

# Nationalstrassen und Wald: die Auswirkungen von Autobahnen auf die Lebensgemeinschaft Wald und auf die Waldbewirtschaftung

Autor(en): **Küchli, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 22

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74505>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Nationalstrassen und Wald

### Die Auswirkungen von Autobahnen auf die Lebensgemeinschaft Wald und auf die Waldbewirtschaftung

Von Christian Kächli, Biel

Anfang April fand in Bern die Generalversammlung der *SIA-Fachgruppe der Forstingenieure* statt. Die anschliessend von Oberförster *Bernhard Wyss* geleitete Begehung mit dem Thema «Auswirkungen der Autobahn auf den stadtnahen Bremgartenwald» gibt Anlass zu diesem allgemeiner gehaltenen Beitrag.

Biologisch gesehen sind *Autobahnen* durch die Landschaft gezogene, *beinahe sterile Bänder*, die Lebensräume vor allem von Tieren durchtrennen und aufteilen. Wo das Band aus Drahtzaun, Beton und Leitplanken den Wald durchschneidet, werden auch die Bäume in Mitleidenschaft gezogen.

#### Wind, Sonnenbrand und Schneedruck

Der organisch gewachsene *Waldmantel*, meist ein vertikal gut abgestufter Saum aus vielen Strauch- und Baumarten, bildet sozusagen die *schützende Haut* des Waldes. Wind wird durch die vielen federnden Zweige und Äste, die eine besonders starke Turbulenz der Luft hervorrufen, abgebremst. Die Stämme des weiter innen beginnenden Hochwaldes sind vor übermässiger Sonneneinstrahlung geschützt.

Wird der Waldmantel oder gar geschlossener Wald durch breite Schneisen aufgerissen, treten in exponierten Lagen und in gefährdeten Beständen mit Sicherheit Schäden durch Wind, Sonnenbrand oder Schneedruck auf. Vorerst manifestieren sich diese Schäden nur am frisch geschaffenen, aber für die neuen Bedingungen nicht konditionierten Waldrand. Mit der Zeit fressen sie sich jedoch unaufhaltsam in die angrenzenden Waldungen hinein. Weil immer wieder die gleiche Situation des neuen, unvorbereiteten Waldrandes entsteht, gibt es keine sicheren Massnahmen, um das Zerstörungswerk aufzuhalten.

Kronen von Bäumen, die Seite an Seite mit anderen inmitten des Waldes aufgewachsen sind, umfassen noch etwa den obersten Drittel der Stammachse. Wind, der in die Schneise greift, fasst so weit oben mit günstigem Hebel an und

bringt den Baum leicht zu Fall. Vielerorts führen Autobahnen im Mittelland durch *Fichtenwälder*, die um die Jahrhundertwende gepflanzt wurden. Die Fichte bildet einen flachen Wurzelteller und schiebt keine stärkeren Wurzeln in tiefere Erdschichten, wie viele Laubbäume oder die Weisstanne und die Föhre. Sie ist daher besonders windwurfgefährdet. An der *N1 zwischen Thalwil und Horgen* wurden exponierte Fichten geköpft, einige Meter kürzer gemacht, um diese Gefahr herabzusetzen.

Zusätzlich mit Schnee belastete Kronen (70–90jährige Fichtenbestände können bei einer Freilandschneehöhe von 90 cm 630 Tonnen Schnee je Hektare tragen) gefährden den Baum in erhöhtem Masse: Wird die schwere Krone nur leicht vom Wind bewegt, fällt der Baum oder knickt ab. Randbäume sind solche Belastungen gewohnt, plötzlich freigestellte aber extrem gefährdet.

Zuvor von den Baumnachbarn sorgfältig beschirmte Stämme ertragen die mit einem Male stark einstrahlende Sonne schlecht. Vor allem an dünnrindigen Baumarten wie Fichte und Buche tritt Sonnenbrand auf. Besonders gefährdet sind alte, nach Südwesten exponierte Bäume. *Ursache des Sonnenbrands* ist primär eine *extreme Erwärmung der Kambiumschicht* (aus dieser unmittelbar unter der Rinde liegenden Zellschicht sind sämtliche Rinden- und Holzzellen hervorgegangen) *durch direkte Sonneneinstrahlung*. Sonnenbrand macht sich durch einseitiges, grossflächiges Absterben der Rinde bemerkbar, die bald aufreiss und abzublätern beginnt. Um Bäume davor zu schützen, werden sie mit einer weissen Kalkkaseinmischung angestrichen.

#### Zerschnittene Lebensräume der Tiere

Wald besteht nicht nur aus Bäumen und Sträuchern. Wald wird auch von Wildtieren belebt. Und diese sind nicht nur Garnitur, sondern tragen das ihre zum Funktionieren der Lebensgemeinschaft Wald bei. Tiere können bei der



*Sonnenbrand an Fichte. Er macht sich hier durch das grossflächige Absterben der Rinde bemerkbar. Weil das Holz nicht mehr genügend geschützt ist, kommt es häufig zu Pilzinfektionen.*

Samenverteilung eine wichtige Rolle spielen, sowohl der Baumsamen wie auch der Pilzsporen. Mykorrhizapilze zum Beispiel, die in Symbiose mit den Baumwurzeln leben und für die Bäume als Helfer bei der Wasser- und Nährstoffaufnahme von höchster Bedeutung sind, werden von den verschiedensten Tierarten von der Maus bis zum Reh verbreitet.

Autobahnen durchschneiden die Lebensräume der Tiere und stellen für diese besonders schwere Hindernisse dar, die sie jedoch gleichwohl zu überwinden versuchen. Auf Autobahnen des Kantons Bern zählte man im Jahre 1978 insgesamt 321 Stück Fallwild, darunter 8 Rehe, 47 Hasen, 11 Dachse und 76 Raubvögel.

In den Jahren 1963 und 1964 ereigneten sich an der *N13 zwischen Landquart und Chur* an der gleichen Stelle 20 Wildunfälle. Die Stelle trägt den Flurnamen «Öpfelwuor» (Apfelwuhr), und dort befindet sich eine *Übergangsstelle des Wildes über den Rhein*. Die Wiese auf der anderen Seite, der linken, trägt den Flurnamen «Hirschau». Mitte des letzten Jahrhunderts war das *Hirschwild* in der Schweiz praktisch ausgerottet. Erst nach dem Erlass der Jagdgesetzgebung von 1875 konnten sich die Hirschbestände wieder erholen. In die schweizerischen Ostalpen wanderten vor allem Hirsche aus dem österreichischen Montafon ein. Sie zogen über den Rätikon nach Seewis, von dort an den Rhein und überquerten ihn bei der Öpfelwuor. Über die Hirschau zogen sie weiter Richtung Calfeisental. Die *N13* durchschneidet also einen uralten Wildwechsel.

Autobahnen durchschneiden *nicht nur Wechsel, sondern auch Lebensräume des Wildes*, besonders wo sie entlang von Waldrändern verlaufen. Hier werden Rückzugsraum («Deckung») und Äsungsgebiete zum Beispiel von *Rehen* durchtrennt. Die Tiere sind als Folge davon gezwungen, ihre Nahrung in stärkerer Masse im Walde aufzunehmen, was erhöhte Wildschäden an jungen Bäumen zur Folge hat.

Auch auf *Amphibienmassaker* wurde man erstmals an der N13 im Churer Rheintal aufmerksam. Die meisten Amphibienarten legen zwischen Sommerquartier, Überwinterungsort und Laichgewässer Strecken von wenigen Metern bis zu einigen Kilometern zurück. Vom Verkehrstod werden bei uns vor allem *Erdkröte (Bufo bufo)* und *Grasfrosch (Rana temporaria)* betroffen. Fatal wirken sich Strassen auf Amphibienpopulationen vor allem dort aus, wo ein Laichplatz von keiner Seite ungefährdet erreicht werden kann. Das ist dort der Fall, wo der Tümpel, der Weiher oder das Seeufer auf der einen Seite durch die Strasse, auf der anderen durch einen Fluss, grosse Wasserflächen oder Zivilisationswüste umrahmt ist. Wird die Wanderung über die Strasse nicht gelenkt, werden die Populationen in einem solchen Fall mit den Jahren ausgelöscht. Dies ist an vielen *Seeufern* der Schweiz bereits geschehen.

### Fehlende Planungsunterlagen

Über die Lebensräume der Wildfauna und -flora war beim Bau der meisten schweizerischen Autobahnen wenig bekannt, wie überhaupt die Schweiz ohne detaillierte landesweite Kartenwerke – etwa eine *pflanzensoziologische Kartierung* zur Eruiierung und Gewichtung seltener Pflanzengesellschaften und darauf aufbauend eine *Karte der Lebensräume* seltener und gefährdeter Tierarten – biologisch mehr oder weniger Terra inkognita ist. Es scheint daher nicht verwunderlich, dass einzelne Autobahnabschnitte wie die N6 Bern-Thun in den Jahren «des überstürzten wirtschaftlichen Wachstums» durch KLN-Gebiete (Inventar der zu erhaltenden Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung) wie die *Kleinhöchstettenau* gezogen wurden.

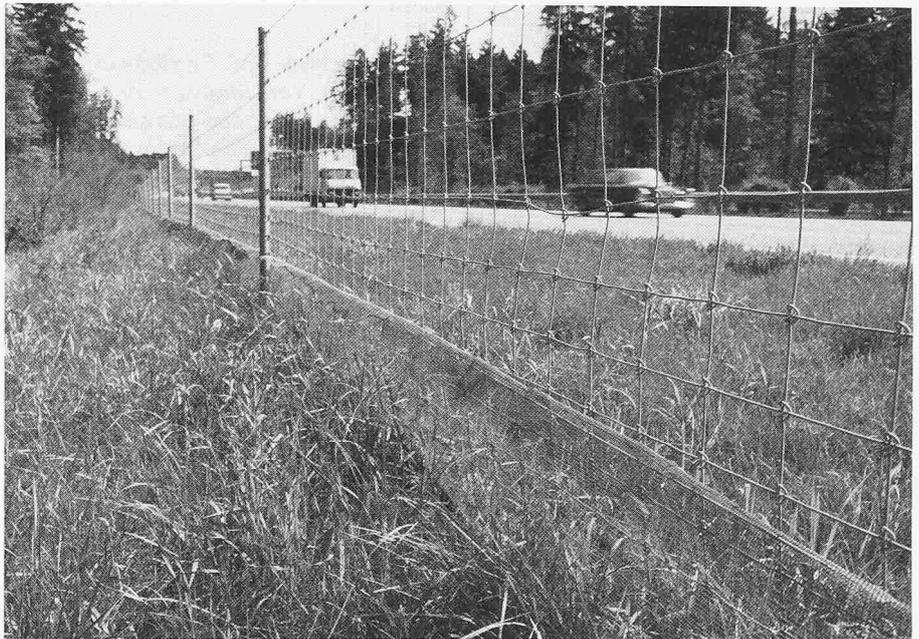
In *Bayern* zum Beispiel bestehen an solchen Planungsunterlagen Inventare eingerichteter und vor allem geplanter Nationalparks, eine *Biotopkartierung* Bayern und eine *Waldfunktionskartierung* Bayern, in der Wälder von besonderer Bedeutung verzeichnet sind.

### Giftige Gase

Pflanzen reagieren auf bestimmte Abgase empfindlicher als der Mensch, so etwa auf Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), das von Dieselmotoren ausgespuckt wird. An pflanzengiftigen Gasen stossen die Autoauspuffe ausserdem nitrose Gase (NO<sub>x</sub>), Aethylen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) sowie unverbrannten Treibstoff (Kohlenwasserstoffe) aus. Unter dem Einfluss der Sonnenstrahlung können die nitrosen Gase (oder Stickoxide) sogenannte *photochemische Reaktionen* mit dem Luftsauerstoff eingehen. Die entstehenden «Oxydantien» verursachen vor allem Pflan-

zenschäden durch den berühmten *Smog*, der auch in der Schweiz in den letzten Jahren (allerdings über Agglomerationen) vermehrt nachweisbar ist. Der Ausstoss an Stickoxiden hat sich von 1970 bis 1975 um 70 Prozent erhöht.

Die verschiedenen von den Motorfahrzeugen ausgestossenen Gase wirken zusammen synergistisch giftig auf die Pflanze. Besonders empfindlich reagieren die immergrünen Nadelbäume – Fichte, Föhre und Weisstanne –, denn sie wechseln ihr Nadelkleid nicht jeden Herbst, sondern erst im Laufe der Jahre, Nadel um Nadel. Eine Fichtenna-



Zäune trennen einst zusammenhängende Lebensräume auf. Während die grossmaschigen Gitter vor allem Schalenwild aufhalten sollen, verhindern die engmaschigen den Übertritt von Amphibien und Kleinsäuern. Allerdings sind diese Vorkehrungen häufig ungenügend, denn immer wieder kommt es zu Kollisionen zwischen Auto und Tier



Wird geschlossener Wald aufgerissen, treten leicht Windwurfschäden auf. Mit der Zeit fressen sie sich unaufhaltsam in die angrenzenden Waldungen hinein

del, die drei und mehr Jahre am Baum bleibt, nimmt in dieser Zeit wesentlich mehr Schadstoffe auf als einjährige landwirtschaftliche Kulturpflanzen.

Allerdings sind Schäden durch Luftverschmutzungen nicht immer offensichtlich, sondern bleiben oft *verborgen* und *ohne typische Merkmale* (latente Schädigung). *Theodor Keller* von der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Birmensdorf hat nachgewiesen, dass ein Baum bereits geschädigt sein kann, wenn seinem Äusseren noch überhaupt nichts anzusehen ist. Schon bei geringen Schadstoffkonzentrationen laufen die Photosynthesevorgänge gehemmt ab. Ausserdem setzen im Baum Entgiftungsvorgänge ein, bei denen das Entgiftungsenzym *Peroxidase* aktiviert wird. In einem Versuch an verschiedenen Strassen in und um Zürich konnte deutlich gezeigt werden, dass in erbgleichen Pflanzen die Peroxidaseaktivität mit zunehmender Distanz von der Strasse abnahm. Untersuchungen zur Abklärung dieser Erscheinungen an Autobahnen sind geplant.

Weil ein latent geschädigter Baum weniger Stärke produziert, die Entgiftungstoffbildung aber noch zusätzliche Kraft kostet, wird er geschwächt. In diesem Zustand ist er nicht nur anfälliger auf Pilz- und Insektenbefall, sondern reagiert auch frostempfindlicher. Da zudem weniger Zellen gebildet werden, fallen die Jahrringe schmaler aus. Die Wände der spät im Jahr gebildeten Zellen sind oftmals nur noch dünn. Schadgase können also eine drastische Drosselung der Holzproduktion im Walde bewirken, selbst dort, wo keine sichtbaren Symptome auftreten.

*Aethylen* besitzt hormonale Wirkung und funktioniert als Wuchsregulator, der auch bei der Fruchtreifung eine wichtige Rolle spielt. Als Abgas ausgestossen, kann *Aethylen* daher Störungen des Wachstums und des Blühens hervorrufen.

## Blei und Salz

Im Jahre 1970 wurden in der Schweiz schätzungsweise 1000 Tonnen Blei durch die Autoauspuffe in Form feinsten Partikel ausgestossen. Blei hemmt in Pflanzen gewisse Stoffwechselfvorgänge. Aber weit giftiger ist es für Mensch und Tier. Im menschlichen Körper wird Blei in den Nervenzellen irreversibel festgehalten und stört dort die Signalübertragung von einem Nerv zum anderen.

Blei wird gleich wie der *Pneubtrieb*, der *Asphalttrieb* und die *Asbestteilchen*

der Bremsbeläge durch Wald- oder Heckenstreifen zum Teil ausgefiltert.

Weil die Windbewegungen über den Holzgewächsen turbulent verlaufen, abgebremst werden, vermögen sich Staub und Abrieb abzusetzen und bleiben an den fein behaarten Blättern und Nadeln hängen. Zum Teil wäscht der Regen den Staub aus, und der Rest gelangt im Herbst mit dem fallenden Blatt zu Boden. Ob das Blei von dort ins Grundwasser gelangen kann, ist noch nicht abgeklärt. Allerdings scheint die Gefahr nach *Theodor Keller* relativ gering zu sein, weil sich das Metall in unseren relativ kalkreichen Böden als Bleikarbonat nur schwer bewegen kann.

Um bei Schnee und Eisglätte einen reibungslosen Verkehrsfluss zu garantieren, kommen in der Schweiz jährlich über 100 000 Tonnen Streusalz (im wesentlichen Natriumchlorid) zum Einsatz, ein guter Teil davon auf Autobahnen. Salzhaltige Gischt wird mehrere Meter in den Wald geschleudert. Nach deutschen Untersuchungen kann die jährliche Salzzufuhr in einem 5 m breiten Streifen 1 kg je Quadratmeter und mehr betragen. Im Boden verdrängen die im Überfluss vorhandenen Natriumionen die Kalzium- und Kaliumionen, wichtige Pflanzennährstoffe, und heften sich an deren Stelle an die Bodenteilchen. Der Boden wird nährstoffärmer, weil die abgelösten Nähr-Ionen in tiefere Bodenschichten gewaschen werden. Die Natriumionen ihrerseits umlagern sich mit Wassermolekülen, die Platz brauchen und den Boden zusammenpressen, ihn verdichten. Sowohl die Durchlüftung wie die Wasserbewegung werden dadurch im Boden gehemmt. Bei Trockenheit leidet der Baum darum viel eher an Wassermangel als im gleichen, nicht versalzten Boden.

Streusalz wird nicht im bisher vermuteten Ausmass aus dem Boden gewaschen, sondern häuft sich mit der Zeit darin an. Natrium- und Chloridionen gelangen auch in den Baum, wo sie in frisch austreibenden Blättern das Ionengleichgewicht der Zellen stören. Die Blätter verfärben sich gleich nach dem Austreiben und fallen ab. Auf diese Weise bleiben die Natrium- und Chloridionen im Kreislauf. Wo sich im Boden in einigen Dezimetern Tiefe undurchlässige, tonreiche Stauschichten befinden, kann durchgesickertes Salzwasser auch horizontal verfrachtet werden. In Quellgebieten kann es wieder auftauchen und dort – wie in Deutschland beobachtet wurde – zu auf den ersten Blick schwer erklärbareren Baumsterben führen.

## Die Fachgruppe der Forstingenieure (FGF)

Die Fachgruppe der Forstingenieure (FGF) wurde im Jahre 1958 in einer Zeit gegründet, in der die Beschäftigung der Forstingenieure ein grosses Problem darstellte und deren Honorierung ihren Leistungen nicht entsprach. Bereits vor der Gründung der Fachgruppe hatte eine Honorarkommission mit der Ausarbeitung von eigenen Tarifbestimmungen für Forstingenieure begonnen und entsprechende Lohnverhandlungen geführt.

Nebst der Vertretung der Interessen des Forstingenieurs hat sich die FGF auch von Anfang an mit fachlichen Problemen beschäftigt, was zu vorübergehenden Spannungen mit dem Schweizerischen Forstverein (SFV) führte. Folgende Aufgabenteilung hat sich aber bald abgezeichnet: in der FGF die fachlichen und berufspolitischen Anliegen der Forstingenieure, im SFV die Forstpolitik. So hat sich die FGF oft für die *Weiterbildung* der Forstingenieure eingesetzt (Raumplanungs- und Führungskurse usw.). Andere aktuelle Themen ihrer Tätigkeit sind:

- Studienplanreform
- Revision der Honorarordnung
- UEF-Seminar (UEF = Union Europäischer Forstberufsverbände)
- Stelleninformation für Forstingenieure
- Seminar «Wald und Gesellschaft» (zus. mit SFV)
- Weiterbildungskurse für freierwerbende Forstingenieure.

Eines der grössten Anliegen heute ist wie zur Gründungszeit die prekäre Beschäftigungslage der jungen Forstingenieure. Die FGF will wie dazumal ihren Beitrag zur Bewältigung dieser Situation leisten.

Ruedi Stahel, Forsting. ETH/SIA

## Lärm

Selbstverständlich haben Autobahnen auch auf die Menschen – nicht gerade als Waldbewohner, aber doch als Waldbenutzer – ihre Wirkung. Beschleunigte Industrialisierung und Motorisierung, die Steigerung von Lärm und Unruhe und die verstärkte Verschmutzung von Luft und Wasser brachten dem Wald noch grössere, unersetzliche Bedeutung. Nicht nur ist Wald in der Lage, den Wasserhaushalt unserer Gewässer zu regulieren, Grundwasser und Quellen vor Verunreinigungen zu schützen und aus der Luft Staub zu filtern. Er ist auch der Ort, wo sich der Mensch heute noch erholen kann, wo seine Seele, sein Körper und sein Geist aufleben.

Mit der Autobahn gelangt ein Stück der Welt in den Wald, welcher der Mensch eben dort auszuweichen versucht hat. Auch wenn der zerstörte Wald in Form

von *Ersatzaufforstungen* wieder geschaffen wird, können seine Wirkungen nicht ersetzt werden. Und zum Aufbau eines Ersatzwaldes braucht es sehr viel Zeit, oft über ein Jahrhundert.

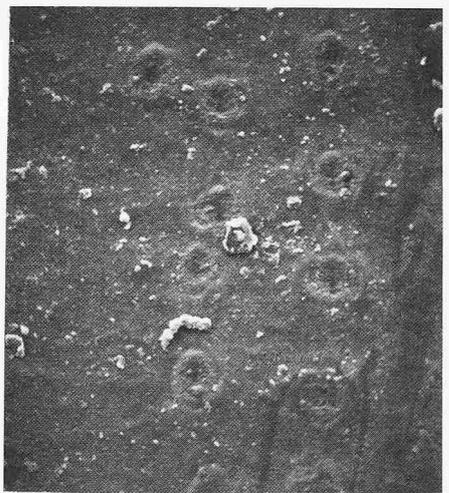
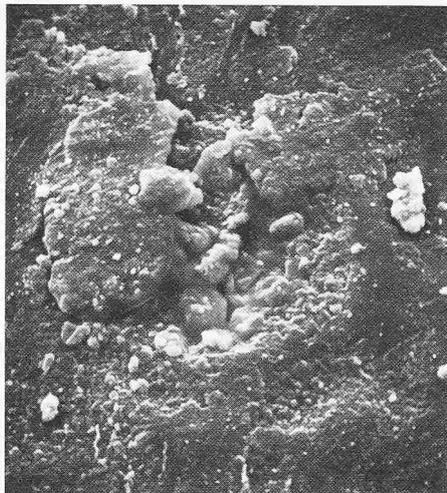
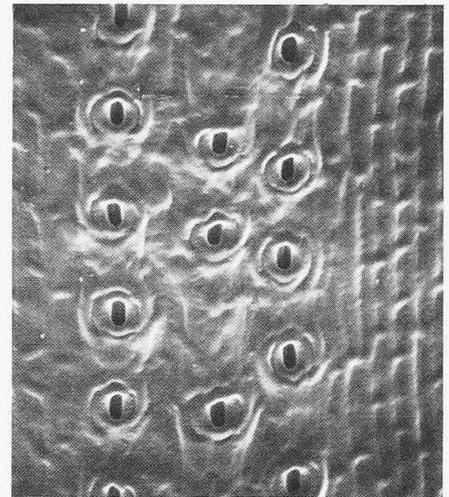
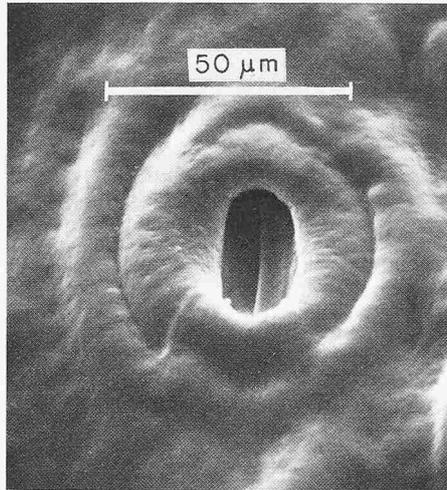
### Veränderte Erschliessungsverhältnisse und Wirtschaftsziele

Der Bau von Autobahnen und die Gewährleistung ihres Betriebs führen in den angrenzenden Wäldern oft zu Veränderungen in der Bewirtschaftung. Grosse und zusammenhängende Waldkomplexe werden zerschnitten, wodurch kleinere und weniger rationell nutzbare Waldparzellen entstehen. Die Ersatzaufforstungen liegen zum Teil abgelegen oder werden an andere Waldeigentümer übergeben. Verschlechterte Betriebsstruktur und langjährige Ertragsminderungen sind die Folge.

Im Wald wird nicht nur Holz produziert, sondern auch *gefällt* und *transportiert*. Die Walderschliessung erfährt durch den Autobahnbau wesentliche Veränderungen. Ganze Waldteile werden abgeschnitten und müssen neu erschlossen werden. Traversiert die Autobahn steile, bewaldete Hänge oder liegt sie an deren Fuss, können einzelne Holztransportmittel – Seilanlagen zum Beispiel – nicht mehr oder nur noch beschränkt eingesetzt werden. Wenigstens bergseits der Autobahn drängt sich in der Regel die Erstellung eines Bewirtschaftungsweges auf.

Manche Wälder erhalten durch das Vorhandensein von Autobahnen *spezielle Schutzaufgaben*. Diese neue Situation kann zu Änderungen des Wirtschaftsziels führen, was häufig mit einer Verteuerung der Pflegemassnahmen verbunden ist. Weiter wirtschaftlich ins Gewicht fallende Inkonvenienzen ergeben sich aus grösseren Transportdistanzen für das Holz, Mehraufwänden an Verwaltung und Aussenarbeit und aus den Strukturschäden im Bestandesaufbau und der Bestandesentwicklung.

Adresse des Verfassers: Ch. Küchli, Forsting, ETH, Kanalstrasse 1, 2502 Biel



Oberfläche einer Fichtennadel unter dem Rasterelektronenmikroskop. Oben wurde sie mit Chloroform von Schmutz und Wachs gewaschen. Die Spaltöffnungen sind deutlich zu sehen. Unten tritt drastisch in Erscheinung, wie stark die Verschmutzung unmittelbar am Strassenrand ist: Die Spaltöffnungen sind vollkommen verklebt (REM-Aufnahme: D. Metzger, Pflanzenbiologie, Universität Zürich)

#### Literaturauswahl

Arbeitsgruppe für forstliche Bewirtschaftungs- und Haftpflichtprobleme im Bereich von Nationalstrassen (1973): «Wald und Verkehrsanlagen». Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf

Grossenbacher, K. (1981): «Amphibien und Verkehr». Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern. Publikation Nr. 1

Keller, Th. (1972): «Auswirkungen

der Motorfahrzeuggase auf die Vegetation. Eine Literaturübersicht». Schweiz. Zschr. Forstw., Jg. 123, S. 372–381

Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen (1966): «Die Tiere und die Strasse. Flugblatt». Serie II, Nr. 5

Schemel, H.-J. (1979): «Umweltverträglichkeit von Fernstrassen – ein Konzept zur Ermittlung des Raumwiderstandes». Landschaft und Stadt II (2), S. 81–90