den Straßenbauten in den meisten Fällen nur noch um die Vervollständigung oder Verbesserung eines längst bestehenden Straßennetzes durch Straßenbauten verhältnismäßig beschränkten Umfangs und zwischen Punkten, die meist schon ziemlich genau festliegen. Immerhin können namentlich bei schwierigen Geländebedingungen auch im Landstraßenbau ab und zu recht verschiedenartige Linien gegeneinander abzuwägen und dabei auch Fragen wirtschaftlicher Natur zu erörtern sein, so namentlich die, welche Ortschaften mit der Straße selbst aufzusuchen und welche vielleicht durch Stichstraßen an den Hauptzug anzuschließen sind. Bei Entscheidung derartiger Fragen gibt es nur einen Weg, das Richtige mit Sicherheit zu treffen. Er besteht darin, daß die verschiedenen möglichen Straßenlinien, wenigstens in allgemeiner Weise, untersucht und ihre Baukosten überschlagen werden. Hierbei leisten Karten und Pläne mit Höhenkurven treffliche Dienste. Auf Grund von solchen Untersuchungen können die Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungen mit Sicherheit gegeneinander abgewogen werden. Näheres hierüber ist unter Buchstabe E ausgeführt. Nicht selten wird es sich bei umfassenderen Aufgaben im Gebiet des Landstraßenbaues auch ermöglichen lassen, die Bauausführung nach Maßgabe der verfügbaren Mittel in verschiedene Teilstrecken zu zerlegen und diese in angemessenen Zeitabschnitten nacheinander zu bauen.

Was uns im folgenden nun besonders beschäftigen wird, ist die auch den wirtschaftlichen Gesichtspunkten Rechnung tragende *technische Trassierung* der Landstraßen, wobei es sich namentlich um Festlegung der Straßen nach Lage und Höhe unter Berücksichtigung der Geländegestaltung, der Wasserläufe, sowie vorhandener Wege, Eisenbahnen und des Grunderwerbs handelt. Die grundsätzlichen Erwägungen über die Breite der Straßen, die Böschungs-

neigungen, die Befestigung der Straßenoberfläche und ähnliche Gegenstände haben bereits in den Abschnitten III, VI und VII ihre Darstellung gefunden. Sie sind hiernach vor Beginn der eigentlichen Trassierung für den ganzen Straßenzug festzulegen. Auch auf die allgemeine Erörterung der Krümmungs- und Steigungsverhältnisse der Landstraßen in den Abschnitten IV und V sei als Grundlegung verwiesen.

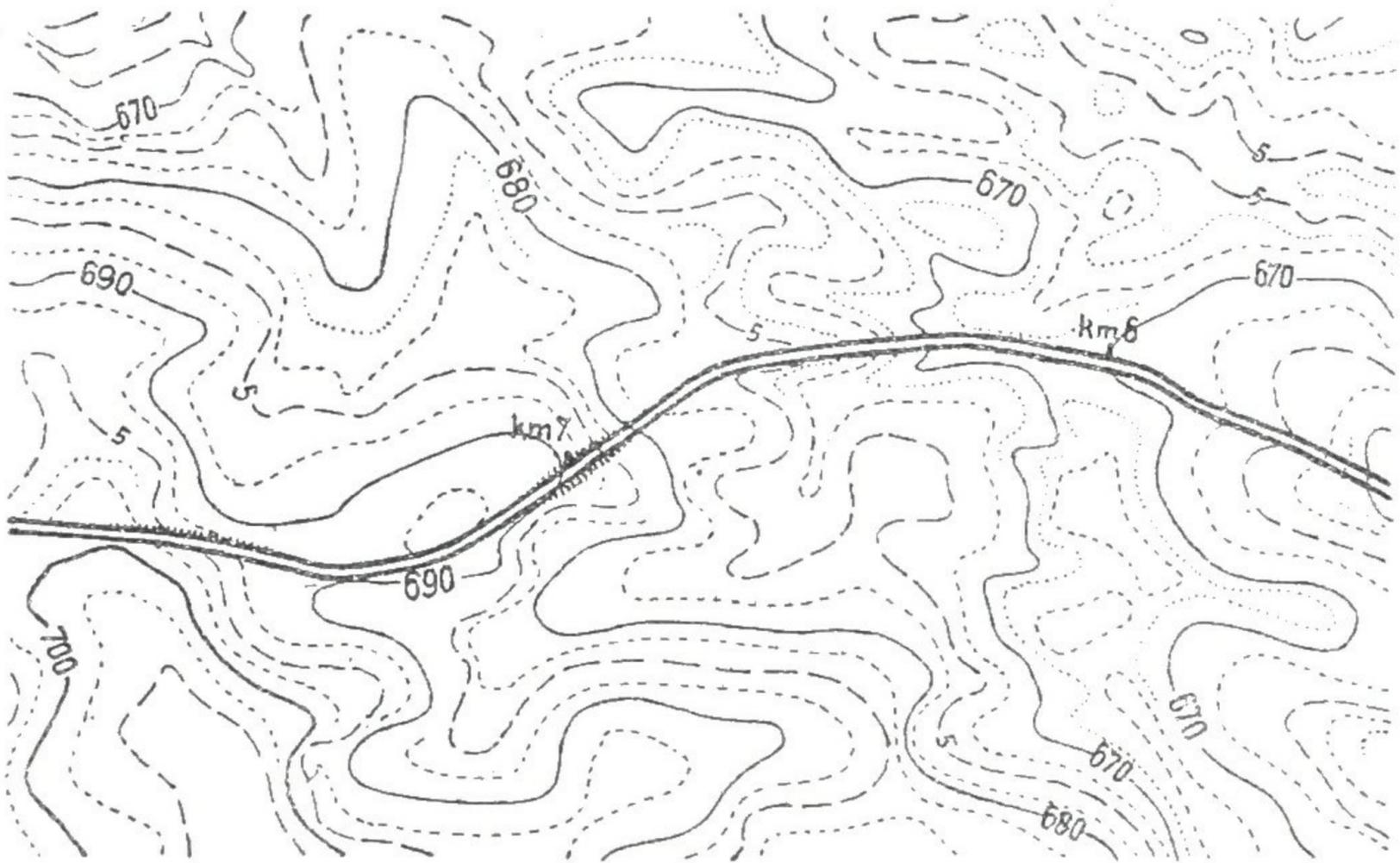
B. Einteilung der Straßen nach ihrer Lage im Gelände.

Die folgende Einteilung der Straßen in drei Arten trägt den Unterschieden Rechnung, die sich aus ihrer Lage im Gelände ergeben. Sie ist so bezeichnend, daß sie nicht nur für den Straßenbau besondere Bedeutung erlangt hat, sondern auch dem allgemeinen Sprachgebrauch entspricht. Trotzdem müssen wir uns bewußt bleiben, daß jede dieser drei Arten, namentlich hinsichtlich der Steigungen und Krümmungen, recht verschiedenen Charakter tragen kann und daß die Grenzen zwischen diesen Straßenarten nicht immer scharf zu ziehen sind. Bei den Erörterungen in Abschnitt D über die Ausführung der technischen Trassierung im einzelnen wird sich uns denn auch weniger diese Dreiteilung als die Geländeneigung selbst als das zweckmäßigste Unterscheidungsmerkmal darbieten. Mit diesen Vorbehalten können wir die Straßen einteilen in:

1. **Talstraßen** (Abb. 35). Sie ziehen sich in der Richtung von Fluß- oder Bachtälern hin, und zwar auf oder wenig über der Talsohle, aber möglichst über dem höchsten Wasserstand. Sie sind mit ihren Krümmungen und Steigungen von dem Verlauf des Tales abhängig. Dementsprechend werden sie im unteren und mittleren Lauf der Flüsse im allgemeinen flache Krümmungen und der Steigung der Talsohle entsprechend andauernde, aber geringe Steigungen aufweisen. Sie können hier demnach für den Verkehr in der denkbar günstigsten Weise ausgestaltet werden. Im Oberlauf der Flüsse und in ihren Seitentälern hingegen ist häufig ohne scharfe Krümmungen und beträchtliche Steigungen nicht durchzukommen, ja, die Straßen können hier vielfach in förmliche Steigen (Ziff. 3) übergehen.

Ein Nachteil der Talstraßen besteht darin, daß sie zur möglichsten Vermeidung von Flußüberbrückungen, die in der Regel erhebliche Kosten verursachen, in der Hauptsache auf *einer* Seite des Tales geführt werden müssen und deshalb vielfach den Talkrümmungen entsprechende Umwege zu machen haben, die bei Überschreitungen des Wasserlaufs in Wegfall kommen könnten. In breiten und dicht bewohnten Flußtälern sind aus dem gleichen Grund häufig Straßen zu beiden Seiten des Flusses erforderlich. Die Verkehrsbedeutung der Talstraßen entspricht jedoch der meist dichten Besiedlung der

Lageplan 1:25 000



Höhenplan
(Längenprofil)
(10fach überhöht)

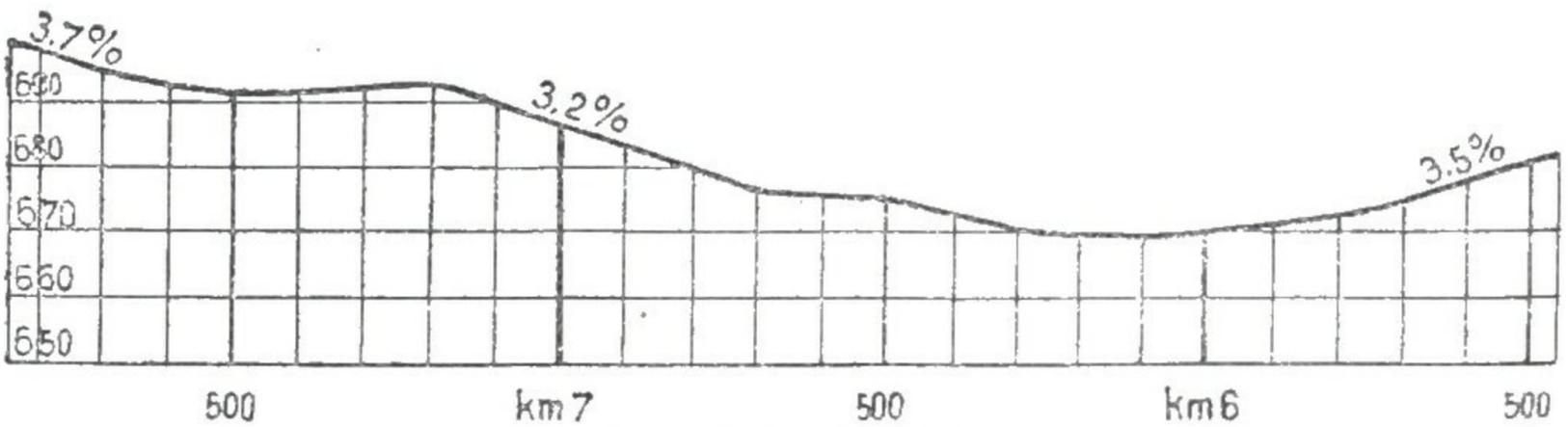


Abb. 36. Hochstraße.

heblich. Auch ihre Unterhaltung ist, wenigstens in engeren Tälern, nicht billig, weil der Zutritt von Wind und Sonne mit ihren austrocknenden Wirkungen beschränkt ist, so daß die Fahrbahnen lange feucht bleiben und unter dem Verkehr stärker Not leiden als die Bahnen freiliegender und deshalb trockener Straßen.

2. **Hochstraßen** (Abb. 36). Unter dieser Bezeichnung werden diejenigen Straßen zusammengefaßt, die auf den meist flach gewellten Bodenerhebungen zwischen den einzelnen Tälern der Flüsse oder Bäche verlaufen. Über ihre absolute Höhenlage ist damit noch nichts ausgesagt. Diese wird vielmehr der Höhe der Bodenerhebungen entsprechend eine recht verschiedene sein, im Tiefland gering, im Gebirge groß. Die Hochstraßen verlaufen nach dem Verkehrsbedürfnis teils auf den Kämmen der verschiedenen Bodenwellen (den Wasserscheiden verschiedener Ordnung), teils quer zu diesen

Bodenwellen, indem sie die flachen Talmulden, die obersten Verästelungen der eigentlichen Täler, überqueren. Der zumeist mäßig bewegten Geländeform entsprechend, zeigen die Hochstraßen in der Regel einen Wechsel von Steigungen und Gefällen (Gegensteigungen) und haben demnach vielfach einen wellenförmigen Höhenplan. Die Steigungen erreichen in der Regel größere Werte als bei den Talstraßen, ohne jedoch im allgemeinen denjenigen der Steigen gleichzukommen. Es fallen deshalb bei den Hochstraßen die häufig unvermeidlichen Gegensteigungen nicht allzusehr ins Gewicht. Die Krümmungen können der wenig ausgeprägten Bodenform entsprechend in der Regel ziemlich flach gehalten werden. Eine verhältnismäßig günstige Anlage ist somit bei diesen Straßen in den meisten Fällen erreichbar.

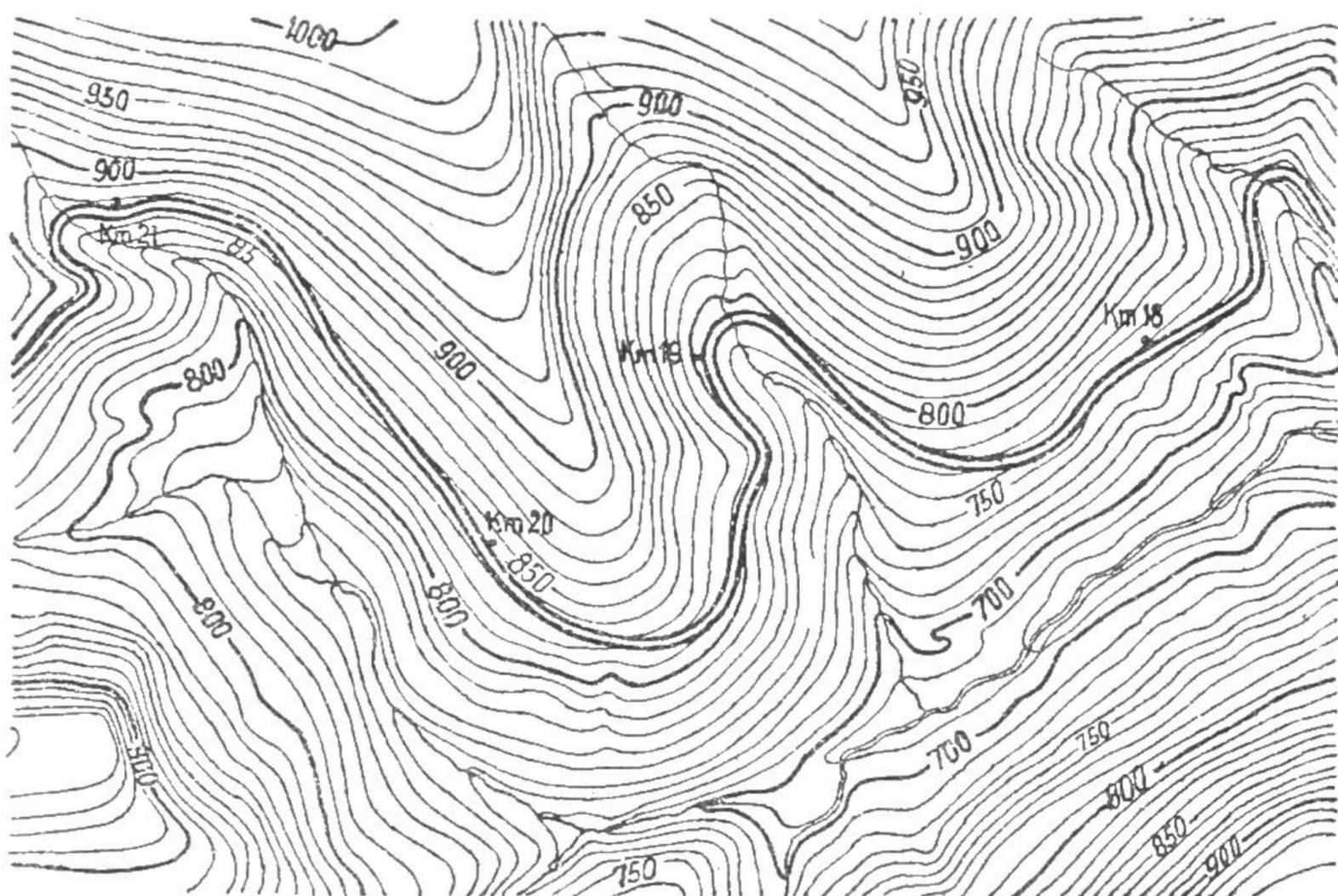
Die Baukosten können bei den Hochstraßen nach dem Angeführten zumeist in mäßigen Grenzen gehalten werden. Dies rührt davon her, daß die Kunstbauten sowohl der Zahl nach als bei den geringen Wassermengen, die abzuführen sind, auch dem Umfang nach unbedeutend sind, sowie daß auch die Erdarbeiten, von der Überquerung einzelner tieferer Mulden abgesehen, meist ziemlich beschränkt werden können. Die freie Lage der Hochstraßen, die dem Wind und der Sonne ungehinderten Zutritt gestattet, erleichtert und verbilligt ihre Unterhaltung, soweit nicht etwa dichte Baumpflanzungen nahe an die Straße herantreten (Wälder).

3. Steigen. Sie führen aus den Tälern auf die zwischen ihnen liegenden Bodenerhebungen hinauf und erhalten naturgemäß einen ausgeprägten Charakter nur da, wo diese Bodenerhebungen eine gewisse Höhe erreichen, also im Hügelland und ganz besonders im Gebirge. Die Steigen dienen entweder zur Verbindung von Talstraßen mit Hochstraßen oder, wo ausgedehntere Hochflächen fehlen, wie dies vielfach im Mittelgebirge und in der Regel im Hochgebirge der Fall ist, zur unmittelbaren Verbindung zweier Talstraßen über die Einsenkungen der Wasserscheiden, die sogenannten Pässe, hinweg.

Wo Täler von geeigneter Richtung und Beschaffenheit vorhanden sind, ist es meist das Zweckmäßigste, die Steigen der Richtung der Täler folgend an einem der Talhänge allmählich aufsteigend auf die Höhe zu führen (Abb. 37). Fehlen geeignete Täler, so bleibt nichts anderes übrig, als sich mit der Steige in Zickzacklinien (Serpentinen) an dem Hang, der zu ersteigen ist, zu entwickeln (Abb. 38). An den spitzen Ecken dieser Zickzacklinien (Spitzkehren) sind sogenannte Wendeplatten oder Straßenkehren unentbehrlich, so wenig derartige Vorrichtungen auch eine Annehmlichkeit für den Verkehr bilden. Um eine übermäßige Länge der Steige zu vermeiden, muß für die Regel zu der zulässigen Höchststeigung (S. 33) gegriffen werden.

Die Kosten der Steigen wachsen mit der Steilheit des Geländes,

Lageplan 1:25000.



Höhenplan
(Längenprofil)
(10 fach überhöht)

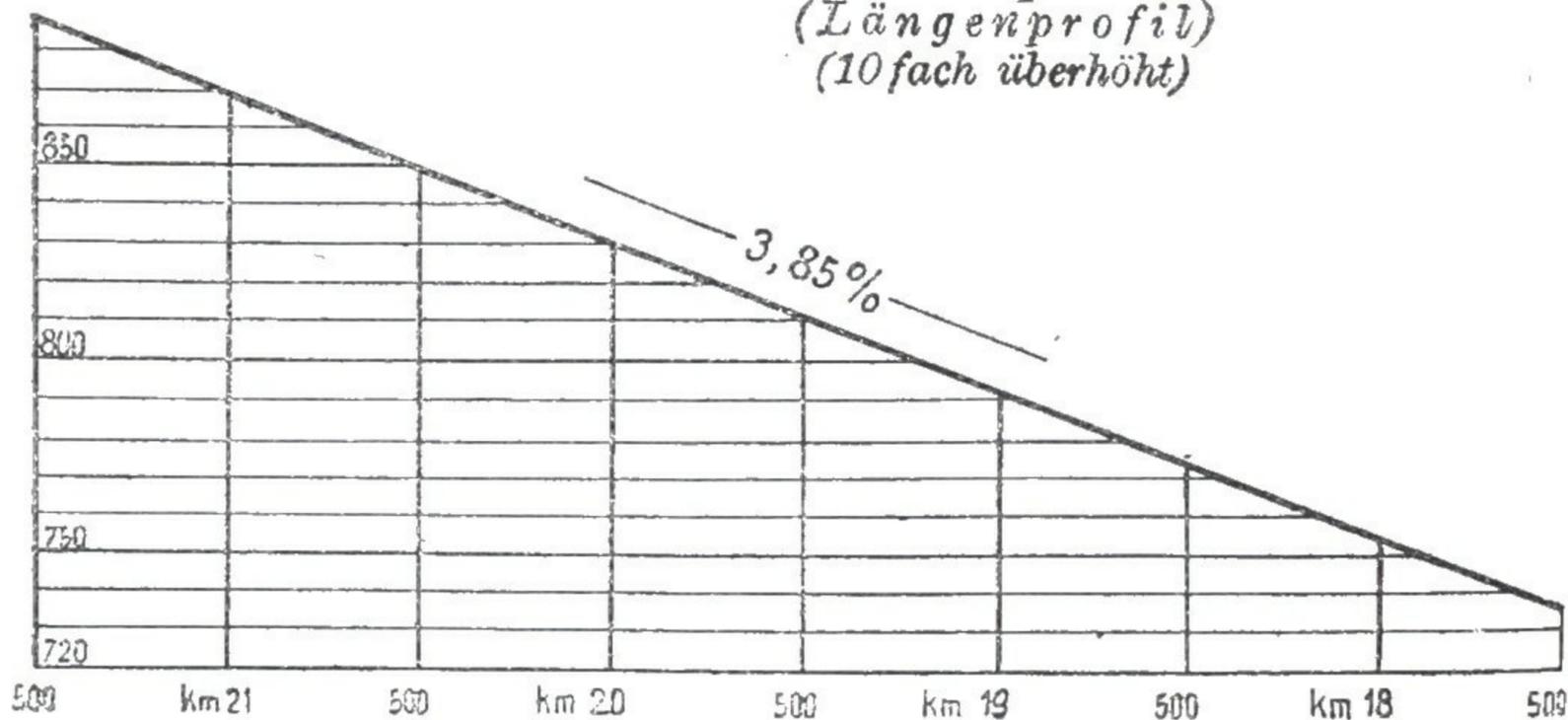
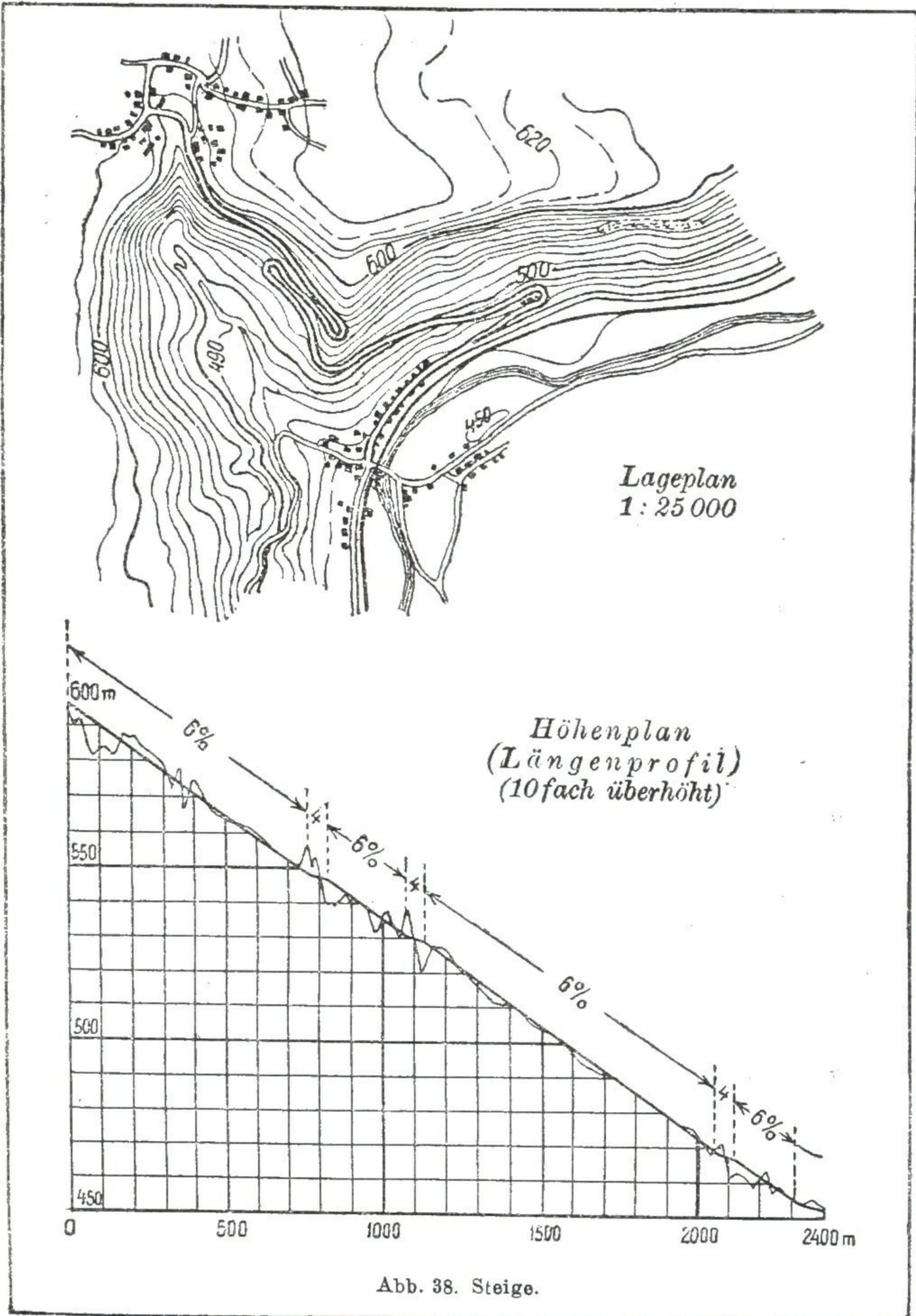


Abb. 37. Steige.

weil damit auch Umfang und Schwierigkeit der Erdarbeiten zunehmen. Stütz- und Futtermauern werden jedoch nur unter besonderen Verhältnissen notwendig sein. Die Zahl sonstiger großer Kunstbauten ist meist nicht erheblich, wenn auch kleine Dohlen und Durchlässe geringerer Weite häufig und bei der meist beträchtlichen Höhe und der entsprechenden Breite der Dämme in ziemlicher Länge notwendig werden. Die Unterhaltung der Steigen ist wegen ihres starken Gefälls, das den Abfluß des Tagwassers sehr begünstigt, einfach und billig.



C. Allgemeine Gesichtspunkte für die technische Trassierung.

Wir setzen hier voraus, daß Anfangs- und Endpunkt eines Straßenzugs ungefähr festgelegt sind. Dies wird bei neu anzulegenden Straßen auf Grund von allgemeinen Erwägungen (S. 59) geschehen sein, während in dem im Berg- und Hügelland häufigen Fall des Ersatzes unzulänglicher bestehender Straßen, besonders solcher mit zu großen Steigungen, durch einen Neubau der Anfangs- und End-

punkt der Straßenverbesserung ohnehin im allgemeinen gegeben sind. Vielfach werden übrigens diese beiden Punkte bei der technischen Trassierung unbeschadet des Hauptzwecks der Straße noch innerhalb gewisser Grenzen verschoben werden können. Zwischen dem Anfangs- und Endpunkt einer Straße sind nun häufig recht verschiedenartige Straßenzüge möglich, deren technische Trassierung in jedem einzelnen Fall nach demselben Verfahren erfolgt. Die Beschreibung dieses Verfahrens ist Gegenstand des vorliegenden Unterabschnitts C und des nächstfolgenden D. In Unterabschnitt E werden sodann die Gesichtspunkte erörtert werden, nach denen von verschiedenen, zwischen einem gegebenen Anfangs- und Endpunkt möglichen Straßenzügen der brauchbarste auszuwählen ist.

Die Straßen gestatten selbst bei weitgehendster Rücksichtnahme auf die Sicherheit und Bequemlichkeit des Verkehrs im Vergleich mit den Eisenbahnen eine viel innigere Anschmiegung an das Gelände. Zur Vermeidung von unnötigen Erdarbeiten und Kosten ist eine solche durchaus geboten. Dies ist bei der Ausarbeitung von Straßenentwürfen unter Beachtung der in Abschnitt IV und V angegebenen Grundsätze für die Auswahl der Krümmungen und Steigungen stets festzuhalten. Man wird demnach sowohl tiefe Einschnitte als hohe Dämme möglichst zu vermeiden suchen. Hierzu stehen zwei Wege offen. Verschiebungen der Straßenachse oder Änderungen in der Höhenlage der Straße, von denen der erstere vielfach leichter anwendbar ist. Häufig muß auch von beiden Mitteln gleichzeitig Gebrauch gemacht werden. Man wird also z. B. zur Vermeidung eines allzu tiefen Einschnitts die Straße vom Berg abrücken oder sie höher legen und zur Vermeidung eines zu hohen Damms umgekehrt verfahren. Sodann ist ein möglicher Ausgleich der Erdmassen anzustreben, d. h. die aus den Einschnitten (Abträgen) ausgehobenen Massen sollen zu den Auffüllungen (Dämmen, Aufträgen) gerade ausreichen, so daß weder Erde abseits des Straßenzugs abgelagert, noch von besonderen Gewinnungsplätzen außerhalb der Straße beigebracht werden muß. Endlich sind auch größere Kunstbauten (Brücken, Mauern usw.) der hohen Kosten wegen nach Möglichkeit zu beschränken. Schon eine gute Anpassung der Straßen an das Gelände wirkt in diesem Sinn. Im übrigen wird auf das verwiesen, was zur Vermeidung von Flußüberbrückungen bei Besprechung der Talstraßen S. 60 ausgeführt ist. Für eine möglichst unmittelbare Abführung der von der Bergseite auf die Straße zufließenden Wasserläufe und Niederschläge quer unter der Straße hindurch ist überall zu sorgen, um Beschädigungen der Straße zu verhindern. Zu diesem Zweck reichen Röhrendohlen oder kleinere Durchlässe in den meisten Fällen aus.

Ganz selbstverständlich ist es endlich, daß jede Straße zwischen zwei gegebenen Punkten so kurz als möglich ausfallen soll, um die

Baukosten nicht unnütz zu vermehren und unnötige Umwege auszuschalten.

Die Sicherung der Straßen und des Verkehrs erfordert möglichste Vermeidung von Geländestellen, die zu Rutschungen neigen und meist schon an der verschobenen welligen Form des Geländes am Schiefstehen von Bäumen und ähnlichen Zeichen äußerlich zu erkennen sind, sowie von Plätzen, die regelmäßig starken Schneeverwehungen unterliegen. Nötigenfalls sind in solchen Fällen Entwässerungen (S. 36 und 37) und Schneeschutzvorrichtungen anzuordnen. Sodann müssen die Böschungen an allen Stellen, wo sie bei Hochwasser strömendem Wasser ausgesetzt sind, durch Pflasterung geschützt werden. Trockenheit der Fahrbahn erleichtert und verbilligt die Unterhaltung und ist auch für den Verkehr von erheblichem Wert. Es ist deshalb freie und trockene Lage der Straße anzustreben, indem, wo immer möglich, die Sommerseite des Geländes aufgesucht, feuchter Untergrund vermieden und im Hochwassergebiet die Straßenoberfläche mindestens 0,3—0,5 m über den höchsten Hochwasserstand gelegt wird. Auf vorhandene Verkehrswege und Wasserläufe ist Rücksicht zu nehmen. Für Brücken und Durchlässe muß überall die notwendige Höhe vorhanden sein. Bahnlinien sind je nach Bedeutung der Bahn und der Straße entweder schienenfrei mit Über- oder Unterführung der Straße an geeigneten Stellen oder in Schienenhöhe, dann aber tunlichst wenig schief zu kreuzen. Als Stelle für eine Überführung der Straße ist naturgemäß ein genügend tiefer Bahneinschnitt, für eine Unterführung ein entsprechend hoher Bahndamm am geeignetsten. Bestehende Wege sind in die neue Straße mit angemessenen Krümmungen und Steigungen einzuführen. Der Verkehr zwischen den angrenzenden Grundstücken und der Straße sollte möglichst nicht unmittelbar erfolgen, sondern auf einzelne Feldwege, die mindestens auf 30 m vom Straßenrand ab mit Steinen zu befestigen oder zu pflastern sind, zusammengefaßt werden. Es trägt dies zur glatteren Abwicklung des Verkehrs und zur Reinhaltung der Straße von hereingeschlepptem Schmutz wesentlich bei. Wertvolle Gebäude, auch solche, denen künstlerische oder geschichtliche Bedeutung zukommt, sowie sonstige Kunst- und Naturdenkmäler sind zu umgehen, soweit dies ohne sehr erhebliche Verschlechterung der Straßenlinie nach Lage oder Höhe möglich ist. Auch ist überhaupt auf eine gefällige Wirkung der Straße zu achten.

Neben diesen allgemeinen Gesichtspunkten ergeben sich aus den Eigentümlichkeiten der einzelnen Straßenarten noch bestimmte Grundsätze, die Beachtung erfordern und im folgenden zusammengestellt sind.

1. **Bei Talstraßen** (Abb. 35). Im vorhergehenden Unterab-

schnitt wurde bereits gezeigt, daß bei den Straßen im Gegensatz zu den Eisenbahnen die Anlage auf einer Seite des Tals unter Vermeidung von Flußüberbrückungen vielfach auf große Länge möglich ist. Wo Brücken nicht zu umgehen sind, sei es z. B. daß ein steiler Berghang an die Straße herantritt, oder daß eine auf dem andern Ufer gelegene Ortschaft aufgesucht werden muß, erfordert die Wahl der Brückenbaustelle besondere Sorgfalt. Außer möglichst rechtwinkliger Überschreitung des Wasserlaufs ist besonders auf tragfähigen Untergrund, auf Wahl einer tunlichst schmalen Stelle des Flußbetts und geordnete Abführung des Hochwassers zu sehen. Unter Umständen ist mit dem Brückenbau eine Verlegung oder Verbesserung des Flußlaufs zu verbinden. Für die Auswahl der Talseite sind neben dem für die Straße verfügbaren Raum, die Steilheit des Geländes, die Lage der Talkrümmungen und ähnliche natürliche Verhältnisse, sowie die Lage der zu berührenden Ortschaften von Bedeutung. Auch die Frage, ob die Sommer- oder Winterseite zu wählen ist, spielt eine um so wichtigere Rolle, je enger das Tal und je steiler seine Hänge sind. Die Freiheit in der Linienführung gestattet in vielen Fällen auch das Umfahren vorspringender Bergnasen ohne Anlage von tiefen Einschnitten. In engen Gebirgstälern, wo steile Hänge vielfach beiderseits hart an den Fluß herantreten, wird sich häufig die Erstellung von Stützmauern gegen den Fluß an Stelle von Böschungen nicht umgehen lassen, so sehr man im allgemeinen auch solche Mauern der hohen Kosten wegen meiden wird. Die Straße in solchen Fällen etwa mit erheblicher Gegensteigung den Hang hinauf und dann wieder herunter zu führen, wäre eine solche Verschlechterung des Höhenplans einer Straße, daß ein derartiges Verfahren selbst bei erheblicher Kostenersparnis nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt erscheint. Tunnels und Galerien zur Durchföhrung vorspringender Berghänge und -nasen können nur im Hochgebirge und selbst da nur vereinzelt notwendig sein. Was die Höhenlage der Talstraßen im allgemeinen anlangt, so wird man sie nur ausnahmsweise höher über die Talsohle legen, als zur Erreichung von Hochwasserfreiheit erforderlich ist. Für diesen Zweck ist allerdings kein Mittel zu scheuen und man wird nötigenfalls die Straße auch unbedenklich an dem Talhang entsprechend hinaufzurücken haben.

2. **Bei Hochstraßen** (Abb. 36). Bei der großen Ausdehnung und wenig bewegten Geländegestaltung der meisten Hochflächen ist die Linienführung der Straßen viel weniger gebunden als bei den Talstraßen und Steigen. Insbesondere zwingt die Geländeform nur selten zur Anwendung scharfer Krümmungen, gestattet vielmehr meist einen ziemlich gestreckten und umweglosen Linienzug zwischen den einzelnen Ortschaften, von denen die Straßen

deshalb auch strahlenförmig nach den verschiedensten Richtungen ausgehen können. Dagegen ist, wie wir bereits gesehen haben, entsprechend der Geländeform ein wellenförmiger Höhenplan mit Gegensteigungen häufig nicht zu vermeiden, wenn schon die Steigungen meist in erträglichen Grenzen gehalten werden können. Manchmal taucht auch die Frage auf, ob ein Quertal besser in gestrecktem Zug mit vermehrten Erdarbeiten überschritten oder ob durch Ausbiegung in den oberen Teil des Tals mit Vermehrung der Straßenlänge und schärferen Krümmungen an Erdbewegung gespart werden soll. Vergleichsentwürfe werden eine zutreffende Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungen und die Entscheidung für eine davon ermöglichen. Ist lebhafter Kraftwagenverkehr zu erwarten, so wird man einem schlankeren Linienzug mit annehmbaren Steigungen den Vorzug geben, falls er nicht unverhältnismäßige Mehrkosten erfordert.

3. Bei Steigen (Abb. 37 u. 38). Mehr als bei den übrigen Straßenarten kommt beim Entwerfen der Steigen alles auf eine geschickte Benutzung des Geländes an, um so mehr, je steiler es ist und je größer die zu überwindenden Höhenunterschiede sind. Dabei sind, wie bereits angedeutet, je nach der Geländegestaltung zwei grundsätzlich verschiedene Lösungen möglich. Die erste und günstigere dieser Lösungen (Abb. 37) besteht darin, daß man die Straße dem Verlaufe geeigneter Täler folgend von ihrem Ausgangspunkt in der Talsohle aus an den Talhängen hinauf bis zu einem geeigneten Punkt auf der Hochfläche führt. Es entstehen auf diese Weise Straßenzüge ohne eigentliche Wendeplatten (Spitzkehren), die immer lästig für den Verkehr sind, wenn auch vielfach verhältnismäßig scharfe Krümmungen nicht zu umgehen sein werden. Diese Art von Steigen ist natürlich ganz von dem Vorhandensein brauchbarer Talbildungen abhängig und kann die verschiedenartigsten Formen annehmen, indem bald nur *ein* Tal benützt, bald in Seitentäler abgebogen wird, bald das Ausfahren von Quertälern mit Rückkehr an den Hang des Haupttales notwendig ist. Vielfach wird man mit einer geringeren als der zulässigen Höchststeigung ohne Umwege an den gewünschten Anschlußpunkt auf der Höhe gelangen können. Andernfalls ist die Verwendung der Höchststeigung nicht zu scheuen. Eine Begehung des Geländes oder die Benützung von Karten mit Höhenkurven wird rasch Klarheit über die Möglichkeit einer solchen Linienführung schaffen.

Wenn und soweit keine geeigneten Täler vorhanden sind, muß die Straße in Zickzacklinien (Serpentinen) mit Wendeplatten von der Talsohle am Talhang hinauf zur Hochfläche geführt werden. (Abb. 38.) Ist h die zu ersteigende Höhe, d. h. der Höhenunterschied zwischen dem Endpunkt E und dem Anfangspunkt A der

Steige in m, s die Steigung, so ist die erforderliche Straßenlänge in m

$$l = \frac{h}{s} \quad (25)$$

also z. B. mit $h = 150$ m und $s = 5$ ‰

$$l = \frac{150 \cdot 100}{5} = 3000 \text{ m.}$$

Zur Vermeidung von großen Umwegen und Aufwendungen wird man bei solchen künstlichen Entwicklungen in der Regel zu der den Geländebeziehungen entsprechenden Höchststeigung (S. 33) greifen und sie möglichst ohne Unterbrechung durch flachere Strecken durchführen. Ihre Ermäßigung ist, wie in Unterabschnitt D noch des näheren gezeigt werden wird, nur bei den eigentlichen Wendeplatten notwendig. Die ausgedehnte Verwendung der größten zulässigen Steigung bei solchen Steigen ist eine durchaus berechtigte und zweckentsprechende Maßnahme, da die Höchststeigungen unter voller Berücksichtigung der Bedürfnisse des Verkehrs recht eigentlich auf ausgedehnte Verwendung bei Steigen zugeschnitten sind. Verlorene Steigungen (S. 34) sind bei Steigen ganz besonders schädlich und möglichst zu vermeiden, da sie nicht bloß eine vermehrte Arbeitsleistung erfordern, sondern die Straße auch unnötigerweise verlängern. Die Wendeplatten wird man tunlichst an die flachsten Stellen des Geländes zu legen suchen, wo sie am günstigsten und verhältnismäßig am billigsten anzulegen sind. Im übrigen ist aber ihre Zahl soweit als möglich einzuschränken, da sie selbst im günstigsten Fall für den Verkehr unbequem und teuer sind.

D. Ausführung der technischen Trassierung.

1. **Allgemeines.** Wir setzen hier voraus, daß über den Zweck und allgemeinen Verlauf des zu entwerfenden Straßenzugs nach den in Unterabschnitt A angegebenen Gesichtspunkten Klarheit geschaffen sei. Dann ist zunächst nach Maßgabe des zu erwartenden Verkehrs die Breite der Straße und ihre Unterteilung festzusetzen. Hierfür bieten die Grundsätze in Abschnitt III die erforderlichen Anhaltspunkte. Bei erheblichem Wechsel in der Stärke des Verkehrs kann die Breite und Unterteilung der Straße für verschiedene Abschnitte auch verschieden gewählt werden. Der Geländebeschaffenheit entsprechend wird sich in vielen Fällen auch schon die Neigung der Böschungen ohne weiteres festsetzen lassen, zu vgl. Abschnitt VI (S. 35).

Nunmehr kann die Ausführung der eigentlichen technischen Trassierung, d. h. die Festlegung der Straße nach Lage und Höhe beginnen, wofür die in Abschnitt IV und V, sowie in Unterabschnitt C des vorliegenden Hauptabschnitts dargelegten Grundsätze maßgebend sind. Die Schwierigkeit der technischen Trassierung wächst mit der zunehmenden Steilheit des Geländes, so daß sie in den nach-

folgenden Ziffern 2 und 3 unter diesem Gesichtspunkt behandelt werden soll.

So wertvoll vorhandene topographische Karten und Lagepläne, vollends wenn sie Höhenkurven enthalten, für die Ausführung der Trassierungsarbeit auch sind, muß doch anderseits betont werden, daß eine Straße, wenn derartige Unterlagen fehlen oder nicht genügen, selbst unter schwierigen Verhältnissen unmittelbar im Feld abgesteckt und nach Vornahme und Aufzeichnung der erforderlichen Geländeaufnahmen planmäßig bearbeitet werden kann. Wir werden im folgenden den durch das Vorhandensein oder Fehlen von Karten und Plänen bedingten Unterschied in der Arbeitsweise noch näher zu erläutern haben. Zunächst sei hier nur bemerkt, daß man bei Übungen an den technischen Hochschulen und sonstigen Lehranstalten aus naheliegenden Gründen auf den ausschließlichen Gebrauch von Lageplänen mit Höhenkurven angewiesen ist, daß aber in der Praxis ohne eigene Geländeaufnahmen zum mindesten als Ergänzung vorhandener Pläne selten auszukommen ist.

Von besonderem Wert ist das Vorhandensein von Lageplänen im Maßstab von 1 : 2500 oder einem größeren mit Höhenkurven (im folgenden kurz als Höhenkarten bezeichnet), da in ihnen bei nicht zu steilem Gelände ohne weiteres allgemeine Linien festgelegt werden können, die dann allerdings noch der Berichtigung auf Grund von Geländeaufnahmen bedürfen. Die Verfahren zur Aufnahme und Darstellung des Geländes nach Lage und Höhe sowie zur Flächenberechnung aus Plänen und zu Absteckungen müssen hier als bekannt vorausgesetzt werden. Ihre nähere Erläuterung ist Sache der Vermessungskunde (praktischen Geometrie, Geodäsie). Über die Art und Form der für Straßenbauten notwendigen Pläne und Berechnungen enthält der Abschnitt X eine übersichtliche Zusammenstellung, auf die hier verwiesen wird.

Schließlich sei noch ausdrücklich die Bemerkung angefügt, die sich aus dem bis jetzt Ausgeführten ergibt, daß es eine exakte Methode zur Festlegung der Straßenlinien nicht gibt und nicht geben kann. Das Trassieren besteht vielmehr immer in einem gewissen Probieren, bei dem allerdings ganz bestimmte Richtlinien zu beachten sind. Es führt aber trotzdem selbst bei genügender Übung in solchen Arbeiten wenigstens in steilerem Gelände selten auf das erstemal ganz zum Ziel. In den meisten Fällen wird sich vielmehr erst nach wiederholten Änderungen der ursprünglichen Linie ein brauchbarer Straßenentwurf ergeben. Dabei sollten auch beim Vorhandensein des besten Planmaterials wiederholte Geländebesichtigungen nicht unterlassen werden, weil sie allein mit Sicherheit vor Fehlgriffen schützen können.

2. Trassierung in flachem Gelände. Sind keine oder nur flache oder vereinzelte stärkere Bodenerhebungen vorhanden, wie in Tief-

ebenen und flachen Tälern, so ist die Linienführung von der Geländegestaltung ziemlich unabhängig. Es werden dann einer verhältnismäßig gestreckten Verbindung des Anfangs- und Endpunktes einer Straße selten erhebliche Schwierigkeiten im Wege stehen. Man wird zunächst bei einer *Begehung des Geländes* sowohl die Punkte festlegen, die mit der Straße umgangen werden müssen, wie wichtige Gebäude, Denkmale und wertvolle Grundstücke, als auch entscheiden, ob etwa vorhandenen Wegen oder Gewandgrenzen oder bestimmten Punkten mit der Straße nachzugehen ist und ferner die Einmündungen in Ortschaften, Flußübergänge und ähnliches festsetzen. Hierauf kann die *Straßenachse* entweder sofort im Gelände selbst als *Vieleckzug* mit nachfolgender Ausrundung der Ecken abgesteckt oder zunächst in einem Lageplan von hinreichend großem Maßstab entworfen und sodann auf das Gelände übertragen werden. Dabei ist zu beachten, daß allzu lange gerade Linien, sofern sie sich nicht in Ausnahmefällen zwanglos ergeben, weder notwendig noch unbedingt zweckmäßig sind, da sie leicht einen langweiligen und ermüdenden Eindruck machen. Ebensowenig ist aber die allzu ausgedehnte Verwendung von Krümmungen angezeigt. Die schönsten und zweckmäßigsten Straßenlinien entstehen vielmehr erfahrungsgemäß bei einem angemessenen Wechsel zwischen geraden Linien und hinreichend flachen Krümmungen an solchen Stellen, wo Hindernissen irgendwelcher Art auszuweichen ist.

Hat man die Achse im Gelände abgesteckt und verpflockt, so werden ein Längenschnitt des Straßenzugs, sowie Querschnitte senkrecht zur Achse aufgenommen und aufgezeichnet. Hiernach wird dann die Höhenlage der Straße festgestellt und der Straßenentwurf bearbeitet, wobei auf günstige Steigungen, tunlichst geringe Erdarbeiten und möglichen Ausgleich der Erdmassen (S. 66) zu sehen ist. Hierüber werden noch nähere Ausführungen unter Ziff. 3 gegeben werden. Als Anhaltspunkt mag dienen, daß in flachem Gelände eine Tiefe des Einschnitts (Abtrags) von 3 m schon als recht beträchtlich anzusehen ist. Zur Vermeidung übermäßig großer Erdarbeiten und damit von entsprechend hohen Kosten oder zur Verbesserung der Steigungsverhältnisse kann sich dann unter Umständen eine Verschiebung der Achse oder einzelner Teile als notwendig herausstellen, worauf das Verfahren zu wiederholen ist. Innerhalb gewisser Grenzen ist eine Verringerung der Erdarbeiten und Erdausgleich schon durch angemessene Höher- oder Tieferlegung des Visiers zu erreichen, doch ist hierbei Vorsicht am Platz, weil eine Verschlechterung der Steigungsverhältnisse und namentlich auch ein allzu rascher Wechsel der Steigungen, der lästig wirkt, zu vermeiden ist. In vielen Fällen verdient zur Erreichung des angestrebten Zwecks deshalb eine Achsenverschiebung entschieden den Vorzug.

3. Trassierung in steilem Gelände. Im Hügelland und Gebirge wird die Linienführung überwiegend durch die Geländeform bedingt, der die Straßen nach Lage und Höhe anzupassen sind, natürlich immer unter Berücksichtigung der allgemeinen Gesichtspunkte für die Wahl der Krümmungen, der Steigungen und für die Trassierung. Den wichtigsten Gegenstand der Trassierung in steilem Gelände bildet das Entwerfen der eigentlichen Steigen. Zur ersten Orientierung über die Lage einer Linie leisten neben einer Begehung des Geländes topographische Karten mit Höhenkurven etwa im Maßstab 1 : 25 000 (Meßtischblätter) die trefflichsten Dienste, denn sie bieten einen Überblick über das ganze für die Straße in Betracht kommende Gelände nach Lage und Höhe und erleichtern deshalb die Auswahl der für die Straßenanlage geeignetsten Stellen und der Steigungen außerordentlich. Es ist sogar schon möglich, in der unten noch näher zu bezeichnenden Weise in diesen Plänen allgemeine Straßenlinien zu entwerfen. Wenn solche Karten fehlen, so muß man zum gleichen Zweck durch flüchtige Höhenaufnahmen, etwa mittels des Barometers oder durch Nivellierung vorhandener Straßenzüge oder nach anderen Verfahren und Eintrag des Ergebnisses in Karten über die Höhenlage der wichtigsten Punkte (Talsohlen, Pässe usw.) Klarheit schaffen. Daneben sind auch sonstige bemerkenswerte Punkte, wie bereits bei Ziff. 2 erwähnt, festzulegen, außerdem die Stellen für etwaige Wendepplatten, wofür nach Möglichkeit die flachsten Geländeteile vorzusehen sind.

Nach diesen Vorerhebungen kann alsbald mit der Ermittlung der ersten grundlegenden Linie für die Straße begonnen werden. Es ist dies die sogenannte Nulllinie oder Leitlinie, d. h. eine auf die Geländeoberfläche zu legende Linie von der für die Straße gewählten Steigung. Stehen hierzu Lagepläne mit Höhenkurven (Höhenkarten) von genügendem Maßstab und hinreichender Genauigkeit zur Verfügung, so kann diese Linie auf dem Plan selbst aufgesucht werden, indem man folgendermaßen verfährt:

Ist s die Steigung der Straße in ‰ und h der Höhenunterschied zwischen zwei aufeinander folgenden Höhenkurven des Plans, so ist die Länge l der Straßenachse, die zwischen zwei solchen Höhenkurven erforderlich ist, ausgedrückt durch die Beziehung

$$l = \frac{100 \cdot h}{s} \quad (26) \quad [\text{Abb. 39}]$$

Ist also z. B. $s = 6 ‰$ und $h = 5 \text{ m}$, so wird $l \cong 84 \text{ m}$. Die Strecke l wird in den

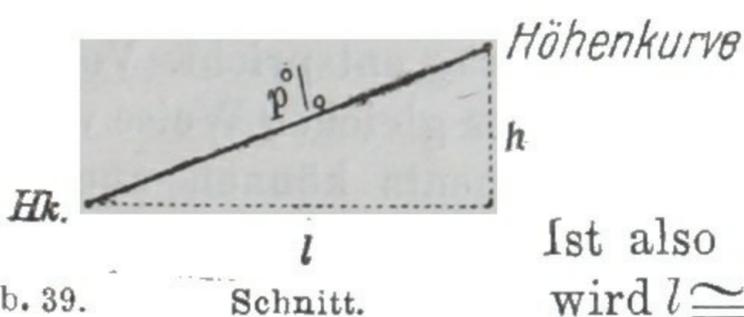
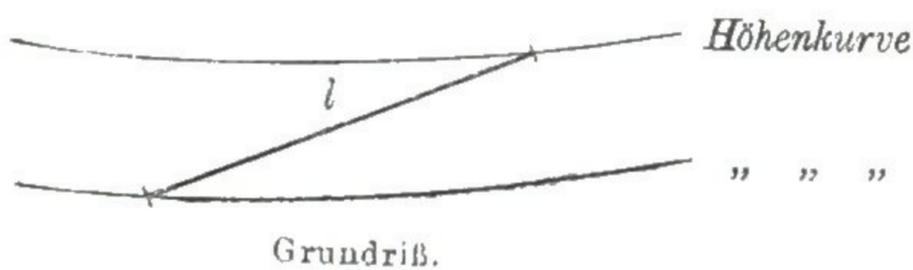


Abb. 39.

Schnitt.

Zirkel genommen und am besten auf der Höhe beginnend nach abwärts oder, wo Wendeplatten notwendig sind, noch besser von diesen ausgehend abwärts und aufwärts von einer Höhenkurve zur andern abgetragen. Dabei werden die Schnittpunkte mit den Höhenkurven mittels Bleistift durch kleine Kreise bezeichnet. Sind ver-

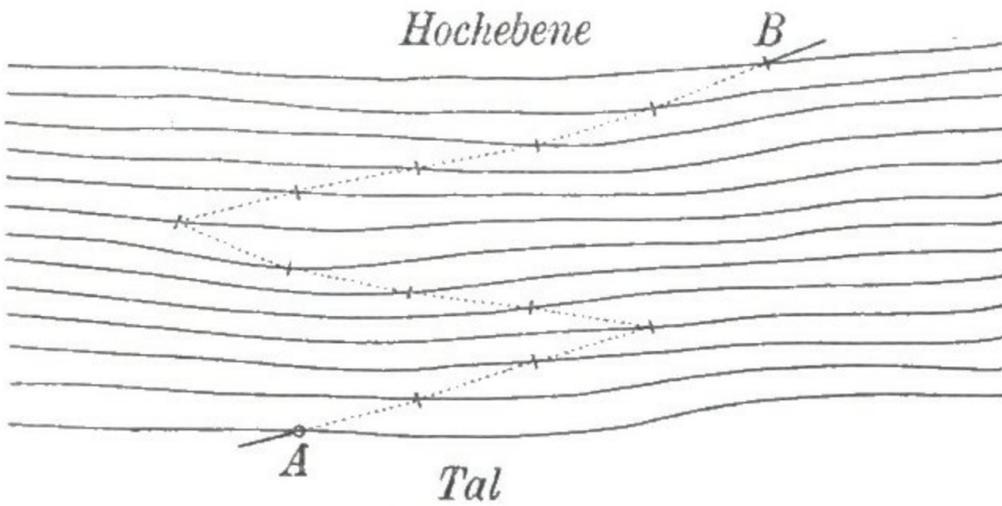


Abb. 40. Aufsuchen der Nulllinie.

schiedene Steigungen vorgesehen, so ist die Länge l natürlich für die verschiedenen Straßenstrecken dementsprechend anzunehmen. Die Verbindungslinie dieser Schnittpunkte ist die sogenannte Nulllinie (Abb. 40). Die Wende-

platten kommen an die Stellen, wo die Nulllinie Spitzkehren bildet. Man braucht sich aber um ihre nähere Ausgestaltung, die weiter unten (S. 78) besprochen werden wird, zunächst in keiner Weise weiter zu bekümmern; auch nicht durch eine Ermäßigung der Steigung an diesen Spitzkehren.

So bequem dieses Verfahren zur Festlegung der Nulllinie auch ist, so bleibt es doch im wesentlichen auf allgemeine Untersuchungen und Studienübungen beschränkt, weil, je steiler das Gelände ist, um so weniger die Geländegestaltung in den Höhenkarten mit genügender Deutlichkeit zum Ausdruck kommt. Es ist dann eine hinreichend enge Anschmiegung der Straße an das Gelände auf Grund des Plans allein unmöglich. Man steckt deshalb die Nulllinie, wenn es sich um die Ausarbeitung von baureifen Entwürfen handelt, am besten unmittelbar im Gelände ab, zumal dies gar keine Schwierigkeiten bereitet, vielmehr von Haus aus schon eine die spätere Arbeit sehr erleichternde Berücksichtigung aller Einzelheiten des Geländes ermöglicht. Diese Absteckung der Nulllinie im Gelände, die gleichfalls von den oben erwähnten Punkten auszugehen hat, kann ganz bequem mit dem gewöhnlichen Nivellierinstrument vorgenommen werden, das man zunächst an dem betreffenden Ausgangspunkt aufstellt, indem man zugleich den Anfang eines Meßbands von angemessener Länge an diesen Punkt anlegt. An dem Ende dieses Meßbands geht der Meßgehilfe mit der Nivellierlatte so lange bergauf und bergab, bis die Ablesung an der Latte dem aus der Straßensteigung, der Meßbandlänge und der Instrumentenhöhe durch Rechnung sich ergebenden Betrag entspricht. Von dem so gewonnenen Punkt aus wird genau in der gleichen Weise weitergearbeitet usf. Statt des Nivellierinstruments können auch besondere Gefällmesser verwendet werden. Es sind dies Apparate, welche die Einstellung einer mit der Straßenneigung gegen den

Horizont geneigten Sehlinie gestatten. Die einfache Art ihrer Verwendung ergibt sich hieraus von selbst. Die Aussteckung der Nulllinie kann ohne Verpflockung lediglich durch Aufsteckung von Fluchtstäben erfolgen, da sie zu stark gebrochen ist, um als Straßenachse oder Aufnahmslinie unmittelbare Verwendung finden zu können.

Man steckt nunmehr in engster Anlehnung an die Nulllinie, sei es nun, daß man sie in einem Lageplan oder unmittelbar im Gelände festgelegt hat, einen Vieleckzug im Gelände ab, der die Grundlage bildet für die zur Planbearbeitung erforderlichen Geländeaufnahmen. Dieser Vieleckzug wird verpflockt. Jetzt schon die Absteckung der Straßenachse mit ihren Krümmungen vorzunehmen, wäre in steilem Gelände eine unnötige Vergeudung von Zeit und Arbeitskraft, weil an der Straßenachse selbst noch viel geändert werden muß. An Stellen, wo die künftige Straßenachse aller Voraussicht nach erheblich von der Nulllinie abweichen wird, so namentlich bei Überschreitung von Quertälern und Mulden, die nicht ausgefahren, sondern in gestrecktem Zug überschritten werden sollen, paßt man die Aufnahmslinie dem schätzungsweise festzulegenden Verlauf der künftigen Straßenachse an. Der Vieleckzug wird vermessen und als erste Grundlage für den Höhenplan (Längenprofil) der Straße nivelliert. Senkrecht zu diesem Zug, an den Ecken aber in der Richtung der Winkelhalbierenden, werden in Abständen, die je nach der Steilheit des Geländes 10—30 m betragen, Querschnitte (Querprofile) aufgenommen, wobei darauf zu achten ist, daß sie genügend weit nach beiden Seiten ausgedehnt werden, um nötigenfalls weitgehende Verschiebungen der Achse ohne spätere Ergänzung der Aufnahmen vornehmen zu können.

Als Grundlage für die Entwurfsbearbeitung wird dieser Vieleckzug nunmehr in den Lageplan übertragen. Es kann dies häufig mit hinreichender Genauigkeit in einfachster Weise durch Einmessung der Abstände seiner Ecken von Marksteinen, Gebäuden und ähnlichen Festpunkten im Feld, sowie Messung seiner Winkel etwa auf Zehntelgrad geschehen. Außerdem werden der Höhenplan des Vieleckzugs und die Querschnitte mit ihrer Achse (Seiten des Vieleckzugs) nunmehr aufgezeichnet. Im Höhenplan plant man die Steigungen der Straße und überträgt die entsprechenden Straßenhöhen in die Querschnitte. Nunmehr kann, zunächst am besten nur mit Bleistift, die Einzeichnung der Straße in die Querschnitte erfolgen. Hierfür ist der Grundsatz maßgebend, daß auf möglichst kurze Strecken ein Erdausgleich stattfinden soll. Dies kann zunächst nur nach Augenmaß schätzungsweise geschehen, am besten indem man Regelquerschnitte für Einschnitt und Auffüllung auf Pausleinwand oder -papier aufzeichnet und in die Querschnitte einpaßt. Der Erdausgleich kann nach Bedarf entweder innerhalb

jedes einzelnen Querschnitts (zur Hälfte Einschnitt, zur anderen Hälfte Auffüllung) oder auf kurze Entfernung zwischen verschiedenen Querschnitten gesucht werden. Auf diese Weise erhält man

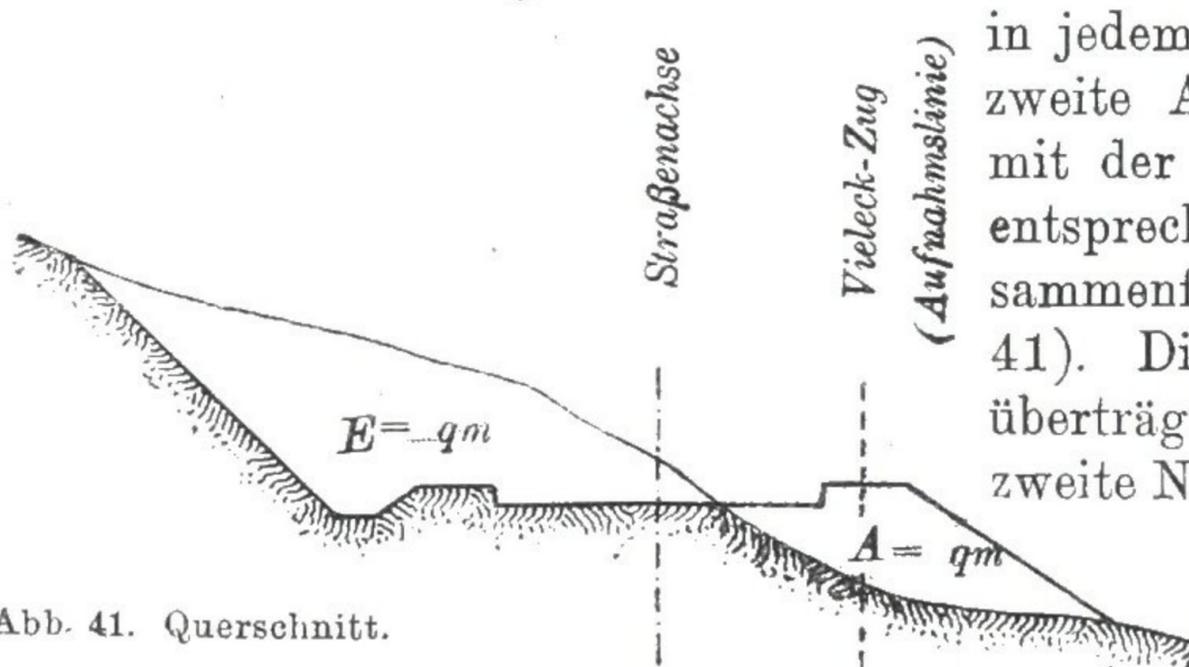


Abb. 41. Querschnitt.

in jedem Querschnitt eine zweite Achse, die meist mit der dem Vieleckzug entsprechenden nicht zusammenfallen wird (Abb. 41). Diese neue Achse überträgt man nunmehr als zweite Nulllinie in den Lageplan und entwirft hierauf in Anlehnung an

sie nach den in Abschnitt IV angegebenen Grundsätzen eine erste eigentliche Straßenachse mit geraden Linien und Krümmungen (Abb. 42). Diese Achse wird nun ihrerseits wieder in die Querschnitte eingetragen und zu erneuter (veränderter) Einzeichnung des Straßenquerschnitts benutzt. Nun ist zum erstenmal eine genaue

Ermittlung der Erdmassen vorzunehmen. Zu diesem Zweck wird zunächst für jeden Querschnitt der Flächengehalt F von Einschnitt ($F = E$) und Auffüllung ($F = A$) je für sich nach einem der aus der praktischen Geometrie bekannten

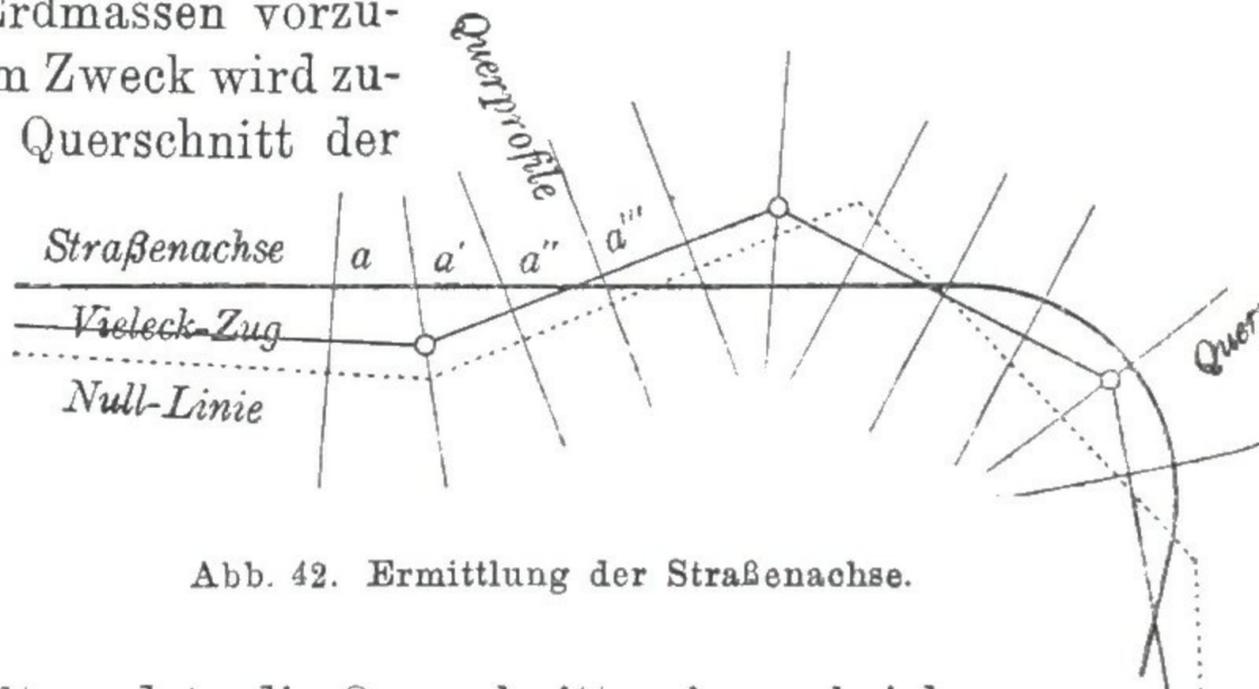


Abb. 42. Ermittlung der Straßenachse.

Verfahren ermittelt und in die Querschnitte eingeschrieben (Abb. 41), worauf die Massen M aller Einschnitte und Auffüllungen getrennt berechnet werden. Dies geschieht vielfach mit Hilfe von Vordrucken in Tabellenform auf Grund der Näherungsformel

$$M = \frac{F + F'}{2} l \quad (27)$$

wo F und F' den Flächengehalt zweier benachbarten Querschnitte, getrennt nach Einschnitt und Auffüllung, und l ihre Entfernung in der neu gezeichneten Achse (also nicht im Vieleckzug), aus dem Lageplan abgegriffen, bedeuten. Die Förderweite für die Erdmassen, die bei der Preisfestsetzung eine Rolle spielt, kann bei Straßenbauten meist auf Grund dieser Tabellen mit hinreichender Genauigkeit geschätzt werden. Zur Ermittlung der Erdmassen und Förderweiten können auch die im Eisenbahnbau üblichen zeichnerischen Verfahren benützt werden.

In den meisten Fällen bringt dieser erste Entwurf weder den gewünschten Erdausgleich noch entspricht er hinsichtlich der Lage der Achse und der Steigungsverhältnisse allen Anforderungen. Häufig wird auch noch eine Verringerung des Erdaushubs überhaupt erreichbar sein. Man wird deshalb genau in der bis jetzt beschriebenen Weise den Entwurf so lange ändern, bis er in jeder Beziehung befriedigt, indem man wechselseitig alle Pläne und die Erdberechnung entsprechend ergänzt. Neue Geländeaufnahmen sind dabei zunächst in der Regel zu entbehren, selbst wenn einzelne Querschnitte durch Achsenverschiebungen eine ziemlich schräge Lage zur Achse erhalten sollten. Wenn ein Erdausgleich innerhalb des Straßenzugs nicht oder wenigstens nicht ohne Hintansetzung wichtigerer Rücksichten erreichbar ist, so sind besondere Erdgewinnungs- oder Ablagerungsplätze vorzusehen, deren Massen in der gleichen Weise ermittelt werden. Im Straßenbau wird dies jedoch nur ausnahmsweise, etwa bei der Überschreitung tiefer Täler vorkommen.

Wenn der Entwurf auf diese Weise eine befriedigende Form erreicht hat, wird die endgültige Straßenachse ins Gelände übertragen, was vielfach erst unmittelbar vor Beginn des Baues geschieht. Zweckmäßigerweise erfolgt dies nicht durch Aussteckung der Achse unter Einschaltung der Krümmungen mittels des Theodolits nach den bekannten, im Eisenbahnbau gebräuchlichen Verfahren, weil sich hieraus nur zu leicht Abweichungen von den Plänen und in Verbindung damit einschneidende Änderungen in der Erdverteilung ergeben könnten. Es ist vielmehr in den meisten Fällen besser, den Abstand der Straßenachse von der Vieleckseite einfach aus dem Lageplan durch Abstecken zu entnehmen, danach im Feld die Achse abzustecken, nach Augenmaß auszugleichen und hierauf zu verpflocken. Auf diese Achse werden, wenn bei der Planbearbeitung weitgehende Verschiebungen vorgenommen werden mußten, nunmehr ein neuer Höhenplan und neue Querschnitte aufgenommen und aufgezeichnet, worauf auch der Lageplan, soweit notwendig, zu ändern ist. Dabei können immer noch Verschiebungen, die sich etwa als wünschenswert herausstellen sollten, vorgenommen werden. Wegen der Behandlung der Pläne sei nochmals auf den Abschnitt X verwiesen.

Wird nur auf Höhenkarten und nicht auch im Gelände gearbeitet, wie dies bei allgemeinen Entwürfen und Studienübungen der Fall ist, so vereinfacht sich die Trassierung der bei diesem Verfahren erreichbaren geringeren Genauigkeit und der bequemeren Art des Arbeitens entsprechend. Es wird dann vielfach nach Ermittlung der Nulllinie alsbald die Achse der Straße selbst in den Plan eingezeichnet und nach Aufzeichnung von Querschnitten nötigenfalls noch verschoben werden können. Baureife Entwürfe wird man aber bei steilerem Gelände auf diese Weise nicht erhalten.

Zum Schluß ist noch eine Darstellung für das Entwerfen von *Wendeplatten* an Steigen zu geben. Wir haben bereits oben (S. 74 mit Abb. 40) gesehen, daß beim Aufsuchen von Nulllinien für Steigen sogenannte Spitzkehren entstehen, die von den Fuhrwerken nicht ohne weiteres ausgefahren werden können. Innerhalb des spitzen Winkels einer solchen Kehre in der sonst üblichen Weise Kreisbögen zur Verbindung der beiden Richtungen einzulegen, ist unmöglich, weil schon die Nulllinie selbst die zulässige Höchststeigung aufweist und der Kreisbogen als kürzere Linie deshalb ein Übermaß von Steigung erhalten würde, während doch in solchen scharfen Bögen eine Ermäßigung der Höchststeigung für die Sicherheit des Straßenverkehrs ein unbedingtes Erfordernis bildet. Die Straßenkrümmung wird deshalb über den Schnittpunkt der beiden Zweige der Nulllinie hinausverlegt, wie dies Abb. 43 und die folgende Darstellung des näheren zeigt.

Aus der Darstellung im Abschnitt IV ist zu entnehmen, in welcher Weise die Krümmungen der Straßen von der Art und den Abmessungen der Straßenfahrzeuge abhängen. Dasselbst (S. 30) ist auch bereits angedeutet, daß gerade die Wendeplatten in der überwiegenden Anzahl der Fälle für den Verkehr der längsten Fahrzeuge, die es gibt, nämlich der Langholzfuhrwerke, eingerichtet werden müssen, weil Wendeplatten ausschließlich im Gebirge, wo in den meisten Fällen Langholz abzuführen ist, notwendig werden. An gleicher Stelle ist gezeigt, wie der äußere und innere Fahrbahnrand durch die Wege, welche bestimmte Teile der Fuhrwerke beim Befahren von Krümmungen beschreiben, bestimmt werden. Nach Ziff. 3a auf S. 31 soll, wenn irgend möglich, darauf abgehoben werden, daß beim Durchfahren von Krümmungen kein Teil der Langholzstämme über den Fahrbahnrand hinausragt. Auf dieser Voraussetzung beruht die Darstellung in Abb. 43. Der innere Fahrbahnrand ist demnach durch den Weg des inneren Hinterrades (Halbmesser R_i) und der äußere durch denjenigen des Stammendes (Halbmesser R_e) bestimmt. Demnach ergibt sich die folgende Ausgestaltungsweise für die Wendeplatte (Abb. 43).

Von dem Schnittpunkt der beiden Zweige der Nulllinie M als Mittelpunkt aus beschreibt man mit R_i und R_e die beiden (ausgezogenen) Bögen AB , welche den inneren und äußeren Fahrbahnrand in der Wendeplatte bilden. Hierauf wählt man den Querschnitt CD so, daß der untere und obere Zweig der Straße entweder mit dazwischenliegender Böschung oder, wo dies nicht geht, mit Anordnung einer Mauer gerade noch Platz nebeneinander haben. Nun zieht man die Doppellinien CA und DB an den Doppelbogen AB und runde die Ecken bei C und D durch Kreisbögen ab, die mindestens so flach sind, daß sie noch ohne Schwicken durchfahren werden können. Damit ist die Fahrbahn der Wende-

platte vollendet. Die Strecken CE und DF besitzen die normale Fahrbahnbreite; auf den Strecken CA und BD , die sich allmählich erbreitern bzw. verengern, kann mit dem Schwicken begonnen bzw. aufgehört werden.

Wenn in besonders steilem Gelände den geraden Strecken CA und BD ausnahmsweise keine genügende Länge gegeben werden kann, entsteht eine Gegenkrümmung, deren Breitenverhältnisse unschwer durch Einzeichnen des maßgebenden Langholzfuhrwerks ermittelt werden können. Dürfen Teile der Stämme über den Fahrbahnrand hinausragen, was aber

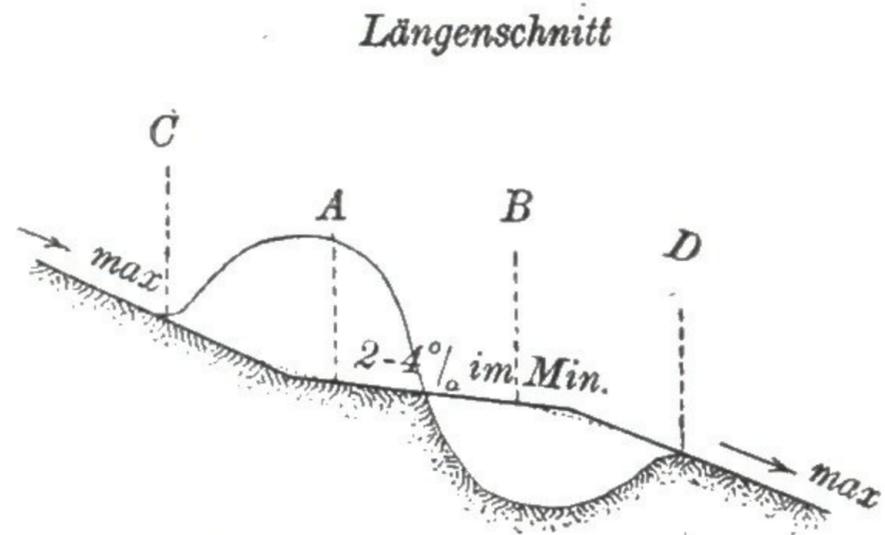
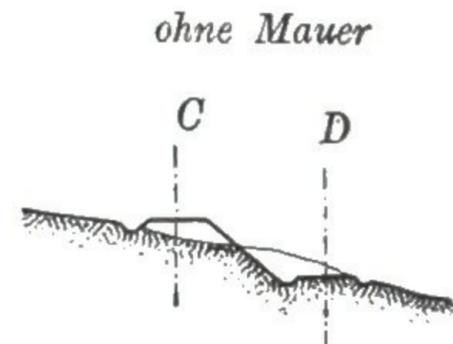
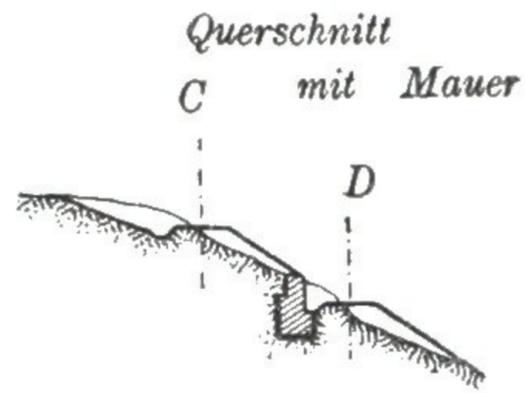
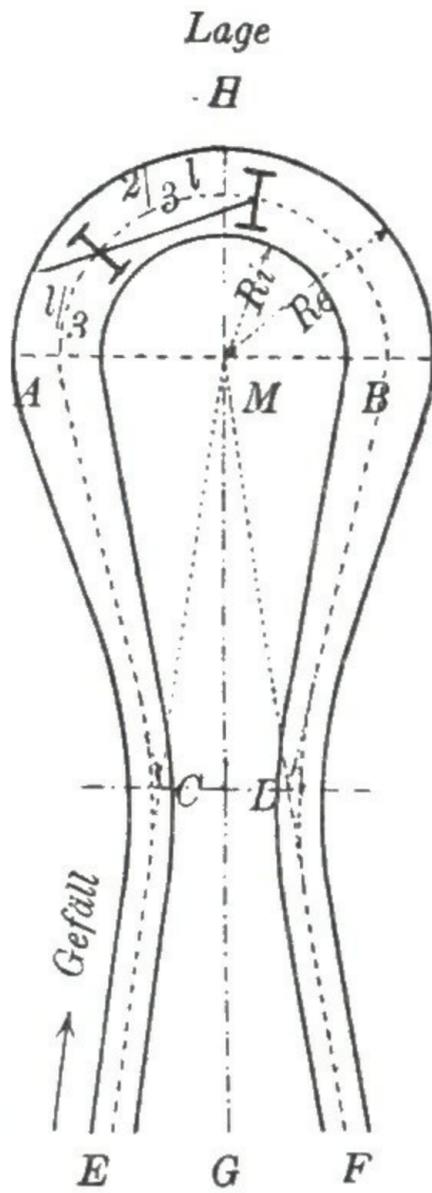


Abb. 43. Wendeplatte.

nur in seltenen Fällen und womöglich nur in dem in der Auffüllung gelegenen Teil der Wendeplatte gestattet werden sollte, so ist in der gleichen Weise mit R_i und nach Buchstabe 3b, S. 32 mit R_a zu verfahren. Sehr einfach gestaltet sich die Sache, wenn nur gewöhnliche Fuhrwerke oder Kraftwagen in Frage kommen (Ziff. 1 u. 2 S. 28 u. 30). In allen Fällen kommen zu der Fahrbahnbreite noch Bankette oder Fußwege hinzu.

E. Vergleichung verschiedener Linien.

Wie bereits in Unterabschnitt A angedeutet wurde, sind, auch wenn der Zweck einer neu zu schaffenden Straßenverbindung und ihre Ausgangs- und Endpunkte im allgemeinen festliegen, oft noch recht verschiedenartige Lösungen möglich, vor allem in steilem und bewegtem Gelände. Da es in solchen Fällen häufig nicht gelingt, über die günstigste Linie nur auf Grund von allgemeinen Erwägungen und Vorerhebungen ins klare zu kommen, ist es dringend geboten, für die verschiedenen in Frage kommenden Linien wenn nicht baureife, so wenigstens allgemeine Entwürfe aufzustellen und ihre voraussichtlichen Kosten zu überschlagen. Hierzu bieten Höhenkarten im

Maßstab 1 : 2500 oder in einem größeren eine treffliche und vielfach hinreichende Grundlage, die im Bedarfsfall noch durch weitere flüchtige Geländeaufnahmen verbessert werden kann. Beim Fehlen solcher Unterlagen sind umfassendere Studien und Erhebungen im Gelände immer am Platz.

Der Vergleich solcher Linien und die Bestimmung einer von ihnen zur endgültigen Ausarbeitung und Ausführung ist eine vielseitige Aufgabe, bei der häufig die verschiedenartigsten Gesichtspunkte miteinander in Wettbewerb treten und gegeneinander abzuwägen sind. In Betracht kommen hier namentlich die Länge der Linien, ihre Steigungen und Krümmungen, ihre Baukosten, bis zu einem gewissen Grad auch die Unterhaltungskosten, sodann die geologischen Verhältnisse und die Lage der Straßen zu den Himmelsrichtungen (Winter- oder Sommerseite), die Zahl und Größe der Kunstbauten und endlich auch nicht selten die Wahl der Einmündungsstelle in Ortschaften und im Zusammenhang damit von geeigneten Durchgangsstraßen durch die Orte.

Wie die Straßen überhaupt aus allgemein volkswirtschaftlichen Erwägungen ohne die Absicht auf Erzielung einer Rente von den Staaten oder öffentlichen Körperschaften (Provinzen, Kreisen, Gemeinden usw.) zur Förderung des öffentlichen Verkehrs erbaut werden, so ist es, so sehr man auch auf tunlichste Ermäßigung der Kosten zu achten hat, doch nicht angängig, den *geringsten jährlichen Gesamtaufwand* auf die Straße, bestehend in der Verzinsung des Baukapitals, dem jährlichen Unterhaltungsaufwand und den reinen jährlichen Beförderungskosten, als einziges Kennzeichen für die Brauchbarkeit einer Straßenanlage zu betrachten. Denn abgesehen davon, daß sich der Verkehr erfahrungsgemäß rasch und in ungeahnter Weise entwickeln kann und die Unterhaltungskosten bei derartigen Vergleichslinien zumeist nicht sehr erheblich voneinander abweichen, sind die *Sicherheit und Bequemlichkeit* des Verkehrs, die namentlich durch Vermeidung scharfer Krümmungen und Wahl möglichst geringer Steigungen erheblich gefördert werden können, vielfach Gesichtspunkte von durchschlagender Bedeutung. Dies um so mehr als ihnen auch eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zukommt, weil durch Unfälle, wie sie namentlich durch scharfe Krümmungen und ihre Unübersichtlichkeit in Einschnitten befördert werden, große wirtschaftliche Werte vernichtet werden können. Man wird deshalb vielfach, besonders wenn die Aufbringung der Baukosten nicht allzu schwer fällt, angemessene Mehraufwendungen zur Erzielung solcher Verkehrserleichterungen nicht zu scheuen haben. Wie weit die Wünsche der Kraftfahrer in dieser Richtung gehen, zeigt das Bestreben auf Schaffung besonderer *Automobilstraßen*, bei denen in Vermeidung von Steigungen und Krümmungen nicht nur das Äußerste getan, sondern auch Kreuzungen mit anderen

Straßen durch teure Unter- oder Überführungen vermieden werden sollen. Damit sollen jedoch solche weitgehende Anforderungen keineswegs als allgemeine Richtlinien für den Straßenbau hingestellt werden.

X. Plan und Kostenvoranschlag.

Der vorhergehende Abschnitt hat uns bereits gezeigt, in welcher Weise der Entwurf für eine Straße entsteht und zu Papier gebracht wird. Hier soll an der Hand einer gedrängten Zusammenstellung aller für einen Straßenentwurf erforderlichen Pläne und Berechnungen ihre äußere Form und die Darstellungsweise, wie sie mit größeren oder geringeren Verschiedenheiten üblich geworden ist, kurz beschrieben werden. Farbige Behandlung der Pläne erhöht ihre Übersichtlichkeit, ist aber nicht unbedingt erforderlich und wird bei Plänen, die zu mechanischer Vervielfältigung bestimmt sind, der Einfachheit halber häufig unterbleiben.

Zu einem vollständigen Straßenentwurf gehören:

1. *Ein Übersichtsplan*, wozu zweckmäßigerweise eine der vielfältigsten topographischen Karten, wie sie in Maßstäben von 1 : 20 000 bis 1 : 200 000 überall im Kauf erhältlich sind, oder ein Ausschnitt aus einer solchen Karte Verwendung findet. In diese Unterlage wird die neue Straße am besten mit einer einfachen roten Linie, die kilometrische Einteilung erhalten kann, eingetragen.

2. *Ein Lageplan*. Unter einfachen Verhältnissen genügt ein Maßstab von etwa 1 : 2500 bis 1 : 5000. Solche Pläne sind in manchen Ländern als sogenannte Flurkarten vervielfältigt und käuflich zu haben. Sie bilden, nachdem sie zuvor nötigenfalls auf den neuesten Stand ergänzt worden sind, treffliche Grundlagen für Einzeichnung der Lage der Straßen. Unter schwierigen Verhältnissen, also namentlich in der Nähe von Ortschaften oder bei notwendig werdenden Zwangsenteignungen sind Pläne in größerem Maßstab, etwa 1 : 1000 bis 1 : 500 meist nicht zu entbehren. Sie können aber, wenn die Schwierigkeiten sich nur auf einzelne Teile der Straße erstrecken, auch nur auf diese Partien ausgedehnt werden, während im übrigen die zuerst erwähnten Lagepläne kleineren Maßstabs (Flurkarten) genügen. In diesen Lageplänen sind die bestehenden Eigentums-grenzen, Gebäude, Straßen mit Nebenanlagen, Eisenbahnen usw. mit schwarzen Linien und vorhandene Gewässer entweder mit schwarzer oder mit blauer Farbe anzugeben; sodann ist die Lage der neuen Straße mit allen Böschungen und Kunstbauten samt der Vermessung nach Kilometern und Hektometern bei farbiger Behandlung der Pläne mit roten Linien (andernfalls gleichfalls schwarz) einzutragen und die eigentliche Straßenfläche (das Planum) gelb, die Einschnittsböschungen braun und die Dammböschungen grün anzulegen.

3. *Ein Höhenplan* (Längenprofil, Abb. 44), dessen Längenmaßstab