

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 136 (1985)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Integrale Erschliessungsplanung  
**Autor:** Kuonen, Viktor  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764500>

### **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:** 01.05.2026

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

## Integrale Erschliessungsplanung<sup>1</sup>

Von *Viktor Kuonen*, ETH Zürich

Oxf.: 686.31

### 1. Vorbemerkungen

#### 1.1 Problemstellung

In meinem Referat versuche ich aufzuzeigen, wie die Erschliessung einer Gebirgsgegend durch Strassen und Wege möglichst landschaftsschonend, geländeangepasst und umweltfreundlich geplant und ausgeführt werden kann. Die Ausführungen beziehen sich auf Gebiete der Voralpen und Alpen — vereinfachend von nun an Gebirge oder Gebirgsgegend genannt. Mein Referat hat nicht zum Ziel zu untersuchen, ob ein Gebiet, zum Beispiel ein Talkessel, eine Geländekuppe usw., erschlossen wird oder ob jegliche Erschliessung unterbleiben soll. Dieser Entscheid ist auf politischer Ebene zu fällen.

#### 1.2 Besonderheiten der Erschliessung im Gebirge

Die heute und in Zukunft zu erschliessenden Gebiete sind hinsichtlich Gelände und Erntetechnik wesentlich schwieriger als die Gebiete, die früher erschlossen wurden. Untersuchungen in Gebirgsgegenden der Schweiz (GR, VS, LU, SZ) zeigen, dass zur Zeit etwa 50 bis 60 % der Waldgebiete genügend erschlossen sind. Sicher sind mehr als ein Drittel der Flächen noch ungenügend erschlossen. Die land-, forst- und alpwirtschaftlich genutzten Flächen greifen im Gebirge so stark ineinander über, dass sie für die Erschliessung als eine Einheit betrachtet werden müssen. Grundsätzlich sollte die im Laufe der Jahrhunderte gewordene Kulturlandschaft erhalten werden. Zur Erhaltung der spezifischen Nutzung müssen die Flächen bewirtschaftet werden. Wenn man die Flächen bewirtschaften will, muss man sie erschliessen. Nichtbewirtschaftete Flächen werden zu Brachflächen mit all ihren Problemen: Erosionen, Lawinenanrisse, Gefahr von Flächenbränden, Vernässungen und damit grössere Wildbach- und Hangrutschgefahr.

<sup>1</sup> Vortrag vom 3. Mai 1985 vor dem Süd-Tiroler-Forstverein in Terlan.

### 1.3 Waldsterben und Erschliessung

Das Waldsterben bringt allen Leuten die immense Bedeutung der vielfältigen Funktionen des Waldes zum Bewusstsein. Insbesondere wird die überaus grosse Schutzfunktion des Gebirgswaldes wieder erkannt. Diese ist unvergleichlich wichtiger als die der Holzproduktion. Vom Schutz des Gebirgswaldes profitiert direkt oder indirekt die ganze Bevölkerung. Der Waldeigentümer dagegen ist hauptsächlich an der Produktionsfunktion des Waldes interessiert. Seine Entscheidung, Holz zu nutzen – pflegliche Nutzung ist die Voraussetzung für die Erhaltung der Schutzfunktion – hängt weitgehend vom erwarteten Holzerlös ab.

Das grosse allgemeine Interesse an der Schutzfunktion der Gebirgswälder rechtfertigt daher wesentlich höhere Subventionen für Erschliessungsmassnahmen, denn die Kosten für die Erschliessung und Holzernte sind im Gebirge bedeutend grösser als zum Beispiel im Mittelland.

Zudem müssen im Gebirge die Restkosten auf einen kleineren Zuwachs verteilt werden. Subventionen sind daher nicht nur Investitionshilfen, sondern auch Abgeltungen für Erträge, von denen die Öffentlichkeit profitiert. Wenn die Öffentlichkeit aber mehr profitiert als der Eigentümer, hat sie auch mehr an die Investitionen zu bezahlen.

Kürzungen der Bundessubventionen und die fortschreitende Teuerung haben dazu geführt, dass die realen Beitragsleistungen in den letzten zehn Jahren um mehr als die Hälfte gesunken sind. Die schwierigen und teuren Projekte zur Erschliessung der weniger produktiven Schutzwälder kommen teilweise erst jetzt zur Durchführung. Die finanzschwachen Gemeinden im Gebirge sind aber meist nicht in der Lage, die hohen Restkosten zu tragen. Eine Änderung der Subventionspraxis durch Erhöhung der Beitragssätze im Gebirge ist deshalb dringend notwendig und im Sinne einer gerechten Lastenverteilung politisch auch zweckmässig.

Im Gebirgswald betragen die sogenannten Zwangsnutzungen seit jeher schon etwa 25 bis 30 % der normalen Nutzung (unter Zwangsnutzung versteht man die Ernte abgehender Bäume: Schnee, Wind, Käfer usw.). Es ist unschwer vorzusehen, dass die Luftverschmutzungen und die dadurch begünstigten Sekundärschäden (Käfer, Pilze usw.) vermehrte Zwangsnutzungen verursachen werden. Die Waldhygiene verlangt die Fällung und Beseitigung der abgehenden Bäume. Wenn man die Entscheide im Zusammenhang mit dem Umweltschutz auf internationaler Ebene betrachtet, werden uns das Waldsterben und seine Folgen langfristig beschäftigen. Für mich steht fest, dass die Forstleute den Wald nicht retten können. Dies ist die Aufgabe der Allgemeinheit und verlangt umweltpolitische Entscheide. Der Forstdienst aber hat zur Hauptsache dafür zu sorgen, dass sich Sekundärschäden nicht verheerend auswirken. Zur nachhaltigen Überwachung der Wälder und für einen langfristigen Vollzug zweckmässiger Massnahmen braucht es im Gebirgswald dringend und rasch eine aus-

reichende Basiserschliessung. Wo diese vorhanden ist, kann das Holz mit dem Seilkran, mit der Traktorseilwinde oder durch Reisten an die Strasse gebracht werden.

In den letzten zwei, drei Jahren wurden Zwangsnutzungen vielenorts mit teuren Helikoptereinsätzen ausgeführt. Diese bringen aber keine Verbesserung der Infrastruktur im Wald. Um Kontrolle, Fällung, Abtransport, Räumungsarbeiten, Verjüngungen, Pflanzungen, Sanierungen beginnender Erosion usw. rationell durchführen zu können, ist die Walderschliessung schneller voranzutreiben. Gelder der öffentlichen Hand, welche im Zusammenhang mit dem Waldsterben freigegeben werden, sind vor allem in Daueranlagen zu investieren. Eine kurzfristige Beihilfe an die Holzernte ist keine nachhaltige Massnahme; sie verdeckt nur die strukturellen Mängel der Gebirgsforstwirtschaft. Damit raschmöglichst lange Strecken gebaut werden können, ist auf gut tragfähigen Böden (Urgestein, Kalk, Schutthalden, Moränen usw.) phasenweise zu bauen. Auf Böden, welche bei gutem Wetter mit LKW befahren werden können, sind in den nächsten Jahren Strassen ohne Oberbau zu bauen. Dieses «Konzept der langen Strasse» muss vorsehen, dass

- auf einwandfrei studierten, genehmigten generellen Projekten gebaut wird,
- die maximal zulässigen Steigungen von Waldstrassen (rund 10 %) keinesfalls überschritten werden,
- die Erdarbeiten (Unterbau), Kunstbauten, Wasserableitungswerke usw. fachgerecht ausgeführt werden,
- die Böschungen vor Erosion geschützt werden.

Die Oberbaukosten betragen etwa 30 bis 35 % der Gesamtkosten, so dass mit dem zur Verfügung stehenden Geld im Gebirge etwa ein Drittel längere Strecken gebaut werden können.

Die Anlage von steilen (bis 30 %) Maschinenwegen eignet sich in den Voralpen und im Gebirge nicht. In den Voralpen haben tonige, vernässte Böden eine sehr schlechte Tragfähigkeit. Sowohl der Bau wie auch der Unterhalt von Maschinenwegen sind hier fast unmöglich; die Befahrbarkeit ist zudem sehr schlecht. Im Gebirge dagegen sind die Böden sehr oft gut tragfähig, meistens sind sie aber siltig, so dass sie sehr erosionsanfällig sind. Maschinenwege dürfen aber keineswegs zu Erosionsherden werden.

## 2. Interessen an der Erschliessung

Im Gebirge ist immer eine Reihe von Interessen für die Erschliessung massgebend, so zum Beispiel

- Landwirtschaft
- Forstwirtschaft
- Alpwirtschaft

- Verbauungswesen: Lawinen-, Wildbach-, Hang-, Steinschlagverbau, Erosionsbekämpfung usw.
- Kraftwerkbau
- Wasserversorgungen
- Landesverteidigung
- Tourismus
- übrige

Weil so viele Interessen bestehen, muss die Basiserschliessung einer Gebirgsregion – insbesondere auch aus Gründen des Natur- und Landschaftschutzes – in einer integralen Studie geplant werden. Plant jeder Interessent für sich allein, entsteht ein Stück- oder Flickwerk. Es besteht die Gefahr, dass ein zu dichtes Strassennetz erstellt wird, weil die Anschlüsse des landwirtschaftlichen, alpwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Erschliessungsnetzes sowie möglicher Erschliessungen für weitere Interessen (zum Beispiel Verbauungsaufgaben) nicht aufeinander abgestimmt sind.

In der Landwirtschaft hat die sogenannte äussere Erschliessung, das heisst der Anschluss ständig bewohnter Weiler und Höfe, eindeutig Vorrang. Der Anschluss an das Strassennetz ist für das Überleben vieler Gebirgsbetriebe entscheidend. Bei der sogenannten inneren Erschliessung, also der Flächenererschliessung landwirtschaftlich genutzter Gebiete, sind die Charakteristiken der landwirtschaftlichen Nutzung zu berücksichtigen, insbesondere dass die Fläche jährlich mehrmals befahren wird (Bodenbearbeitung, Saat, Düngung, Ernte), dass die Ernteprodukte leicht und klein sind und dass sich auf der Fläche normalerweise keine Hindernisse befinden (Ausnahmen: Reben, Obstbau).

Die Walderschliessung dient nicht nur dem Abtransport des Holzes, sondern auch den Transporten in den Wald. Sie bildet die Voraussetzung für die Förderung und Erhaltung der Stabilität der Wälder, für eine naturnahe Waldbautechnik mit kleinflächiger Nutzung und damit für die forstliche Betriebsführung ganz allgemein. Die für die Pflege des Waldes notwendigen Transporte in den Wald sind in bezug auf die Häufigkeit etwa 5- bis 6mal grösser als die Transporte für die Holzabfuhr. Eine rationelle, naturnahe Waldbautechnik braucht ein dichteres Netz von Waldstrassen und Wegen als eine extensive Waldnutzung mit zum Teil grossflächigen Holzschlägen oder gar Kahlschlägen. Als Besonderheit ist anzuführen, dass im Gebirge bei naturnahen Waldbaumethoden auf der gleichen Fläche nur etwa alle 10 bis 30 Jahre einmal «geerntet» wird. Die verbleibenden Bäume bilden Hindernisse für die Ernte der geschlagenen Stämme. Das Ausmass und das Gewicht der Produkte des Waldes sind gegenüber den Erzeugnissen der Landwirtschaft sehr viel grösser. Dies bedingt spezielle Erntetechniken, die in die Planung des Strassennetzes einzubeziehen sind.

Die Alpwirtschaft ist ein wesentlicher Bestandteil der Gebirgslandwirtschaft. Es ist zu befürchten, dass die Aufgabe von Alpbetrieben den Rückgang der Land-

wirtschaftsbetriebe zusätzlich verstärkt. Der Anschluss erhaltungswürdiger Alpen ans Strassennetz ist wahrscheinlich die einzige langfristige Rettungsmöglichkeit (Modernisierung der Gebäude und Betriebseinrichtungen; Transporte von Mensch, Vieh, Produkten; Personal- und Zeiteinsparung für die Betreuung des Viehs usw.). Bewirtschaftete Alpen gehören wie Wald, Gebirgsbäche, Schutthalden, Strauchvegetation und anderes mehr zur gewordenen Kulturlandschaft. Im Gegensatz zu Land- und Forstwirtschaft ist in Alpgebieten normalerweise keine Flächenerschliessung notwendig, im Vordergrund steht die Zufahrt zu den Alpgebäuden.

Im Gebirge sind viele Verbauungsaufgaben zu bewältigen. Wohnsiedlungen, Verkehrsanlagen, Waldgebiete usw. sind durch Verbauungswerke vor Lawinen zu schützen. In anderen Gebieten sind Wildbäche zu zähmen, Schutzbauten gegen Steinschläge zu errichten, Rutschhänge zu sanieren und anderes mehr. Die Verbauungen verursachen grosse Transporte. Es wäre nun falsch, diese Transporte für sich allein zu untersuchen und allenfalls herauszufinden, dass Seilbahn- oder gar Helikoptertransporte billiger zu stehen kämen als die Errichtung einer Transportstrasse. Es ist vielmehr zu untersuchen, ob das Verbauungsgebiet in eine integrale Erschliessungsplanung miteinbezogen werden kann. Die Erschliessung eines Verbauungsgebietes durch Strassen und Wege dient auch der Kontrolle und dem Unterhalt der Verbauungswerke.

### **3. Verkehrsfrequenzen, Fahrgeschwindigkeiten und Ausbaustandard**

Die Erschliessung zur Bewirtschaftung von Flächen (Land- und Forstwirtschaft) ist grundsätzlich nutzungsorientiert. Dies hat ein bescheidenes Verkehrsaufkommen zur Folge. Die Strassen sollten meiner Meinung nach nur für die legitim Interessierten geöffnet sein. Trotz der vielfältigen Aufgaben einer Erschliessung sind die Verkehrsfrequenzen so klein, dass alle Wald- und Güterstrassen als einspurige Strassen gebaut und möglichst gut dem Gelände angepasst werden können: kleine Abtragskubaturen, kleine Böschungen, wenig Kunstbauten, niedrige Kosten. Grundsätzlich sollte man an möglichst vielen Orten von der Strasse auf die Fläche gelangen können. Die Strassenbreite einspuriger Strassen beträgt auf der Geraden etwa Fahrzeugbreite plus 0,80 m. In den Kurven sind in Relation zum Kurvenradius, in Abhängigkeit der verkehrenden Fahrzeugtypen und der Länge des Ladegutes (Langholz!) Verbreiterungen zu machen. Damit die Fahrzeuge risikolos kreuzen können, sind Ausweichstellen anzulegen. Die Fahrgeschwindigkeit auf unseren Strassen und Wegen ist von untergeordneter Bedeutung. Wichtig ist, dass man eine Strasse sicher befahren kann – ob das mit 10, 20 oder 40 km/h geschieht, ist sekundär. Die Strassen sollen in erster Linie der Flächenbewirtschaftung dienen. Eine gute Anpassung an das Gelände hat daher Vorrang. Wo es das Gelände verlangt, können

Kurven mit den zulässigen Minimalradien gebaut werden. In Mulden und auf Rippen sind das häufig Radien von etwa 20 m. In Wendepunkten sind das je nach vorgesehenen Fahrzeugtypen und Ladegut (Langholz) 8,0 bis 20,0 m.

#### **4. Erschliessung und Landschaftsschutz**

An vielen Orten sind wir in den letzten Jahrzehnten mit unserer Landschaft nicht gerade schonend umgegangen. Mit Recht hat man hier und dort auf die Landschaftszerstörung hingewiesen. Damit der Eingriff in die Landschaft durch den Wald- und Güterstrassenbau möglichst klein wird, müssen die Interessen des Natur- und Landschaftsschutzes in die integrale Erschliessungsplanung mitbezogen werden. Hier und nur hier werden die wesentlichen diesbezüglichen Entscheide gefällt. Bei der Wahl der generellen Linienführung können die Eingriffe in die Landschaft gesteuert werden. In einigen Ländern stehen sich die Leute, welche für die Erschliessung der land-, forst- und alpwirtschaftlich genutzten Gebiete verantwortlich sind, und die Natur- und Landschaftsschützer oppositionell gegenüber. Vielfach kommt das daher, dass die Landschaftsschützer gegen jede Erschliessung sind. Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Alpwirtschaft sind aber im Gebirge ohne zweckmässige Erschliessung nicht möglich. Die Erhaltung der Kulturlandschaft obliegt im wesentlichen der in der Urproduktion tätigen Gebirgsbevölkerung. Wenn wir dieser Bevölkerung ihre Arbeit nicht erleichtern, wird auch sie sich von ihrer bisherigen Tätigkeit abwenden. Damit die Erschliessung allen Interessierten – also auch dem Landschaftsschutz – dient, müssen alle Interessierten zusammenarbeiten. Wir brauchen Güter-, Wald- und Alpstrassen; nicht Opposition gegen die Erschliessung lautet daher die Devise, sondern Mitarbeit für eine möglichst landschaftsschonende Erschliessung.

#### **5. Vorgehen bei der integralen Erschliessungsplanung**

##### *5.1 Planungseinheit – Planungsregion*

Die integrale Erschliessungsplanung geht aus von einer durch natürliche Grenzen abgeschlossenen Region, einer in sich geschlossenen topographischen Einheit, zum Beispiel einem ganzen Tal, einer Talflanke. Normalerweise besteht in dieser Region bereits das übergeordnete Strassennetz; oft ist auch ein Teil des Güter- und Waldstrassennetzes bereits gebaut.

Diese Planungsregion ist hinsichtlich Geologie, Geotechnik, Beschaffungsmöglichkeiten für Baustoffe, Erntekonzepten, Ertragsfähigkeit der Flächen, Vielfalt der Interessen usw. zu untersuchen.

## 5.2 Erschliessungseinheiten

Eine Planungsregion wird sodann in einzelne Erschliessungseinheiten aufgeteilt (Planungseinheit =  $\Sigma$  Erschliessungseinheiten). Erschliessungseinheiten sind in sich abgeschlossene Gebiete, die an einer oder mehreren Stellen an das übergeordnete Strassennetz angeschlossen werden, aber keine direkten Strassenverbindungen mit benachbarten Erschliessungseinheiten haben.

Die Grenzen können natürlicher, topographischer Art (Seen, Sümpfe, Flüsse, Bäche, Gräben, Felsrippen usw.) oder künstlicher, technischer Art sein (Autobahnen, Kantonsstrassen, Eisenbahnen usw.). Sehr häufig sind es im Gebirge tiefeingeschnittene, rutsch- oder erosionsempfindliche Gräben oder steile, grosse Felsbänder. Die Grenzen der Erschliessungseinheiten müssen aber keineswegs identisch sein mit Eigentums- oder Gemeindegrenzen, gelegentlich nicht einmal mit Kantonsgrenzen. Ich weiss, dass jede autonome Gemeinde für sich planen möchte. Es ist aber wenig sinnvoll, dass jede Gemeinde einen «Zapfenzieher» vom Talgrund bis auf die Alpgebiete hinaufzieht, wenn über Gemeindegrenzen hinweg eine wesentlich bessere, flächenwirksamere Erschliessung mit weniger Strassen erreicht werden kann. Die Zusammenarbeit über Gemeindegrenzen hinweg kann für alle von grossem Nutzen sein.

Der Abgrenzung der Erschliessungseinheiten kommt eine sehr grosse Bedeutung zu, und sie bedarf eines grossen Aufwandes. Mit der Festlegung der Erschliessungseinheiten werden grundlegende Entscheide für die Anlage eines Strassennetzes gefällt. Ob die Querung eines Grabens oder einer Felsrippe zu verantworten und sinnvoll ist, weil dadurch nebeneinanderliegende «Zapfenzieher» vermieden werden können, verlangt häufig eingehende geologische, geotechnische und bautechnische Untersuchungen. Im Gebirge ist der zu überwindende Höhenunterschied wohl einer der wichtigsten Parameter der generellen Erschliessungsplanung. Mit der maximal zulässigen Steigung ist durch die Höhendifferenz die minimale Länge der Basiserschliessung gegeben. Wichtiger als theoretische Untersuchungen über Erschliessungsmodelle im Gebirge sind daher Untersuchungen über die Grenzziehung zwischen Erschliessungseinheiten. Für ausgedehnte, zusammenhängende Waldgebiete mit gleichmässigen Gelände- und Bodenverhältnissen mögen Erschliessungsmodelle mit sogenannten optimalen Strassendichten in Ordnung sein. Im Gebirge mit der vielfältigen Kulturlandschaft taugen diese Modelle aber nicht viel, weil jede Erschliessungseinheit etwas Einmaliges, etwas Besonderes ist. Etwas Einmaliges braucht aber auch einmalige Lösungen. Generelle Erschliessungsplanungen, welche die Abgrenzung der Erschliessungseinheiten vernachlässigen, führen in immer grössere Schwierigkeiten, weil man nur für Flächen plant, welche möglichst kleine Schwierigkeiten bereiten. Aus Sackgassen muss man meistens rückwärts herausfahren.

### 5.3 Projektleitung und Projektausarbeitung

Integralen Erschliessungsplanungen kommt eine so grosse Bedeutung zu, dass sie auf Kantonsebene – insbesondere durch die Forst- und Meliorationsämter – in die Wege geleitet und unter Berücksichtigung aller Interessen koordiniert werden sollten. Auf Bundesebene müssen zumindest auch diese beiden Ämter gemeinsam zu integralen Erschliessungsplanungen ihre Meinung abgeben; weitere zusätzlich Interessierte wie Landschaftsschutz, Verbauungswesen, Landesverteidigung usw. sind auf dieser Stufe von Fall zu Fall beizuziehen.

Alle wichtigen technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Entscheide fallen im Stadium der generellen Erschliessungsplanung. Es ist deshalb von wesentlicher Bedeutung, dass die Planungsarbeiten von einem erfahrenen Ingenieur ausgeführt werden, der die örtlichen Gegebenheiten und die Bedürfnisse der verschiedenen Interessenten sehr gut kennt. Praktikanten oder Sachbearbeiter, die sich nur für kurze Zeit im Gebiet aufhalten, können wohl an der Erarbeitung von Grundlagen mitwirken, die Projektleitung gehört aber in die Hand des örtlichen Kreisförsters oder Ingenieurs.

Untersuchungen im Kanton Wallis haben ergeben, dass etwa 45 % der Waldfläche noch nicht durch Strassen erschlossen sind. Dabei konnten regional sehr grosse Unterschiede festgestellt werden. Im obersten Teil des Wallis, im Goms, sind nur etwa 20 % der Waldgebiete erschlossen, in anderen Regionen dagegen bereits 80 %. Im Goms befinden sich ausgedehnte Waldgebiete auf der linken Talseite. Die Hauptstrasse – die Furkastrasse – verläuft aber auf der rechten Seite der Rhone. Die Talstufe zwischen Oberwald und Niederwald hat eine Länge von etwa 20 km. Auf dieser Strecke befinden sich aber nur zwei mit LKW befahrbare Brücken über die Rhone. Jede Brücke kostet etwa 150 000 Franken. Jede Brücke beeinflusst aber auch das Strassennetz auf der linken Talseite. Wo sind Brücken zu erstellen und wieviele sind optimal: eine grundlegende Entscheidung für die weitere Erschliessungsplanung.

### 5.4 Grundlagenbeschaffung und Wahl des Erschliessungskonzeptes

Für eine integrale Erschliessungsplanung im Gebirge sind viele Entscheidungsgrundlagen notwendig. Sie sind auf Grund von Karten- und Planstudien, Geländebegehungen, Zusammenarbeit mit Spezialisten und Ortskundigen zusammenzutragen. Als wichtigste Entscheidungsgrundlagen können etwa folgende angeführt werden:

- Geologie des Gebietes
- Geotechnische Verhältnisse, insbesondere
  - Bodentragfähigkeit (CBR-Wert)
  - Rutschempfindlichkeit
  - Erosionsempfindlichkeit

- Eignung des Bodens als Baugrund
- Eignung des Bodens als Baustoff
- Geländeklassifikation, insbesondere
  - Geländeneigung
    - 0–10 %
    - 10–25 %
    - 25–60 %
    - > 60 %
  - Geländeform
    - gleichmässige Hänge
    - gegliedert, Gräben, Rippen
  - Oberflächengestalt
    - wenig Hindernisse
    - viele Hindernisse
  - Besondere Geländeschwierigkeiten: Querung von Gräben, Untertunnelung von Felsrippen, Querung von Rutschhängen usw.
- Ertragskundliche Grundlagen
  - Aufteilung in Flächen verschiedener Produktivität
  - Zukünftige Nutzung; Intensität der Bewirtschaftung
- Anliegen des Natur- und Landschaftsschutzes
  - Schützenswerte Zonen: seltene Biotope, Hochmoore usw.
  - Strassenführung im Gebiet von Weilern, Alphütten usw.: Querung oder Erschliessung durch Stichstrassen, Erhaltung des Ortsbildes
  - Strassenführung an besonderen Stellen: kurze Tunnel, Verlegung der Strasse vom Waldrand ins Bestandesinnere, Erhaltung schöner Wanderwege, Schutz historischer Bauten usw.
- Weitere Entscheidungsgrundlagen
  - Wirtschaftspläne  
(waldbauliche Grundlagen: Bestandesstabilität, Pflegepriorität usw.)
  - Alpnutzungskataster
  - Baustoffbeschaffungsmöglichkeiten usw. usw.

Die Resultate der Untersuchungen werden auf Plänen festgehalten. Grundsätzlich können zwei Gruppen von Punkten oder Zonen unterschieden werden:

- Positive Fixpunkte oder Zonen:  
Sie müssen durch eine Strasse erreicht werden, zum Beispiel Endpunkt einer Strasse (zum Beispiel Alphütten), günstige Stellen zur Querung von Gräben, Felsrippen, Wendeplatten usw. Die mit Strassen zu erreichenden Punkte haben nicht alle gleich grosse Bedeutung, so dass man von Fixpunkten verschiedener Ordnung sprechen kann. Einzelne Punkte können auch über Stichstrassen erreicht werden. Hieher gehören auch Zonen, welche nur unter bestimmten Bedingungen durch Strassen gequert werden dürfen (zum Beispiel Schutzmassnahmen, Bepflanzungen usw.).
- Negative Fixpunkte oder Zonen:  
Es handelt sich um Gebiete, welche unter keinen Umständen durch Strassen erfasst werden dürfen: Rutschhänge, speziell zu schützende Zonen, landschaftliche Besonderheiten, Wasserfälle, Tümpel.

## 5.5 Variantenstudium

Die positiven und negativen Fixpunkte sind für die weiteren Schritte der integralen Erschliessungsplanung, insbesondere das Variantenstudium, massgebend. Mit zulässigen Steigungen (Wald  $\sim 10\%$ , für Alpzufahrten ausnahmsweise  $\sim 14\%$ ) sind die technisch vernünftigen Linien der Basiserschliessung zu untersuchen. Sehr viele Möglichkeiten gibt es im Gebirge meistens nicht. Die Basiserschliessung, welche vielfach durch die zu überwindende Höhendifferenz bestimmt wird, ist für die Bewirtschaftung der Flächen häufig durch weitere Strassen und Wege zu ergänzen. Diese zusätzlichen Strassen haben sich besonders den spezifischen Bedürfnissen der verschiedenen Wirtschaftszweige anzupassen. Die intensive Landwirtschaft hat andere Bedürfnisse als zum Beispiel die Forstwirtschaft. Hier sind Erschliessungs- und Holzerntekonzept besonders gut aufeinander abzustimmen. Das Rückemittel, besonders der konventionelle Seilkran und der Mobilseilkran (Kippmastseilkran), bestimmt im Gebirge die über die Basiserschliessung hinausgehende Anlage zusätzlicher Strassen. Selbstverständlich ist überall dort, wo es die Geländebeziehungen und die zulässigen Steigungen der Strassen erlauben, die Linienführung der Basiserschliessung so zu legen, dass sie den Konzepten der jeweiligen Wirtschaftszweige bestmöglich angepasst ist.

Die auf dem Plan studierten Varianten müssen mit dem Gefällsmesser ins Gelände übertragen und dort eingehend beurteilt werden. Dazu werden die einzelnen Varianten in Abschnitte ähnlicher Schwierigkeit unterteilt. Die Länge der gleichartigen Strecken und die Gesamtlänge einer Variante, Anzahl und Grösse der Kunstbauten (Brücken, Furten, Tunnel, Stützkonstruktionen usw.), Länge der Problemstrecken hinsichtlich Landschaftsschutz, Felsstrecken usw. sind aufzulisten, damit über die zu erwartenden Schwierigkeiten und Gesamtkosten der verschiedenen Varianten Aussagen gemacht werden können.

## 5.6 Variantenvergleich

Die Wahl der zu realisierenden Variante kommt meiner Ansicht nach fast immer über einen Kompromiss zustande. Als Entscheidungshilfen kommen etwa folgende Kriterien in Frage:

- Befriedigung der Interessen an der Erschliessung
- Flächenwirksamkeit der Erschliessung  
(Gleichmässigkeit der Strassenabstände, Länge des Strassennetzes usw.)
- Zugänglichkeit zu den Wirtschaftsflächen  
(Ausnützung günstiger Geländepartien zur Linienführung der Strasse)
- Voraussetzung für die Feinerschliessung eines Gebietes, insbesondere der Erfassung günstiger Stellen für Endstationen von Seilkrananlagen (Lage der Seillinien, Holzlagerplätze usw.)

- Wahrnehmung der Interessen des Landschaftsschutzes: Anzahl und Ausmass gequerrer oder berührter schützenswerter Zonen
- Nutzen und Kosten der einzelnen Varianten

Die Beurteilung von Nutzen und Kosten integraler Erschliessungen ist schwierig. Der Vergleich von Varianten hat aus zwei verschiedenen Blickwinkeln zu erfolgen:

- aus volkswirtschaftlicher Sicht
- aus der Sicht der Interessierten, vor allem der Grundeigentümer

Die Gesamtkosten einer Integralerschliessung sind von der Subventionsbehörde, also von Bund und Kantonen zu beurteilen. Die Integralerschliessung bezweckt neben der Bewirtschaftung auch die Nutzung der Schutz- und Wohlfahrtsfunktion eines Gebietes. Diese Zielsetzung geht also weit über die Interessen der Direkt-Interessierten hinaus. Zur Beurteilung der Zweckmässigkeit einer solchen Integralerschliessung bietet sich die Nutzen-Kosten-Analyse an, bei welcher systematisch Vorteile (Erträge, Nutzen) und Nachteile (Kosten, Eingriffe) einander gegenübergestellt werden. Es besteht aber die Schwierigkeit, dass viele Wirkungen der Strasse nicht oder nur schwer in Geldeinheiten ausgedrückt werden können. Die Beurteilung des Gesamtnutzens durch die Subventionsbehörde wird deshalb ein Stück weit immer ein Abschätzen und damit ein subjektiver Entscheid bleiben.

Der Bauherr, zum Beispiel der Waldbesitzer, welcher hauptsächlich an der Produktionsfunktion seines Waldes interessiert ist, hat sich nur mit den Restkosten (Kosten nach Abzug der Subventionen) und den Erträgen aus dem Wald zu befassen. Ein Variantenvergleich kann für ihn relativ einfach mit den Methoden der Investitionsrechnung durchgeführt werden.

## **6. Detailprojekt – Bauausführung und Landschaftsschutz**

Die wesentlichen Entscheide hinsichtlich Landschaftsschutz werden bei der Gebietserschliessung im Gebirge bei der generellen Erschliessungsplanung gefällt. Schlechte Detailprojekte und eine fahrlässige Bauausführung können aber dennoch zu massiven Schäden in Landschaft und Wald führen.

In der Schweiz werden aus diesem Grunde umfassende Detailprojekte verlangt, die auf einem genehmigten generellen Projekt basieren. Die Detailprojekte müssen enthalten:

- eine klare horizontale Linienführung, welche auf einer im Gelände abgesteckten Strassenachse basiert (Situationsplan)
- eine saubere vertikale Linienführung mit genau einzuhaltenden Maximalsteigungen und einem gerechneten Längenprofil mit geeigneten Vertikalaufrundungen (Längenprofil)

- eine klare Querschnittgestaltung mit richtiger Strassenbreite, den notwendigen Kurvenverbreitungen, Ausweichstellen und Lagerplätzen (Normalprofil und Querprofile)
- eine einwandfreie Massenberechnung und ein überlegtes Massenprofil. Im Massenprofil werden die Entschiede über die in der Längsrichtung zu transportierenden Massen gefällt. Im steilen Gelände des Gebirges fällt eine grössere Abtragsmasse an, als im Auftrag gebraucht werden kann. Das überschüssige Abtragsmaterial darf keinesfalls über die talseitige Böschung gekippt werden, sondern es ist in Längstransporten auf Deponien zu führen. Menge, Richtung und Distanz gehen aus dem Massenprofil hervor. Diese Sorgfalt kostet Geld, sie verhindert aber Schäden.

Die Bauausführung muss mit geeigneten Maschinen respektive Maschinenkombinationen erfolgen. Im steilen Gelände, wo überschüssiges Abtragsmaterial anfällt, sind als Erdbaugeräte vorwiegend Hydraulikbagger einzusetzen, welche das abgetragene Material gefahrlos auf Transportfahrzeuge aufladen können. Gute Erfahrungen hat man vielenorts mit der Maschinenkombination Hydraulikbagger-Ladeschaufel (Kettenlader) gemacht.

Eine aussagekräftige Visitenkarte für Bauleitung und Unternehmung sind Felspartien. Vermehrt sollte man abklären, ob man eine Felsrippe nicht durch einen Tunnel durchfahren kann. Bei Sprengungen müssen teure Schutzmassnahmen getroffen werden. In der Schweiz wurde für steiles Gelände eine «mobile Schutzwand» entwickelt, welche mit dem Hydraulikbagger umgestellt werden kann und tiefer liegenden Wald oder andere Objekte schützt.

Transporte für den Oberbau von Strassen sind möglichst klein zu halten. Auf verschiedenen Baustellen haben wir festgestellt, dass die Transporte zum Bau der Strasse etwa gleich hoch sind wie die Bewirtschaftungstransporte im Lauf von etwa 20 Jahren. Durch geeignete Stabilisierungsmethoden – Kalk in tonigen Böden, Zement und bituminöse Bindemittel in frostempfindlichen Kiesen und Sanden – können viele Transporte eingespart werden. Auf anderen Baustellen wurden mit grossem Erfolg mobile Brechanlagen eingesetzt, um damit im Projektgebiet selbst Kies-Sandmaterial aufzubereiten. Diese Brechanlagen müssen einfach zu transportieren und instand sein, auch Blöcke bis zu 80 cm Kantenlänge zu brechen. Auf diesem Sektor ist in den letzten Jahren eine erfreuliche Entwicklung festzustellen. Gebrochen wird Moränenmaterial mit groben Blöcken, Schutthaldenmaterial, Bachbettmaterial, Nagelfluh, gesunder Sprengfels. Es besteht zum Beispiel auch die Möglichkeit, eine Wendeplatte grösstenteils im Felseinschnitt zu bauen und den Sprengschutt zu brechen. Die bergseitige Böschung wird durch die Verschiebung nur unwesentlich höher, die talseitige Mauer kann aber vermieden werden.

Beim Strassenbau im Gebirge können Kunstbauten kaum vermieden werden. Soweit wie möglich sollte aber mit ingenieurbioologischen Methoden gearbeitet werden. Für Stützkonstruktionen muss nicht immer Beton verwendet

werden. Die Trockenmauer erlebt an vielen Orten als Steinblockmauer eine wahre Renaissance. Diese Trockenmauern lassen sich in den Fugen mit Stecklingen bepflanzen. Auch Holzkasten, Hangroste und andere Konstruktionen sind wieder im Kommen.

Bachquerungen können mittels Brücken, Grossdurchlässen und Furten ausgeführt werden. Bachläufe mit grossen Geschiebemengen oder Bachläufe, welche gleichzeitig Lawinenzüge sind, werden mit Vorteil durch Furten gequert. Wichtig bei diesen Furten ist, dass das Bachgerinne möglichst wenig verändert wird und dass in der Gradierte ein genügend grosses Gegengefälle eingelegt wird.

## **7. Schlussbemerkungen**

Integrale Erschliessungen sind komplexe Aufgaben. Zur Erhaltung der gewordenen Kulturlandschaft, zur Unterstützung der in der Urproduktion tätigen Bergbevölkerung und im Interesse eines sinnvollen Landschaftsschutzes müssen meiner Ansicht nach Bau- und Verbauungsaufgaben im Gebirge aus der Sicht grosser Zusammenhänge betrachtet werden.

## **Résumé**

### **Planification intégrale de la desserte**

Seuls des soins permanents permettent de maintenir la variété et la structure des contrées des Alpes et des Préalpes. La condition préalable pour cela est une desserte suffisante au moyen de routes et de chemins.

La planification de la desserte doit être effectuée d'une manière intégrale, c'est-à-dire en tenant compte de tous les intérêts. En raison des intérêts multiples et variés, il n'est pas possible d'effectuer la planification à l'aide de modèles de desserte dans les régions de montagne.

La délimitation adéquate des unités de desserte, la recherche consciencieuse des données naturelles et techniques ainsi que l'examen approfondi de tous les intérêts à la desserte forment les éléments de base du projet général. A ce stade de la planification sont prises toutes les décisions importantes du point de vue technique, économique et écologique. Pour cette raison, il est nécessaire que la planification intégrale de la desserte soit effectuée d'une manière consciencieuse par un ingénieur expérimenté qui connaisse bien la région et les désirs des intéressés.

Traduction: *E. Burlet*