Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 109 (1958)

Heft: 12

Artikel: Der neuzeitliche Waldstrassenbau und seine Projektierung

Autor: Grandi, Cino / Kalbermatten, J. de / Staudenmann, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766305

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: 09.07.2025

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

Der neuzeitliche Waldstraßenbau und seine Projektierung

1. Einführung

Von *Cino Grandi*, Kantonsforstinspektor, Bellinzona Oxf. 383.1

Der Bau von Straßen im Walde, vor allem im Gebirge, stellt ein Problem dar, das für die Forstwirtschaft stets von großem Interesse und heute besonders aktuell ist. Wenn auch heutzutage die Holzbringung sehr erleichtert wird durch die beständig fortschreitende Technik des Transportes mit rationellen Fahrzeugen und Seilbahnanlagen, so können besonders die letzteren doch nie die Straßen vollständig ersetzen. Vielfach wird eine Kombination der verschiedenen Transporteinrichtungen die beste Lösung sein, besonders im Gebirge. Wir sind der festen Ueberzeugung, daß die Wichtigkeit der Straße für den Forstbetrieb nicht zurückgehen wird, um so mehr, als eine Forststraße in den meisten Fällen außer dem Holztransport noch vielen andern Zwecken dienen kann.

In den letzten Jahren hat der Straßenbau eine erhebliche Entwicklung durchgemacht. Für die Berggegenden gewinnt besonders der Typ der Jeepstraße eine nicht zu übersehende Bedeutung. Dieser Straßentyp wird meist ganz in das gewachsene Terrain verlegt und folgt genau seinem Verlauf. Seine Fahrbahn weist eine leichte Neigung talwärts auf und hat eine Breite von etwa 2,50 m und Querabschläge für das Wasser. Es handelt sich um eine einfache Straße mit relativ niederen Erstellungskosten, welche uns erlaubt, mit geringen Ausgaben große Gebiete aufzuschließen.

Die Jeepstraße, welche sich gut eignet, um Bauplätze zu bedienen und um die Pflege und die Durchforstungen der Waldbestände zu erleichtern, kann zu einem nützlichen Ausgangspunkt werden für die Weiterentwicklung und spätere Umwandlung in eine Straße für Lastwagen. Es ist klar, daß die Jeepstraße noch viele Fragen aufwirft, speziell wegen ihres schwierigen Unterhalts, was man sich immer gut vor Augen halten muß.

Die größten Fortschritte im Straßenbau sind festzustellen beim Materialabtrag mittels Maschinen, bei der Stabilisierung des Untergrundes, der Verdichtung des Belages und bei der Verfestigung der Fahrbahn speziell mit bituminösen Substanzen. Wir halten die Einführung dieser neuen Verfahren im Waldstraßenbau für sehr nützlich und vorteilhaft. Besonders die Verdichtung des Belages und die Verfestigung der Fahrbahn werden der Bauherrschaft nicht zu unterschätzende Erleichterungen im Unterhalt der Straßen bringen, um so mehr, als dieser nicht subventioniert wird.

Die neue Richtung, welche man mit diesen Verfahren dem Forststraßen-

bau geben möchte, kann mit besonderer Genugtuung aufgenommen werden, weil dadurch eine größere Solidität des Baues und eine möglichst schadlose Ableitung des Wassers erzielt wird.

Die beiden folgenden Vorträge haben diese Detailfragen zum Gegenstand.

2. Techniques modernes des terrassements et des assises de routes forestières

Par *J. de Kalbermatten,* Insp. for., Monthey Oxf. 383.4

A l'heure actuelle, où l'on parle tant de notre réseau routier en général, et de ses lacunes en particulier, à l'heure où la technique de construction en la matière évolué à pas de géants, où de nouvelles méthodes se font jour, et de nouveaux moyens s'imposent à notre attention, où souvent ce qui est considéré comme juste aujourd'hui, s'avère être dépassé et caduc demain, le but du présent exposé est moins de proposer ici des solutions définitives, que d'ouvrir une discussion et de faire le point sur un sujet si ouvert.

Lorsque l'on considère un nombre élevé de km de routes à aménager, des moyennes quantitatives et évaluatives peuvent nous permettre de dégager certaines données fondamentales; en appelant par exemple, 100 l'index du prix d'une route carrossable finie, avec revêtement, les éléments principaux de ce chiffre prennent approximativement les valeurs suivantes pour les 4 positions décrites ci-après:

1. frais préliminaires; étude, expropriation	ca. 10 %
2. infrastructure; terrassements minages	ca. 20 %
3. travaux d'art: murs, drainages, canalisations, bordures . . .	ca. 30 %
4. superstructure: planie, stabilisation, revêtement	ca. 40 %
Total	= 100 %

Ces chiffres, représentés schématiquement, sont évidemment fort variables d'un chantier à l'autre, tant ils dépendent étroitement de nos conditions géologiques et climatiques locales, si différentes d'un cas à l'autre; ils n'en mettent pas moins en évidence la prépondérance de la position 4 de la superstructure, sur le coût total, et soulignent en particulier l'importance de la *fondation,* qui comme la base de tout édifice, doit être parfaitement stable, pour que la chaussée onéreuse, résiste aussi bien

- à l'usure superficielle due au trafic et aux intempéries,
- qu'aux déformations susceptibles d'être sollicitées par des mouvements internes de la masse de l'ouvrage.

I. *Terrassements*

Mais avant d'aborder le problème capital des assises, avec ses solutions spéciales appropriées à chaque cas particulier, nous parlerons tout d'abord de l'*ouverture brute* de la future artère, avec les moyens actuels à notre

disposition, moyens mécaniques et puissants s'il en est, qui ont complètement transformé les conditions de travail de cette opération et qui en ont abaissé le coût à de toujours plus faibles proportions.

Lorsqu'il y a quelques décennies déjà, les 1ers engins mécaniques de terrassements firent leur apparition sur les chantiers de notre pays, personne ne songea à l'extension rapide et au vaste champ d'application de ces machines, ni à tout le profit qu'on pourrait en tirer pour la construction même de nos routes forestières; il est intéressant de rappeler, au contraire quelle vive opposition ils rencontrèrent dans certains milieux, qui voyaient d'un œil méfiant toute cette mécanique, source sans doute inévitable de chômage et génératrice de graves crises économiques et sociales.

Aujourd'hui cependant, la preuve est faite, que ces engins, loins de paralyser l'ouvrier, se sont au contraire mis à sa disposition et à son service, en annoblissant et en facilitant son travail, et en lui permettant de se spécialiser davantage, tout en étant au bénéfice d'une rémunération plus élevée; aujourd'hui toujours, il n'est plus une entreprise de travaux publics, même de moyenne importance, qui n'ait son parc imposant de machines modernes et qui ne se soit adaptée extraordinairement rapidement (comme seule l'initiative privée est à même de le faire), à ces nouvelles méthodes de construction; nous en avons connu, au fond de vallées reculées, avec pics et brouettes pour tout outillage, il y a moins de 10 ans, qui disposent maintenant sur un seul chantier d'une route forestière, d'un matériel mécanisé, estimé à plus d'un million de francs. Bien plus, ce matériel s'adaptant de mieux en mieux à toutes les conditions de travail requises, il est devenu impensable à ce jour, d'ouvrir un chantier quelconque de construction routière sans la mise en action de ces engins mécaniques.

C'est dans l'ouverture des grands chantiers hydro-électriques, avec leur somme effarante de gros travaux, qu'il faut rechercher une des avec leur somme effarante de gros travaux, qu'il faut rechercher une des causes de ce développement si rapide de nos entreprises; en effet, les postes élevés prévus comme «installations» dans les formules de soumission les ont stimulées dans une forte mesure à s'équiper à l'extrême à la recherche du facteur optimum de «puissance-rendement», et d'une meilleure rationalisation dans l'organisation des travaux.

Si l'on considère maintenant, que nombre de ces grands chantiers touchent déjà à leur fin, l'on comprendra aisément que bien de ces entreprises, qui disposent d'un matériel quasi neuf et partiellement amorti, s'intéressent dès lors à tout autre chantier, même aux plus modestes d'entre eux, et soumissionnent ainsi, à des conditions nouvelles pour nous, tous nos projets de routes forestières, tant il est vital pour elles, de faire «tourner» leurs machines à tout prix et d'occuper leur main d'œuvre spécialisée.

Cette tendance, déjà bien marquée, le deviendra encore davantage, en cas d'une certaine récession sur le marché du travail.

C'est ainsi que chaque nouvelle mise en soumission de routes forestières, réunit régulièrement dans notre Canton, une bonne quinzaine d'entreprises, toutes qualifiées et outillées de manière à mener à chef les travaux, toutes désireuses aussi d'arracher de haute lutte l'adjudication du lot en question, par l'offre de prix unitaires avantageux calculés au plus juste; comme ces formules de soumission ont, de par la similitude même des positions, beaucoup d'analogie entre elles, et que les adjudications se font en général, par question de principe, à l'offre la plus basse, comme ensuite, les prix unitaires mêmes de l'adjudicataire ne manquent pas d'être connus des autres concurrents, il s'en suit, de par la loi inexorable de l'offre et de la demande, une tendance marquée à la baisse, lors du dépôt d'une soumission ultérieure.

Pour illustrer ce qui précède, je relèverai l'évolution spectaculaire de quelques prix unitaires, valables pour des chantiers de routes forestières, exécutées dans des conditions relativement similaires en Valais, au cours de ces 5 dernières années; c'est ainsi que pour les *positions* décrites ci-après:

1. excavation en tous terrains, y compris mise en remblais, règlage des talus amont et aval, confection des banquettes et transport sur le chantier jusqu'à 30 m,
2. plus-value pour transport, dès 30 m de distance et sur tout le chantier (sans limite de distance), et enfin
3. plus-value pour minage, dès ½ m³ et en dessus,

les prix unitaires se sont abaissés respectivement dans la proportion de 4 à 1, 3 à 1 et 2 à 1, soit en chiffres absolus,

- de fr. 6.– à fr. 1.50/m³, pour les terrassements,
- de fr. 2.50 à fr. 0.80/m³, pour les transports, et
- de fr. 15.– à fr. 7.50/m³, pour les minages.

Cette évolution régressive des prix est également très marquée dans un autre type de soumission, celui de l'*ouverture forfaitaire* des terrassements; cette formule, que d'aucuns trouveront simpliste et peu conforme à l'esprit téchnique d'un projet, n'en a pas moins fait ses preuves, et s'est révélée fort avantageuse et pratique pour des chemins d'accès, sans superstructure prévue et sans autre étude que celle de la ligne de pente; partout où elle a été mise en pratique, des résultats extraordinaires de bon marché, et aussi de bienfaction du travail ont été obtenus, si l'on en juge par les conditions du forfait demandées:

Position: ouverture selon profil-type de 4,20 de largeur totale (banquette comprise), avec règlage des talus amont et aval, et du profil en long, avec tolérance maximum de 15 cm en plus ou en moins, sur chaque secteur de visibilité.

Prix linéaire obtenu, pour chemins d'accès construits en montagne, avec un cube de terrassements évalué à un minimum de 6 à 7 m^3/m^1: fr. 20.–, fr. 15.–, 10.– et même fr. 5.–/m^1 pour les années allant respectivement de 1955 à 1958, prix accusant le même fléchissement de 4:1. Les minages ne sont en principe pas compris dans ces chiffres, qui se rapportent dans tous les cas cités, à des tronçons d'au moins 2 km de longueur.

Parfois, on a demandé des prix forfaitaires pour une largeur totale de 3,20 m, avec une seconde variante pour une largeur totale de 4,20 m; mais chaque fois, la différence de prix a été jugée si minime, avec moins de fr. 1.–/m^1 d'écart seulement, que profil-type le plus large a toujours été choisi, du reste à la satisfaction du maître de l'ouvrage; à noter aussi, que les places d'évitement, surlargeurs, quais de chargement, déblais pour raccordements, etc. (soit tous travaux commandés expressément), sont bien entendu décomptés à part, au m^3 de terrassement supplémentaire, et que là encore, cette dernière position est tombée au cours du même laps de temps de fr. 3.– et plus au m^3 à fr. 1.50/m^3.

Ces quelques chiffres expriment mieux que de longs commentaires, les vastes possibilités, que nous offre l'emploi des engins mécaniques, possibilités nouvelles

– non seulement sur le plan d'une pure et simple économie à la construction;

– mais aussi et surtout sur le plan technique même de la contsruction et de la bienfaction du travail; ils nous incitent à revoir certaines de nos conceptions et à profiter au maximum de ces conjoncturs favorables présentes; l'on saura interpréter un projet, dont les plans sont souvent quelque peu rigides sur le papier, d'une manière souple, harmonieuse et vivante, en ne craignant pas d'y apporter, lors du gabaritage sur le terrain, et jusqu'à l'exécution, toutes les modifications dans le sens d'améliorations, jugées utiles au tracé: par exemple, en donnant une surlargeur appréciée dans des courbes et contre-courbes trop serrées, en prévoyant de nouvelles places d'évitement, en adoptant même un profil-type plus large partout où les conditions du terrain se prêtent; ces mesures, même si elles entraînent certains dépassements de terrassements, seront toujours exécutées à bon compte à la construction, et n'influenceront que dans une minime part, le coût total de l'œuvre. Ajoutons que ces conditions, que nous jugeons si favorables actuellement, ne peuvent plus se retrouver plus tard, et qu'il serait par conséquent regrettable de ne pas exécuter de suite tout ce qui semble nécessaire pour la bienfaction et l'utilité de l'œuvre; il est en effet évident qu'un hypothétique redressement ou élargissement ne peut se faire par la suite, qu'avec des nouveaux frais disproportionnés au but à atteindre, et le plus souvent qu'au prix de gros dégâts occasionnés à la chaussée.

Ceci doit cependant être interprété, sans arrière pensées de vouloir inconsidérément «pousser à la consommation» des terrassements, mais bien avec le souci objectif de voir assez loin, et de construire du 1er coup, non seulement pour les besoins du jour, qui nous sont connus (et encore), mais surtout pour les besoins futurs, qui dépassent si souvent les prévisions les plus optimistes du moment; or, l'on constate bel et bien un manque de place certain sur nos routes forestières appelées à servir de dévestiture à de grandes quantité de ce matériau, le plus encombrant qui soit: le bois; par ailleurs, les conditions du trafic actuel au moyen de véhicules de transport toujours plus imposants et plus lourds, doivent nous faire songer à la sécurité de celui-ci; l'adoption d'un profil-type sera donc fonction de la sollicitation de nos routes et même de nos simples chemins forestiers, par un trafic de débardage 100 % motorisé, avec des véhicules dépassant souvent à pleinte charge les 15 to (quand on songe qu'ils atteignent à vide seulement, les 7½ to déjà !).

*

En outre, il serait peu réaliste et peu conforme à la réalité de passer sous silence, que nombre de nos routes forestières de base sont appelées par surcroît, à desservir de non moins importants intérêts accessoires, tels agricoles, alpicoles, militaires, voire même hydro-électriques; dans tous ces cas, nous ne pouvons traaviller avec un seul objectif restreint et limité, mais voir par dessus la forêt desservie directement, l'intérêt général qui y trouve son compte indirectement.

Il est même des cas, où le développement prévisible d'une route forestière dans le cadre de son réseau général, nous laisse pressentir une liaison ultérieure importante pour toute une régoin, ou un raccordement susceptible d'amener toute cette artère à être classée par la suite; de tels cas se sont présentés moult fois, et ils doivent être résolus avec une certaine largeur d'idées, en sachant coordonner au mieux ces différents intérêts, en faveur d'un travail définitif et satisfaisant pour tous.

Dans cet ordre d'idées, il vaut la peine de signaler que les plus grandes réussites ont pu voir le jour, partout où l'on a su bénéficier de ces circonstances favorables; en Valais, le fait que le Service des Forêts et celui des Travaux Publics, font partie du même et unique Département dit «des Travaux Publics et des Forêts», s'est révélé à notre sens, une formule heureuse; nous y voyons la raison d'une certaine unité de doctrine indispensable, d'une coordination technique, et aussi l'assurance d'une saine politique de réalisation routière à long terme, en matière de construction, enfin la meilleure preuve que les conditions ultérieures d'entretien seront tenues.

Certes, si nous ne sommes pas des ingénieurs civils, nous ne vouons pas moins parfois plus du tiers de notre activité à des problèmes d'ordre technique; l'intérêt est donc de notre côté, à ne pas faire cavalier seul, et

à profiter des expériences des spécialistes en la matière, en nous intéressant à toute nouvelle méthode de travail, et en nous inspirant le plus souvent des normes des professionnels de la route; ceci, tout en conservant bien entendu, le caractère de simplicité et absent de floritures de nos routes forestières, dans le cadre de la simplicité même, mais de la robustesse de nos populations montagnardes.

II. *Emploi des assises*

Mais c'est dans la technique d'*emploi des assises,* que les innovations en matière de construction routière sont encore les plus marquantes, surtout depuis qu'une très nette tendance se fait jour de plus en plus, à pourvoir nos routes forestières carrossables d'un revêtement, et depuis aussi que la solution dite classique

- de la plate-forme naturelle cylindrée, avec
- hérisson posé à la main,
- gravier cassé,
- pénétration à l'émulsion bitumineuse ou au bitume pur à chaud, et
- éventuellement traitement de surface à chaud,

tend à être supplantée par la pose de *couches successives,* et par l'apparition de revêtements par procédés de solidification; ce procédé, qui entre dans la définition des *chaussées souples* (soit les chaussées utilisant des liants hydrocarbonés), repose sur la portance du sol sous-jacent et tient compte des circonstances locales rencontrées, par l'opération dite de la *stabilisation de la planie.*

La stabilisation commence dès la préparation de la forme, en évitant «le piège à eau» et l'encaissement de la chaussée classique trop souvent mal drainé; en route neuve, le terrassement doit être conduit sur toute la largeur, jusqu'au niveau de la couche inférieure de fondation avec des pentes transversales de 5 % au minimum.

Puis vient l'opération dite de *compactage,* qui consiste à rouler, damer et tasser le sol, et par ces différents moyens à lui donner une plus grande compacité; il faut normalement plusieurs années pour qu'un remblai atteigne naturellement le degré de tassement requis; ce délai peut être réduit par la compression des couches par des moyens mécaniques; le tassement ne s'opère que par l'expulsion de l'air et de l'eau, d'où la nécessité de faire ce travail par couches suffisamment minces, pour permettre d'éliminer ces 2 éléments; le compactage des assises est un problème des plus importants, et pourtant encore mal connu, une chose étant certaine, c'est que les cylindres classiques tendent à être supplantés par des cylindres vibrants (dont le gros intérêt réside dans la possibilité de compacter, avec des engins légers, des couches allant jusqu'à 50 cm d'épaisseur), et même par des cylindres à pneus:

– pour des *sols sans cohésion,* la vibration s'avèrera toujours le meilleur moyen de compactage;
– pour des *sols marneux,* à cohésion moyenne, la vibration par contre sera sans effet; le roulage sera de règle,
  soit par rouleaux pneumatiques (sols argileux),
  soit par rouleaux à pied de moutons (sols plastiques);
– par contre, pour des *sous-sols très argileux,* à teneur en eau défavorable, les procédés habituels s'avèreront vains, et l'on devra alors avoir recours à d'autres méthodes, soit à la stabilisation mécanique, soit à la stabilisation dans la masse:

A. *La stabilisation dite mécanique* n'est autre chose qu'un procédé de rectifiction du matériel naturel de l'endroit par des apports de sous-couches drainantes (entre autre: sable et gravier sur argile); elle fait appel aux caractéristiques *physiques* des éléments constitutifs du sol naturel, en l'améliorant par des éléments d'apport. Les éléments sont constitués eux-mêmes par des couches successives d'agglomérats, dont la qualité va croissant au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la surface, l'objectif recherché étant de réduire au minimum l'utilisation de matériaux nobles onéreux; ces diverses couches sont appelées: couches de forme, filtre ou anticapillaires, de fondation, de base et de roulement, selon la fonction qui leur est dévolue; elles sont constituées à l'aide d'un sol sélectionné, amélioré ou traité, ou encore à l'aide de tout-venant de concassage, tous matériaux qui doivent répondre à des règles très précises de la granulométrie et à celles du filtre (ou de la non-contamination); en effet, les efforts produits par les charges, au contact de la couche de fondation et de la forme, permettent, si cette dernière est constituée d'éléments trop fins, sa remontée progressive dans la couche de fondation; cette pénétration, dommageable, lorsqu'elle se traduit par l'introduction d'une quantité importante d'argile, ne sera plus possible, lorsque les éléments du sous-sol auront une dimension dépassant celle des vides de la couche de fondation; cette règle explique pourquoi, par exemple, il est nécessaire d'interposer entre une couche de chaille et le sous-sol, une couche de sable (ou de mâche-fer), la dimension des vides de la chaille permettant sa contamination rapide par l'argile; lorsque cette règle n'est pas satisfaite par le matériel qu'on se propose d'employer en couche de fondation, il est nécessaire d'interposer entre la forme et la couche de fondation une couche spéciale, dite couche filtre, qui servira de transition entre les grosseurs des éléments de la forme et de la couche de fondation; elle ne doit pas pouvoir être contaminée par la forme, mais elle ne doit pas non plus contaminer la couche de fondation.

Ces diverses couches successives, répandues mécaniquement, peuvent toutes être exécutées à la construction, mais il est préférable de pouvoir les échelonner dans le temps après ouverture à la circulation, afin d'éprou-

ver la plate-forme et la fondation par des passages lourds et répétés, et de laisser les remblais prendre leur assiette définitive, quitte à corriger au moment de l'exécution des couches supérieures, les irrégularités de profil et les défectuosités, qui pourraient se révéler par suite des tassements de l'infrastructure.

L'ensemble de ces couches de fondation et de base forment les *assises,* dont le rôle est de résister aux charges verticales et de répartir convenablement sur la forme, les pressions qui en résultent; elles peuvent être naturelles ou concassées, et englobent en particulier

— les scories, mâchefers et produits similaires,
— les éboulis, déchets de carrière et tout-venant de concassage de rocher,
— les graviers bruts ou améliorés,
— les sables (ces 3 derniers groupes étant les plus courants).

En l'absence de matériaux économiques disponibles, on aura recours à:

B. *La stabilisation dans la masse,* méthode qui recherche un accroissement de la compacité du sol et une insensibilisation à l'action de l'eau par différentes adjonctions, telles:

— l'emploi de ciment, qui nous donnera un sol-ciment,
— l'emploi de sels hydrocarbonés et de sels minéraux,
— ou encore l'emploi de liants bitumineux: cut-back, goudrons.

L'incorporation de ciment à fort dosage nous fait obtenir un véritable béton maigre, solution trop onéreuse qui n'est jamais employée; à dosage moyen de 8 % on obtient un sol-ciment, dont, indépendamment des difficultés techniques de réalisation, le coût est presque toujours supérieur à celui de l'apport d'une assise convenable; quant à l'incorporation de ciment à faible dosage, 2 %, elle facilité déjà le compactage (en absorbant l'eau excédentaire), mais laisse craindre une certaine irrégularité à la réalisation. Quoiqu'il en soit, une assise améliorée par un faible dosage de ciment ou de bitume, ne peut en aucun cas, constituer une couche superficielle; des expériences sont là pour le démontrer; ces adjonctions nous permettent par contre d'obtenir d'excellentes *sous-couches,* à la fois résistantes, insensibles à l'humidité, et suffisament souples pour faire face aux mouvements éventuels de la forme; de même, ces sous-couches, constituées de la sorte, doivent être à même de résister avec succès aux contraintes transmises par les charges roulantes de la chaussée.

*

Par opposition aux couches de fondation et de base, les *couches* de *surface* sont le splus hautes de la chaussée, avec pour but immédiat d'absorber les efforts tangentiels importants, provoqués par la circulation; elles se composent de plus en plus d'un *enrobé dense* d'une cohésion élevée, qui se comporte comme une véritable dalle, répartissant les charges avec une

beaucoup plus grande homogénéité de résistance que la simple pénétration classique.

Le tout est exécuté à une épaisseur sensiblement voisine du calibre supérieur du matériau utilisé, de manière à obtenir un agglomérat, auquel le liant apporte la cohésion additionnelle recherchée; ces enrobés forment ainsi un nouvel élément constructif des chaussées souples, et sont d'autant plus intéressants, que leur exécution et leur pose sont facilitées par l'emploi de machines modernes, sous la forme des derniers modèles des fameuses finisseuses américaines, machines mobiles, dont le débit horaire de la fabrication et de la pose du matériel enrobé, peut atteindre 100 to/h.

*

Mais toute cette technique nouvelle des assises et des enrobés, dans laquelle résident les plus grandes chances de développement des *chausseés souples,* n'en est encore chez nous qu'au stade des expériences; de même, que l'est également, pour les *chaussées rigides,* la technique nouvelle des routes plus durables encore, construites en béton armé de ciment.

Seul l'avenir nous montrera la place prépondérante qui leur sera respectivement dévolue.

3. Fragen der Arbeitsorganisation und Projektierung beim Waldstraßenbau mit Erdbaumaschinen

Von *P. Staudenmann,* Forstingenieur, Bern

Maschinen, ihre Vor- und Nachteile Oxf. 383.1

Im forstlichen Straßenbau werden heute für Erdbewegung und Planie verwendet: Planierraupe, Grader, Ladeschaufel, Löffelbagger und Dumper.

Planierraupe und Grader.

Als Planierraupe eignet sich nur der Angeldozer mit nach beiden Seiten schwenkbarem Planierschild, der zudem hydraulisch gehoben und gesenkt und nach links und rechts geneigt werden kann.

Die Leistungsfähigkeit von Planierraupen hat Hafner[1] eingehend untersucht. Seine Feststellungen interessieren, weil sie weitgehend auch für die bei uns vor allem verwendete Ladeschaufel gelten.

Folgende Faktoren beeinflussen die Leistungsfähigkeit der Planierraupe:

— Stärkere Maschinen haben relativ größere Leistungen, weil sie durch Hindernisse, wie Wurzeln und große Steine weniger aufgehalten werden, über schnellere Vor- und Rückwärtsgänge verfügen und rascher saubere Reinplanie zustande bringen.

[1] F. Hafner, W. Hedenigg: «Planiergeräte im forstlichen Straßen- und Wegebau». Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn in Wien. Band 5. Verlag Georg Fromme, Wien.

- *Der Boden* beeinflußt die Leistung durch die Größe des Verschiebungswiderstandes. Dieser steigt von Sand/Kies zu Lehm, Mergel, Flysch mit Felsblöcken und Fels. Im Fels sinkt die Leistung vor allem, wenn nicht genügend vorgesprengt wird. Kleine Maschinen sollten im Fels nicht verwendet werden, weil große Wartezeiten entstehen. Am schwierigsten, oft sogar unmöglich ist die Arbeit in naßen Böden oder grobblokkigen Geröllhalden.
- Bei *Regenwetter* bilden sich in lehmigen und tonhaltigen Böden bald tiefe Geleise, so daß die Maschine in der Mitte aufsitzt. Die Bodenhaftung und damit die Kraftübertragung sinkt sofort, so daß Raupen und namentlich Pneus durchdrehen. Gefrorener Boden ist unfallgefährlich, da die Raupen sehr leicht seitlich abrutschen.
- Bei kleiner *Maße pro Laufmeter* steigt der relative Anteil der zeitraubenden Feinplanie. Die Leistung ist daher geringer als bei großer Erdbewegung pro Laufmeter.
- Setzt man die Leistung eines Angeldozers Modell Caterpillar D 7 in lehmig/kiesigem Material bei 15 m *Transportdistanz* gleich 1, so sinkt die Leistung auf $^2/_3$ bei 30 m, $^1/_2$ bei 45 m und $^1/_3$ bei 60 m Distanz. Kleinere Maschinen schneiden noch ungünstiger ab, weil deren Geschwindigkeit geringer und die pro Arbeitsgang geförderte Menge relativ kleiner ist.
- Das *Entfernen der Stöcke* ist in ebenem Terrain mit geringen Abtragstiefen besonders schwierig. Das Ausgraben verursacht hier zusätzliche, in der Maßenberechnung nicht berücksichtigte Erdbewegungen. Es ist dies ein Hauptgrund, weshalb in Oesterreich die Wege vom flachen Talgrund in die seitlichen Hänge verlegt werden.
- *Steigung und Gefälle* reduzieren, resp. erhöhen die Schubkraft und damit die Leistung um 1 bis 2 % pro Prozent Neigung. Der Leistungsabfall ist besonders ausgeprägt bei kleinen Maschinen, welche häufiger als große bis zur vollen Leistungsfähigkeit beansprucht werden.

In der Schweiz wurde bisher die Planierraupe meines Wissens nicht verwendet. Sie wird kaum je die Bedeutung erlangen wie in Oesterreich und dies aus folgenden Gründen:

- Es ist kaum denkbar, daß bei uns Forstverwaltungen, wie dies im Ausland der Fall ist, Planierraupen anschaffen können, weil die Betriebe zu klein sind, um solche Maschinen genügend ausnützen zu können. Bei Unternehmern dagegen sind sie kaum erhältlich oder dann handelt es sich um den ungeeigneten Bulldozer.
- Mit der Planierraupe können die Abtragsböschungen nicht bearbeitet werden. Dieser Umstand fällt in Oesterreich weniger ins Gewicht, weil die Böschungen mit Motorgradern bearbeitet und zudem viel steiler gehalten werden, nämlich 70 cm Anzug bis 60 % Hangneigung und 45 cm bei größerer Hangneigung. Die Motorgrader rentieren nur für

größere Arbeiten, wie sie bei uns selten vorkommen und versagen in Böden, welche mit Blöcken oder großen Wurzelstöcken durchsetzt sind. In nassen Terrain oder bei Regen können sie nicht arbeiten.

In diesem Zusammenhang interessiert die Frage, ob Maschinen mit Pneu- oder Raupenantrieb einzusetzen sind.

- Maschinen mit Pneu erreichen größere Schubgeschwindigkeiten als solche mit Raupen.
- In schlechtem Terrain arbeiten Raupen immer besser als Pneu.
- Raupenmaschinen ergeben rascher gute Reinplanie.
- Auf mittlere Transportdistanzen erreichen Maschinen mit Raupenantrieb größere Leistungen, da die Kraftübertragung besser und daher bei gleicher Motorenstärke pro Arbeitsgang größere Massen verschoben werden können.
- Auf größere Distanzen ist der Pneuantrieb, guter Fahrbahnzustand vorausgesetzt, überlegen.

Beim heutigen Stand der technischen Entwicklung sind Maschinen mit Raupen solchen mit Pneuantrieb überlegen.

In der Schweiz werden beim Waldstraßenbau hauptsächlich Ladeschaufeln und Löffelbagger verwendet.

Die Ladeschaufel

Es kommen nur Modelle mit hydraulisch bewegter Schaufel in Frage.

Vorteile:

- Ladeschaufeln sind in großer Zahl bei vielen Unternehmern vorhanden und können jederzeit leicht eingemietet werden.
- Die Ladeschaufel kann Stöcke und Steine besser ausheben als die Planierraupe, da die Schaufel Grabbewegungen ausführen kann. Mit Hilfe der hydraulisch bewegbaren Schaufel kann sich die Maschine oftmals aus schwierigen Situationen selbst herausarbeiten.
- Böschungen lassen sich besser bearbeiten als mit der Planierraupe, da die Schaufel gehoben und nach vorn geschoben werden kann.
- Für Materialtransporte bis 60 m und Verdichten sind keine zusätzlichen Maschinen nötig, was die Arbeitsorganisation vereinfacht.
- Die Ladeschaufel ist geländegängiger als der Bagger und kann eher an beliebigen Punkten des Projektes mit der Arbeit beginnen.

Nachteile:

- In nassem Terrain ist der Einsatz der Ladeschaufel unmöglich.
- In steilem Felsgelände entstehen große Waldschäden.
- In Hangpartien mit Massenausgleich im Profil arbeitet die Ladeschaufel weniger wirtschaftlich als der Angeldozer oder der Bagger. Beim Angeldozer fließt das Material dem Schild entlang nach außen und der Bagger dreht sich leicht und rasch auf dem Chassis. Die Ladeschaufel

dagegen muß sich fortgesetzt auf den Raupen drehen. Dieses Abdrehen ist zeitraubend. An feuchten Stellen und schon bei leichtem Regen wird das Drehen unmöglich, da die Raupen rutschen.

- In Hängen mit über 40—50 % Neigung können die Böschungen nicht mehr vollständig mit der Maschine abgetragen werden.
- In unzugänglichem Gebiet muß unter Umständen von unten nach oben gearbeitet werden, was einen Leistungsverlust bedeutet.
- Der Mietpreis ist für die Ladeschaufel höher als für den Bagger gleicher Leistung.

Bagger und Dumper

Vorteile:

- Die Maschine arbeitet von der fertigen Weghöhe aus. Profilierung und Achsversicherung sind daher einfacher und weniger gefährdet als beim Bau mit der Ladeschaufel.
- Die Reißkraft am Löffel ist größer und konzentrierter als bei der Ladeschaufel. Der Löffel ist beweglicher und kann besser den Widerständen entsprechend angesetzt werden. Stöcke und Steine werden daher viel leichter genommen als von der Ladeschaufel.
- An steilen Hängen entsteht weniger Schaden durch abrollende Steine, da das Material vom Löffel senkrecht hinunterfällt, so daß die Steine im Erdreich einsinken.
- Fallen Kies, Schroppen oder große Steine an, können sie sauber aussortiert und nach rückwärts in den Koffer gelegt werden als Oberbaumaterial.
- Der Aufwand für die Reinplanie des Koffers und der Böschungen ist geringer, weil exakter gearbeitet werden kann.
- Der Bagger kann in schwierigeren Verhältnissen eingesetzt werden als Ladeschaufel und Planierraupe. In nassen Böden arbeitet er auf einem Rost, den er selbst immer wieder vorverlegt. In Felspartien muß weniger stark vorgesprengt werden und das überschüssige Material kann ohne Gefahr des Abrollens nach rückwärts auf Dumper verladen und auf geeignete Depotplätze geführt oder für den Oberbau verwendet werden.

Nachteile:

- Der Bagger ist schwerer erhältlich und im Antransport teurer als die Ladeschaufel.
- Schon für Materialverschiebungen von über 10 m Distanz muß eine andere Maschine eingesetzt werden. Dazu eignen sich am besten Dumper von 2—3 m^3 Fassungsvermögen. Sie sind geländegängiger, kippen rascher als Lastwagen und sind wesentlich billiger als Pneu-Ladeschaufeln. Sie arbeiten wirtschaftlich auf Transportdistanzen von 1—1½ km.

Arbeitsorganisation beim Einsatz von Maschinen

1. Wahl der Maschine:

Bei uns gelangen Ladeschaufeln, Bagger und Dumper zum Einsatz. Entscheidend für die Wahl sind Bodenart und Massendisposition.

- In nassem oder schlecht tragfähigem Boden, in zähem, mit Blöcken durchsetztem Lehm, in Pickel- und Sprengfels ist der Bagger der Ladeschaufel überlegen.
- Bei Projekten mit geringen Massenverschiebungen in der Längsrichtung arbeitet der Bagger wirtschaftlicher als die Ladeschaufel.
- Bauten mit großen Massentransporten über Distanzen von über 50–100 Metern werden am billigsten mit dem Bagger, unterstützt für die Transporte durch 1–2 Dumper, ausgeführt.
- Die Ladeschaufel arbeitet mit Vorteil bei Projekten in hügeligem Gelände, wo oft Einschnitte und Dämme einander ablösen und Transportdistanzen von 50 m nicht überschritten werden.
- Bei größeren Projekten lohnt sich unter Umständen der kombinierte Einsatz von Ladeschaufel und Bagger. Der Bagger verteilt die Masse an Ort und Stelle und löst das Material von den Böschungen, und die Ladeschaufel besorgt die Verschiebungen.
- Fällt pro Laufmeter weniger als 1 m^3 Masse an, lohnt sich der Einsatz einer Ladeschaufel kaum noch. Günstiger ist der Bagger, der exakter arbeitet und das Material viel gleichmäßiger auf Böschungen und Bankette verteilt und die Stöcke leichter entfernt.
- Müssen mehrere Maschinen gleichzeitig eingesetzt werden, ist entscheidend, daß die einzelnen Maschinen in der Leistungsfähigkeit übereinstimmen.

2. Durchführung der Arbeiten:

Entscheidend für große Arbeitsleistungen sind richtige Arbeitsvorbereitung, gute Bauführung und das Wetter.

a) Arbeitsvorbereitung

Es müssen folgende Vorarbeiten geleistet werden:

- Nasses Terrain entwässern, Gräben einlegen und Stützmauern erstellen.
- Versicherung aller Achspunkte außerhalb der Reichweite der Maschine nach Abstand, Höhe und Richtung. Diese Versicherungspunkte dienen sowohl der Leitung der Maschine, vor allem der Ladeschaufel, als der Neuverpflockung für die Reinplanie.
- Wird mit der Ladeschaufel gearbeitet, muß außer der Höhe des äußeren Wegrandes noch der Ansatz der Abtragsböschung markiert werden. Die Markierung des Böschungsansatzes ist wichtig, damit große Einschnitte vollständig maschinell bearbeitet werden können und an steilen Hängen sofort der manuelle Abtrag der Böschungen eingeleitet und das

anfallende Material noch von der Maschine weggeräumt werden kann.
- Eine gute Vorsprengung der Stöcke lohnt sich. Sie dürfen jedoch erst kurz vor Baubeginn gesprengt werden, damit sich die Stocklöcher bei Regenwetter nicht mit Wasser füllen.

b) Bauführung

Der mit der Bauführung betraute Unterförster oder Vorarbeiter muß alle Belange des Wegebaues beherrschen. Außerdem muß er mit der Arbeitsweise und den Möglichkeiten der verschiedenen Maschinen und deren Tücken vertraut sein. Der große Baufortschritt mit Maschinen erfordert vom Bauführer vorausschauendes und rasches Disponieren. Er kann dies nur, wenn er über die Massendisposition im Bild ist und eine genaue Vorstellung hat vom Ablauf der einzelnen Arbeitsphasen. Nur so gelingt es ihm, die Maschinen richtig zu leiten, deren Einsatz aufeinander abzustimmen und die Arbeitskräfte zur rechten Zeit bei der richtigen Arbeit einzusetzen.

Die Arbeiten sind für den Chef mit dem Einsatz von Maschinen nicht einfacher, sondern schwieriger, aber auch interessanter geworden. Eine spezielle Ausbildung oder Weiterbildung ist notwendig. In Forstkreisen und Forstverwaltungen mit großen Bauaufgaben empfiehlt sich eine gewisse Spezialisierung. Die Schaffung einer Equipe von 2–3 Mann mit einem Chef ist zweckmäßig. Diese hat bei allen Wegbauten den Maschineneinsatz vorzubereiten und zu leiten.

c) Das Wetter

Schlechtes, regnerisches Wetter reduziert sofort und stark Leistung und Qualität der Arbeit. Die Arbeiten müssen daher bei einsetzendem Regen sofort unterbrochen werden. Bei unsicherer Wetterlage ist wichtig, daß vor jeder Arbeitseinstellung gelockertes Material noch fortbefördert und die Piste abgeglättet wird, damit bei einsetzendem Regen das Wasser rasch abfließt. Sammelt sich trotzdem irgendwo Wasser an, muß es sofort abgeleitet werden.

Unsere Wegbauten im Wald sind meistens Neubauten oder vom Verkehr wenig berührte Wege, so daß kein rascher Bauabschluß erzwungen werden muß. Wir sollten vielmehr von der Möglichkeit, die Arbeiten beliebig unterbrechen zu können, profitieren. Dies ist heute viel leichter möglich als früher, wo beim Wegbau oft Dutzende von Arbeitskräften beschäftigt waren. Ein Unternehmer kann, selbst wenn ihm das nach Vertrag erlaubt wäre, nicht so frei disponieren. Es ist dies der Hauptgrund, weshalb in niederschlagsreichen Gebieten und wetterempfindlichen toniglehmigen Böden die Unternehmer hohe Risiken einkalkulieren müssen und daher Regiearbeiten vorteilhafter sind. In den Mietverträgen für Maschinen müssen solche Arbeitsunterbrechungen vorgesehen und geregelt werden.

Projektierung

Unter dem Eindruck der raschen und billigen Massenverschiebung und dem Verschwinden aller Absteckungspunkte beim Einsatz von Maschinen gelangen manche Projektverfasser zur Auffassung, der ganze Aufwand für die Projektierung lohne sich nicht und hätte auf die Absteckung der Gefällslinie beschränkt werden können.

Die folgenden Ueberlegungen zeigen, daß sich auch bei Maschinenarbeit eine richtige Projektierung immer noch lohnt:

- In einfachem Terrain genügt oft ein Längenprofil als Projektunterlage. Achsabsteckung, Nivellement und Berechnung führen rascher zu einer guten Bauabsteckung als die direkte Konstruktion im Terrain mit Hilfe der Visierkreuze.
- In schwierigem Terrain liefert nur ein richtiges Projekt die nötigen Grundlagen für eine zuverlässige Kostenberechnung und Offertenstellung sowie für die Vorbereitung und Leitung der Arbeiten.
- Nach wie vor wird die Masse noch billiger auf dem Papier als im Terrain verschoben. Am billigsten bleibt Massenausgleich im Profil.
- Der Wegebau ist trotz Maschineneinsatz immer noch teuer. Es hat keinen Sinn, großzügiger zu bauen als dies die verkehrstechnischen Anforderungen verlangen. Die Linienführung ist vom Projektverfasser zu bestimmen und darf nicht der Geschicklichkeit des Maschinisten oder dem Gefühl des Bauführers überlassen werden.

Werden beim Bau Maschinen eingesetzt, muß bei der Projektierung folgendes beachtet werden:

- Bei der Massenberechnung genügt ein Ueberschuß von 30 % in den meisten Fällen, bei großen Ab- und Aufträgen auch 20 %, unter der Voraussetzung, daß die Maschinen richtig geleitet werden.
- Am billigsten ist eine gleichmäßige Verteilung dieses Ueberschusses auf die ganze Wegstrecke. Wir dürfen jedoch ruhig etwas großzügiger sein, kostet doch die Massenverschiebung bis 200 m mit Dumper nicht mehr als der Abtrag. Statt Ueberschüsse die Böschung hinunterzuwerfen, ist es zweckmäßiger, dieses Material zu verschieben und so die Linienführung ohne Mehrkosten zu verbessern.
- Bei der Massendisposition muß sich der Projektverfasser immer überlegen, ob die Verschiebungen auch tatsächlich so vorgenommen werden können, wie er sie vorsieht.
- Durch Bergwärtsverlegen des Weges können Stützmauern und damit Kosten eingespart werden. Dies ist jedoch nur ratsam, wenn das Terrain stabil ist und später keine ebenso teuren Futtermauern erstellt werden müssen zur Sicherung des Hanges.

- Beim Bau mit Planierraupen wird verlangt, daß die Wege vom Talboden weg in den Hang verlegt werden. Dies ist erschließungstechnisch ungünstig und muß abgelehnt werden.
- Wege unter 3 m Breite können mit Maschinen nicht gebaut werden. In steilem Felsgelände braucht der Bagger Wegbreiten von mindestens 4–4,5 m, damit er das Felsmaterial zur Schonung der Bestände nach rückwärts auf Dumper laden kann. Der Maschineneinsatz ist hier unwirtschaftlich, wenn zur Erschließung des Waldes schmälere Wege genügen.

Vorschläge für rationelleres Projektieren

Der Arbeitsaufwand des Forstingenieurs kann ganz wesentlich vermindert werden, ohne daß die Qualität des Projektes darunter leidet. Dazu sind erforderlich: Arbeitsteilung, vernünftige Begrenzung der Genauigkeit und vereinfachte Planausarbeitung.

1. Arbeitsteilung

Wer die Projektierungsarbeiten objektiv beurteilt, wird zugeben, daß höchstens 20–30 % des Arbeitsaufwandes Ingenieurarbeit ist und der Rest einem entsprechend ausgebildeten Zeichner oder Unterförster übertragen werden kann. Wir haben folgendes Arbeitsverfahren entwickelt: Der Forstingenieur verpflockt im Terrain entlang der exakt abgesteckten Gefällslinie den Polygonzug, der mit genügend Zwischenpunkten den Terrainverlauf genau festhalten soll. Kurven, außer Wendeplatten, werden nicht abgesteckt. Alle Terrainaufnahmen besorgt ein entsprechend ausgebildeter Zeichner. Die Ausarbeitung erfolgt in Zusammenarbeit zwischen Forstingenieur und Zeichner.

Die Aufgaben des Forstingenieurs sind: Bestimmung der Kurvenradien und eventuelle Korrektur der Linienführung. Bestimmung der Knickpunkte im Längenprofil, Anordnung von Verschiebungen zum besseren Massenausgleich, Kontrolle der Massendisposition; Bestimmung der Kunstbauten, der Durchlaßkaliber, der Ausweich- und Kehrplätze, Berechnung der Einheitspreise und Verfassung des technischen Berichtes. Große Kunstbauten werden Bauingenieuren zur Berechnung übergeben.

Die Kurvenelemente zur Absteckung der Kurven-Haupt- und -Zwischenpunkte werden im Büro berechnet und auf dem Situationsplan notiert und bei der Bauabsteckung ins Terrain übertragen. Ergab die Projektierung größere Verschiebungen, wird die Bauabsteckung vom Forstingenieur oder Zeichner vorgenommen. Es werden dabei nicht die neuen Achspunkte verpflockt, sondern direkt die Versicherungspunkte. Diese werden nivelliert und aus Terrainhöhe und Projekthöhe die Kotendifferenz des Versicherungspunktes bestimmt.

2. Begrenzung der Genauigkeit

Uebertriebene Genauigkeit verursacht große Mehrarbeit bei der Absteckung und vor allem bei der Projektausarbeitung und täuscht eine Genauigkeit der Berechnung vor, die der Wirklichkeit im Terrain nicht entspricht und bei der Bauausführung nie eingehalten wird.

Es genügen folgende Meßgenauigkeiten:

- Für Zwischendistanzen: ganze Dezimeter auf- und abgerundet.
- Für das Nivellement: Zentimeter auf- und abgerundet.
- Für die Winkelmessung: halbe Grade.
- Für Längen und Höhen im Querprofil: ganze Dezimeter auf- und abgerundet.
- Bei der Massenberechnung genügt die Berechnung auf ganze Kubikmeter.

3. Vereinfachte Planausarbeitung

Bei der Ausarbeitung der Pläne sollte auf alles verzichtet werden, was nicht für die Berechnung des Projektes benötigt wird.

Der Situationsplan muß enthalten: Polygonzug mit Punktnumerierung, definitive Wegachse mit eingeschriebenem Gefälle und Ausrundungsdistanzen sowie die Kurvenelemente.

Durchlässe, Mauern und Kunstbauten sind mit Signaturen darzustellen. Diese vereinfachte Ausführung sollte für forstliche Projekte die Regel bilden. Die Einzeichnung der Wegbreiten und Böschungen sollte nur verlangt werden in der Nähe von Gebäuden und in stark parzelliertem Wald oder in offenem Kulturland.

Für größere Kunstbauten und komplizierte Abzweigungen müssen Detailpläne in einem Maßstab größer als 1 : 1000 erstellt werden.

Die Massen- und Längenprofilberechnung erfolgt im gleichen Formular auf Pauspapier. In der zeichnerischen Darstellung des Längenprofils können deshalb die Zahlen weggelassen werden. Nebst Punktnumerierung und Gefälle mit Ausrundungsdistanzen enthält die Zeichnung nur noch die Durchlässe, Mauern und Kunstbauten in Form von Signaturen.

Die Querprofile sind wie üblich mit Terrainlinie, Felslinie, Wegprofil, Kotendifferenz und Profilnummern auszuführen.

In einfachen Verhältnissen kann auf einzelne Pläne verzichtet werden. Bei subventionierten Projekten ist mit dem zuständigen eidgenössischen Forstinspektor zu vereinbaren, wie weit auf Planunterlagen verzichtet werden kann.

4. Ergebnisse der Aussprache

a) Der Materialabtrag mit Maschinen

Der Einsatz von Maschinen für den Materialabtrag im Straßenbau erlaubt unbestreitbar eine schnellere und billigere Ausführung. Diese Regel gilt aber nicht allgemein und muß von Fall zu Fall überprüft werden. So kann zum Beispiel der maschinelle Aushub in weichem Terrain nicht in allen Fällen empfohlen werden und ist auch nicht vorteilhaft, wo die zu bewegenden Massen klein sind. Im steilen Gelände verlangt die Verwendung von Maschinen eine sehr sorgfältige Arbeit, damit nicht große Schäden an den Wäldern verursacht werden. Das Aushubmaterial kann dort nicht einfach talwärts geworfen werden. Außerdem ist in Gebirgsverhältnissen die Straßenbreite wichtig, die nicht vom maschinellen Materialabtrag abhängig gemacht werden soll. Sehr wichtig für die Ausführung des mechanischen Erdabbaues ist die klare Markierung der Straßenränder und die Versicherung der Achse außerhalb der Baulinie. Sofern nicht ganz tüchtige Maschinenführer zur Verfügung stehen, ist zu empfehlen, die Böschungen von Hand auszuführen.

Die Kosten, die nach den Angaben des Referenten Ing. de Kalbermatten im einzelnen sehr tief sind, darf man nicht verallgemeinern; sie gelten für die Bauplätze im Wallis und hängen von speziellen Faktoren ab.

Die Verwendung von Maschinen hat in letzter Zeit stark Fuß gefaßt im Forststraßenbau. Es drängt sich daher die Notwendigkeit auf, praktische Kurse durchzuführen über ihren rationellen und vorteilhaften Einsatz.

b) Verfestigung der Straßenfahrbahn

Hier befinden wir uns an einem wichtigen Wendepunkt, wo moderne und rationelle Methoden bezüglich der Straßenbeläge gesucht werden, die für die Forststraßen geeignet sind. Dies will nicht heißen, daß in jedem Falle vom klassischen, von Hand gelegten Steinbett abgegangen werden soll, aber man wird versuchen, den Unterbau zu stabilisieren und den Oberbau zu verdichten oder mit neuartigen Mitteln so zu verfestigen, daß die Straße leichter in gutem Zustand erhalten werden kann. Die Stabilisierung verlangt ein genaues Studium der Korngrößenzusammensetzung und der inneren Bindungskraft der verschiedenen Böden.

Die Entwicklung dieser neuen Methoden schreitet weiter, und ein spezielles Laboratorium zu deren Studium, dessen Schaffung an der Forstschule in Zürich geplant ist, wird dazu neue Impulse geben.

Es ist wünschenswert, daß diese Entwicklung in der Straßenbautechnik weiter verfolgt wird; es wurde der Antrag gestellt, daß das Forstpersonal auf dem laufenden gehalten werden soll, nicht nur durch die Herausgabe von Richtlinien, sondern auch mittels Durchführung von praktischen Kursen.

c) Projektierung

Die Frage der Vereinfachung der Projektierung wurde ebenfalls behandelt, ohne daß sich dabei die Zweckmäßigkeit wesentlicher Aenderungen ergeben hätte.

Eine einfache Jeepstraße, die ganz ins Terrain hineinverlegt wird und diesem sich genau anpaßt, die mit wenig Kunstbauten versehen ist, die wenig mehr als ein breiter Saumweg darstellt und zudem mit bescheidenen Kosten erstellt wird, kann verständlicherweise auch gebaut werden auf Grund einer Nullinie, die mit dem Gefällsmesser abgesteckt wurde. Sobald es sich aber um eine wirkliche Forststraße handelt, die mit dem Lastwagen befahrbar sein soll, die Kunstbauten in größerer Zahl aufweist und für welche ein detaillierter Kostenvoranschlag und eine Massenberechnung notwendig sind, brauchen wir unbedingt ein komplettes Detailprojekt. Dieses muß mit der bisherigen Genauigkeit ausgearbeitet werden und verlangt vor allem gründliche Studien auf dem Terrain. Die Ausarbeitung solcher Projekte kann freierwerbenden Ingenieuren oder Technikern übertragen werden; in keinem Fall dürfen aber die Richtlinien des obern Forstpersonals und die Zusammenarbeit mit ihm fehlen.

Es ist allgemein bekannt, welche Wichtigkeit einem zuverlässigen Kostenvoranschlag und welcher Wert einer genauen Massenberechnung zukommen; sie bilden die Basis für die Offerten der Unternehmer. Diese Basis aber kann man einzig und allein erhalten durch ein gut studiertes und vollständiges Detailprojekt.

In der Diskussion wurde ebenfalls hervorgehoben, daß während des Baues, wenn die Achse bereits verpflockt ist und die Lattenprofile gestellt sind, noch Aenderungen am Projekt erfolgen können. Der vom Referenten Ing. Staudenmann gemachte Vorschlag, das Längenprofil zu vereinfachen, indem man die Maßtabellen wegläßt, bringt eher Nachteile als Vorteile.

Es muß somit der Schluß gezogen werden, daß Einsparungen bei der Projektierung zu keinen wirklichen Kostensenkungen führen.

(*C. Grandi* und *F. Borel*)

MITTEILUNGEN - COMMUNICATIONS

Über einen für die Alpen neuen Pinus-Schädling

Von *Emil Müller* und *Giovanni Bazzigher*

Institut für Spezielle Botanik der ETH und Eidg. Forstliche Versuchsanstalt, Zürich

Die nach der Schneeschmelze von einem dunklen Filz überzogenen Koniferenbestände und die damit verbundenen Absterbeerscheinungen sind dem Förster in Berglagen längst kein Rätsel mehr. Er weiß, daß es sich um einen