

## Autobahn-Auftausalze und ihre Wirkungen auf Böden und Pflanzen in England

J. R. Thompson

Verges and central reserves are not only an integral part of the landscaping of motorways; they also offer considerable potential as linear nature reserves.

The value of such areas for wildlife depends greatly on the plants which are used and it is very important that these are able to withstand the difficult environmental conditions of motorways. Exhaust gasses, dusts and lead may impair growth close to the carriageways at traffic densities in excess of about 60 000 vehicles per day. Elsewhere, the main problem in the U.K. is the use of de-icing salt, almost exclusively, sodium chloride. Details will be given of the rates of salt used, together with some comparison of rates in the FR Germany. The distribution of sodium in soils with respect to location, time of year, distance from the carriageways and the depth in the soil will be discussed before making brief reference to a model which relates the behaviour of sodium and chloride in soils to the amounts of salt applied, the rainfall and the potential evapotranspiration. Experiments will be described which investigate the effects of sodium chloride on shrubs normally used in British landscaping, employing similar concentrations to those previously found in motorway soils. These experiments have helped to identify those species which are resistant or sensitive to salt.

Despite a hostile environment, motorways in England are already providing useful reserves for wildlife. Many verges have now been invaded by unusual plants; certain insects have become locally abundant and there has been an increase in the numbers of birds of prey, a reflection of the large populations of small mammals.

*De-icing salts, British motorways, salt-resistant shrubs, salt effect prediction model, salt application experiments, linear nature reserves.*

### 1. Einführung

Eine der Gemeinsamkeiten der westeuropäischen Staaten ist der Bau nationaler Autobahnnetze. Das ausgedehnteste Autobahnssystem besitzt die Bundesrepublik Deutschland, doch haben andere Staaten wie z.B. England, die viel später mit dem Autobahnbau begonnen haben, inzwischen ebenfalls nennenswerte Netze. Für die Autobahntrassen und die begleitenden Grünstreifen sind beträchtliche Bodenflächen verwendet worden. Im Jahre 1974, als in England und Wales mehr als 1700 km Autobahnen vorhanden waren, nahmen die Grünstreifen eine Fläche von rund 6000 ha ein.

### 2. Autobahnen als Naturrefugien

Die zu den Autobahnen gehörenden Grundstücksflächen, insbesondere die Grünstreifen, können wertvolle Naturrefugien darstellen und sollten zu entsprechenden definierten Zwecken verwendet werden. Bis heute dienen die Grünstreifen hauptsächlich landschaftlichen Zwecken; sie werden gewöhnlich mit gemischtem Rasen angesät oder auch mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt. Die damit beabsichtigte Einbindung der Autobahn in die umgebende Landschaft ist mit unterschiedlichem Erfolg erreicht worden. Nach einigen Jahren werden die angesäten Gräser allmählich von wilden Pflanzenarten verdrängt, und auch Bäume und Sträucher siedeln sich spontan an. Dieser Prozeß führt zu einer Steigerung der Natürlichkeit der Grünstreifen in einem nicht vorhergesehenen Ausmaß.

Bekanntlich wird die Natur Westeuropas immer stärker durch das Verschwinden natürlicher Landschaften und Landschaftsteile bedroht, entweder als Folge des Städtebaues oder der landwirtschaftlichen Intensivierung. Deshalb können an den Autobahnen Pflanzen- und Tierarten leben, die in der intensiv genutzten Stadt- oder Agrarlandschaft keine Biotope mehr finden. Die Autobahn-Grünstreifen werden dadurch auch zu "Natur-Korridoren", die die ökologische Isolierung der Reste der Naturlandschaft vermindern und dadurch eine wichtige landschaftsökologische Rolle spielen.

Wenn wir die Möglichkeit akzeptieren, daß den Autobahnen ein "Naturwert" zukommt, müssen wir prüfen, wie dieser Wert optimiert werden könnte. Die Behandlung der Grünstreifen spielt dabei eine entscheidende Rolle. Sie umfaßt die folgenden Arbeitsvorgänge:

- a) Vorbereitung der Fläche,
- b) Auswahl der Pflanzen,
- c) Methodik und Ausführung der Bepflanzung,
- d) Unterhaltung und Pflege nach dem Säen bzw. Bepflanzen.

Von entscheidender Wichtigkeit ist es, daß die Autobahn-Grünstreifen nicht als eine Vermehrung städtischer Parks und Gärten aufgefaßt werden. Die Pflege, wie z.B. das Mähen der Grasflächen muß so ausgeführt werden, daß die Grünstreifen nicht wie einheitliche Parkrasen aussehen, sondern die Artenvielfalt erhöht wird. Auch sollten bei der Bepflanzung nur einheimische Arten verwendet werden. Nach SOUTHWOOD (1961) vermehrt sich die Anzahl der Insekten, die an und mit einer Pflanzenart leben, proportional zu der Zeit, in der diese am Standort vorkommt.

### 3. Standortsverhältnisse an Autobahnen

Das Wachstum der Pflanzen an Autobahnen ist keineswegs, wie man angesichts der Pflanz- und Pflegemaßnahmen meinen könnte, frei von Schwierigkeiten und Problemen. Tatsächlich ist in vielen Gebieten das Gegenteil der Fall, weil die "Autobahn-Umwelt" sehr ungünstig ist. Im Rahmen dieses Beitrages ist es nicht möglich, detailliert auf die einzelnen Wirkungen einzugehen, die die zahlreichen, verschiedenen Bestandteile der Autobahn-Umwelt auf die Pflanzen ausüben. COLWILL, THOMPSON, RIDOUT (1976) haben die Autobahn-Umwelt genau beschrieben. Ein besonders wichtiger Aspekt ist die Verwendung von Auftausalzen gegen Eis und Schnee während des Winters. Daher wird im folgenden die Wirkung der Auftausalze, die Gegenstand eines 6jährigen Forschungsprogrammes war, ausführlich behandelt.

### 4. Bodenbelastungen durch Auftausalz

Unsere Arbeit über die Wirkungen von Auftausalzen wurde durch den Vorschlag veranlaßt, die Mittelstreifen der Autobahnen in England mit Sträuchern zu bepflanzen, die als Blendschutz dienen sollen. Normalerweise sind die Mittelstreifen der englischen Autobahnen nur 4 m breit und z.Z. mit wenigen Ausnahmen nur mit Gras bestanden.

Tab. 1: Vergleich der verwendeten Salzmengen auf Autobahnen (in t je Spurkilometer) in der Bundesrepublik Deutschland und in England

Winter	Bundesrepublik Deutschland	England
1974-75	2.75	4.21
1975-76	3.74	3.65
1976-77	5.24	7.59
1977-78	5.91	6.68
1978-79	10.74	12.59

Nach allgemeiner Ansicht werden Sträucher auf den Mittelstreifen sehr wahrscheinlich durch Auftausalze geschädigt, wie zahlreiche Berichte aus Europa und Nordamerika besagen. In England werden große Mengen Auftausalz benutzt, was vielleicht etwas überraschend klingt, weil das englische Klima etwas milder als das der Bundesrepublik Deutschland ist. Tatsächlich sind die jährlich verwendeten Mengen in beiden Ländern ungefähr gleich (Tab. 1). In der Bundesrepublik gibt es zahlreiche Arbeiten über die Wirkungen von Auftausalzen auf die Vegetation, von denen hier die Veröffentlichungen von BUSCHBOM (1968), DIMITRI (1973), EVERS (1971), LEH (1971), RUGE (1971) und SAUER (1967) hervorgehoben seien. Unsere Arbeit mußte sich darauf konzentrieren, wie man die Ergebnisse dieser Untersuchungen auf die Verhältnisse in England anwenden könnte. Bei einer genaueren Betrachtung der verwendeten Salzmengen fiel auf, daß es beträchtliche Variationen gab - nicht nur von Jahr zu Jahr (Abb. 1), sondern auch von Gebiet zu Gebiet (Tab. 2). Die Bedeutung dieser Tatsache für die Belastung des Bodens war bisher ganz unbekannt.

Tab. 2: Vergleich der verwendeten Salzmengen (in t je Spurkilometer) auf Autobahnen in drei verschiedenen Gebieten Englands

Winter	Gebiet		
	A	B	C
1969-70	12.26	4.60	25.87
1975-76	3.97	0.16	7.76
1976-77	11.53	1.87	12.93

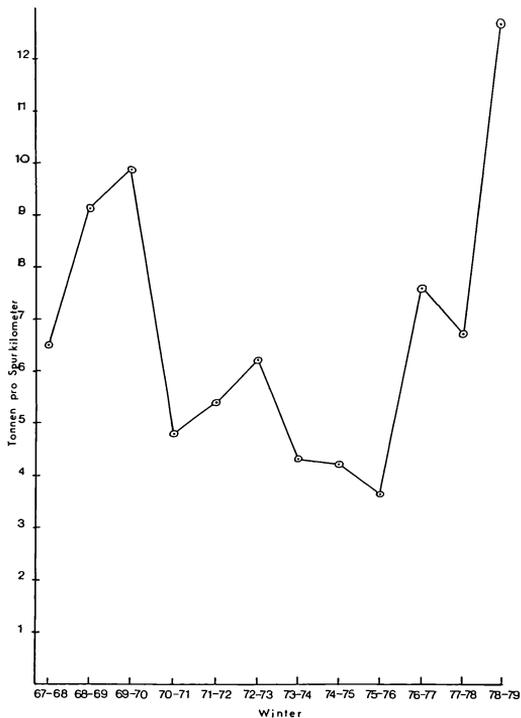


Abb. 1: Anwendungsmengen von Auftausalz (t/km) auf englischen Autobahnen in den Wintern 1967/68 - 1978/79

Auf den Mittelstreifen englischer Autobahnen wurden 60 Probenahmestellen eingerichtet, an denen von April 1974 bis Oktober 1976 alle 6 Monate Bodenproben entnommen wurden. Es zeigten sich sehr große Unterschiede im Natrium- und Chloridgehalt der obersten 5 cm des Bodens von Gebiet zu Gebiet. An 9 Probenahmestellen auf Mittelstreifen, deren Anordnung einen Ost-West-Querschnitt über die Pennines bzw. das nordenglische Hügel-land darstellten, wurden 3 Jahre lang jeden Monat Bodenproben der obersten 5 cm entnommen. Die Untersuchung des Natriumgehaltes zeigte, daß die monatliche Variation ganz erheblich sein konnte (Abb. 2). Im allgemeinen ergab sich eine Konzentrationssteigerung im März/April und eine Abnahme während des Sommers; die niedrigste Natrium-Konzentration wurde im Oktober erreicht. Es gab Anzeichen, daß während einer Periode geringer Regenfälle im Sommer die Auswaschung von Natrium reduziert wurde. Da die Niederschlagsmenge im Sommer gewöhnlich niedriger als die Verdunstung ist, kann man nur wenig Bewegung des Natriums durch das Bodenprofil - mit Ausnahme der obersten 5 cm - erwarten.

An einigen Probenahmestellen wurden Querschnitte über verschiedene Autobahnen bis zu 10 m von den seitlichen Standspuren entfernt untersucht (Abb. 3). Die Ergebnisse zeigten einen sehr hohen Gradienten sowohl in den Mittel- als auch in den Seitenstreifen. Überall waren die Natriumgehalte in den Mittelstreifen bedeutend höher als in den Seitenstreifen, wo sich mehr als 2 m von der Standspur entfernt kaum noch Salz nachweisen ließ. Die Untersuchungen zeigten, daß es in England viele Gebiete gibt, in denen wahrscheinlich keinerlei Schwierigkeiten mit Auftausalzen, nicht einmal auf den Mittelstreifen auftreten werden. Aber in einigen Gebieten im Norden und Osten Englands werden wahrscheinlich bedeutende Probleme im Winter zu bewältigen sein.

##### 5. Ein Modell zur Beschreibung und Voraussage der Salzbelastung des Bodens

Um das Verhalten von Natrium- und von Chlorid-Konzentrationen im Boden zu beschreiben und ihre Wirkung in einem bestimmten Winter vorauszusagen, wurde ein Modell entwickelt, das von den Methoden des Salzstreuens ausgeht. Das Auftausalz wird bei Glatteisgefahr oder starkem Schneefall auf die Autobahn-Fahrbahnen gestreut und gelangt dabei, zumeist als Sprühsalz, auf die Mittelstreifen. Der entsprechende Salzanteil wird durch einen Koeffizienten ausgedrückt. Das auf dem Mittelstreifen abgelagerte Salz wird vom Nettoregen, d.h. Regen minus Verdunstung, in und durch den Boden geschwemmt. Es besteht eine Beziehung mit zwei Sickerungs-Koeffizienten, nämlich einem für die oberflächennahe Bodenschicht und einem für den Unterboden. Für Natrium und für Chlorid

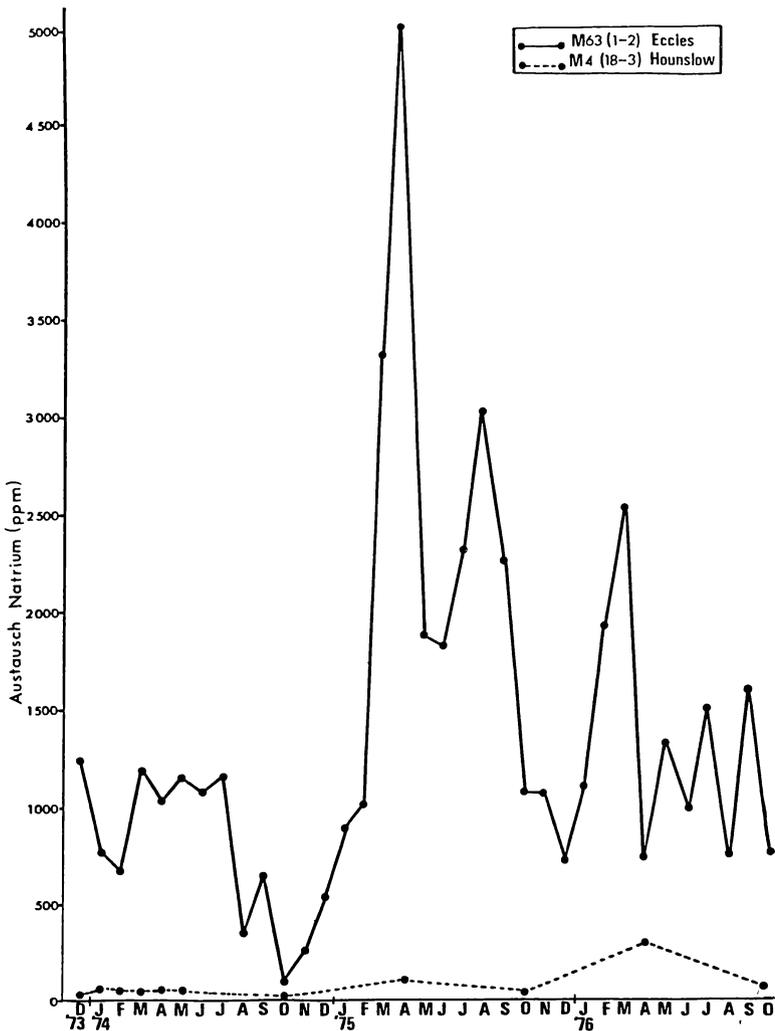


Abb. 2: Natrium-Konzentration (ppm Austausch-Na) in den Böden von Autobahn-Mittelstreifen (M 4 und M 63) in England von Dezember 1973 bis Oktober 1976

sind verschiedene Koeffizienten erforderlich, um deren unterschiedliches Verhalten im Boden zu berücksichtigen. Die Koeffizienten wurden aus Untersuchungsergebnissen an 8 Probenahmestellen abgeleitet. An einer bestimmten Stelle, wo Niederschlagsmenge, Verdunstung und monatliche Menge der verwendeten Auftausalze bekannt waren, stimmten die Berechnungen für Natrium ganz genau mit den Beobachtungen überein.

Die Anwendung des Modells ist nicht nur auf die Beschreibung der Wirkungen in den oberen Bodenschichten begrenzt. Auf Grund der Daten, die wir aus Untersuchungen vollständiger Bodenprofile gewannen, konnte das Modell die Verteilung von Natrium und Chlorid im Bodenprofil bis zu einer Tiefe von 50 cm erfolgreich simulieren. Der Hauptvorteil des Modells liegt darin, daß es die klimatischen Wirkungen auf Salzkonzentrationen im Boden berücksichtigt und Vorhersagen ermöglicht. Die Strenge eines Winters wird indirekt durch die insgesamt verwendete Menge Auftausalz gekennzeichnet, doch darf dabei der Winterregen nicht vergessen werden. Mit Hilfe des Modells wird eine quantitative Bestimmung der gegenläufigen Wirkungen großer Salzstreuungen und starker Winterregen auf die Salzkonzentration im Boden ermöglicht. Praktisch bedeutet dies, daß die Wirkung einer bestimmten Streusalzmenge im trockeneren Süden und Osten größer sein wird als im feuchteren Norden und Westen Englands.

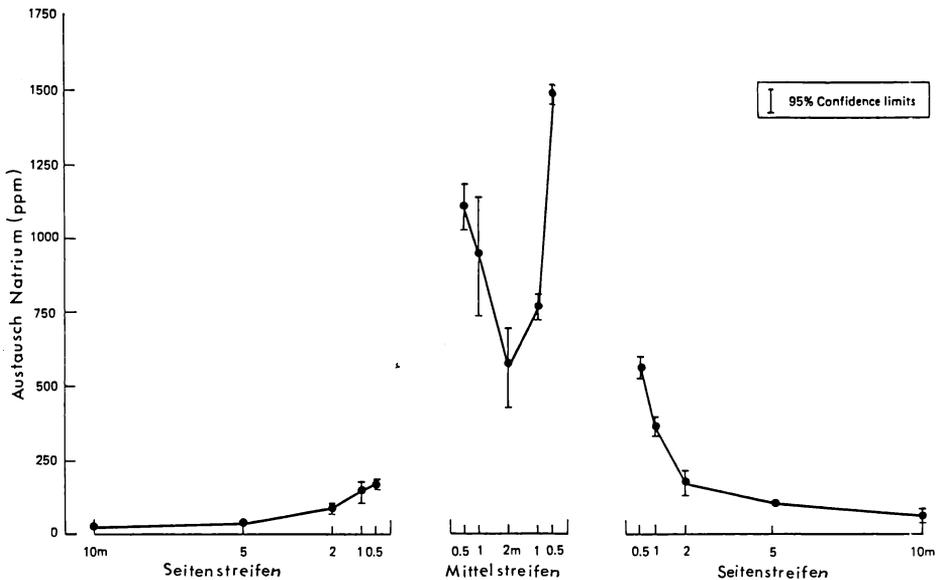


Abb. 3: Natrium-Konzentration (ppm Austausch-Na) in den Grünstreifen der Autobahn M 62 in England im April 1974

#### 6. Wirkungen von Auftausalzen bei Gefäßpflanzen-Versuchen

Die Fachliteratur enthält viele Berichte über die durch Auftausalze geschädigten Bäume und Sträucher an Straßen. SAUER (1967) berichtete über Schäden durch Sprühsalz an den oberirdischen Teilen von Bäumen und Sträuchern. RUGE, STACH (1968) behaupteten dagegen, daß die Belastung des Bodens durch Salze die Hauptursache des Rückganges der Hamburger Straßenbäume sei. Es ist anzunehmen, daß die Schadensursachen von Ort zu Ort und von Art zu Art verschieden sind. Daher war es erforderlich, die Salzwirkung auf bestimmte Arten durch sorgfältig kontrollierte Versuche zu bestimmen.

In einem größeren Forschungsvorhaben, das aus zwei Versuchsteilen bestand, wurden kürzlich die Einflüsse von Auftausalz auf das Wachstum einer ausgewählten Gruppe von Sträuchern ermittelt. Im ersten Versuchsteil wurden verschiedene Salzlösungen auf die oberirdischen Pflanzenteile gesprüht, im zweiten dagegen die Salzlösungen nur dem Boden zugeführt und die jeweiligen Wirkungen auf die gleichen Pflanzenarten bestimmt (THOMPSON et al. 1978). Es wurden solche Salzmengen bzw. -konzentrationen verwendet, wie sie den tatsächlichen Verhältnissen auf den britischen Autobahnen entsprechen. Sprühproben, die bei strengem Winterwetter von der Autobahnoberfläche erhalten wurden, wiesen Natrium-Konzentrationen von 500 bis 25 000 ppm auf. In einigen Bodenproben vom Mittelstreifen wurden Natrium-Konzentrationen bis 8 000 ppm gemessen.

Für die Versuche wurden 0.5 bis 1 m hohe Sträucher in große Kübel gepflanzt und im darauffolgenden Winter regelmäßig mit Salzlösungen behandelt. Die Sprühbehandlung umfaßte 5 verschiedene Salzkonzentrationen, nämlich 0, 1560, 3120, 6250 und 12 500 ppm, die bis zum völligen Durchnässen der Pflanzen aufgespritzt wurden. Die gleichen Konzentrationen wurden auch in den Boden der Gefäße gegeben, führten hier aber zu Akkumulationen. Die höchste Konzentration entsprach der Salzmenge im Boden der Mittelstreifen bei außergewöhnlich strengem Winterwetter. Die Versuchspflanzen wurden im Freien aufgestellt. Die Versuche begannen im Winter 1977/78. Wegen heftiger Regenfälle im Frühjahr 1978 wurde viel Salz ausgewaschen. Daher wurden die Versuche im Winter 1978/79 fortgesetzt, aber leider kam es im Frühjahr 1979 wiederum zu einer - wenn auch nicht ganz so starken - Auswaschung.

Einige Arten, insbesondere *Crataegus monogyna* wurden durch die beiden höchsten Salzkonzentrationen schwer geschädigt. Andere Arten wie z.B. *Hippophaë rhamnoides* blieben ohne Schaden. Es hatte den Anschein, daß die Wirkung von Streusalz ähnlich wie die Wirkung des Bodensalzes, aber weniger schädlich war. Inzwischen sind alle 900 Versuchspflanzen abgeschnitten und einer ausführlichen Analyse unterzogen worden. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle veröffentlicht.

Wenn das Bepflanzen der Autobahn-Grünstreifen mit Bäumen und Sträuchern wesentlich zur Bedeutung der Grünstreifen als Naturrefugien beiträgt, muß sichergestellt werden, daß die gepflanzten Arten nicht nur überleben, sondern auch tatsächlich gedeihen. Die Ergebnisse unserer Versuche erlauben es, die Salztoleranz verschiedener Sträucher mit Sicherheit zu bestimmen.

#### 7. Zum Beweis der wachsenden Bedeutung der Grünstreifen als Naturrefugien

In dieser Arbeit ist die Wirkung von Auftausalzen auf das Wachstum von Sträuchern hervorgehoben worden. Doch können andere Belastungsfaktoren wie Wind, Öl, Blei und Staub ebenfalls eine Rolle spielen. Trotzdem gibt es reichlich Beweise dafür, daß die Autobahn-Grünstreifen schon jetzt eine Bedeutung als Naturrefugien besitzen. Turmfalken (*Falco tinnunculus*) kommen häufig vor. An der Autobahn M 1 (London-Leeds) gibt es bereits Schlüsselblumen (*Primula vulgaris*, *P. veris*); in einigen Gebieten wächst das salzbeständige Gras *Puccinellia distans*; über mehrere Kilometer breiten sich *Senecio squalidus* und *Atriplex patula* auf den Seitenstreifen aus.

Insektenkolonien, insbesondere Raupen kommen in bestimmten Gebieten zahlreich vor und haben zu Schäden an Sträuchern geführt, z.B. wurde eine Buchenhecke von *Phalera bucephala*-Raupen abgefressen, und Weißdorn wurde von *Euproctis similis*-Raupen befallen. Auf dem Mittelstreifen der Autobahn M 4 (London-Cardiff) wurden Heuschrecken (*Chorthippus brunneus*) in großen Mengen gefunden. Die Ursachen für das Vorhandensein solcher großer Kolonien sind noch unbekannt und wahrscheinlich sehr kompliziert; vielleicht spielen erhöhte Stickstoffkonzentrationen in den Sträuchern eine Rolle. Diese könnten wiederum auf den Stickstoffgehalt ( $\text{NO}_x$ ) der Auspuffgase zurückgehen.

Die Autobahn M 6 (Lancaster-Carlisle) in einer Höhe von 350 m ü.d.M. und mit einer Salzanwendung von 25 t/km im Winter 1978/79, gab ein Beispiel für die Widerstandskraft der Natur gegenüber der ungünstigen Autobahnumwelt: Eine Maulwurf-Population hat sich im Mittelstreifen fest etabliert.

#### 8. Schlußbemerkung

Zusammenfassend sei festgestellt, daß die Autobahn-Grünstreifen bedeutende Möglichkeiten als Naturrefugien bieten, deren Wert durch die Bepflanzung von widerstandsfähigen Pflanzenarten gesteigert werden kann - besonders von solchen Arten, die unempfindlich gegen Auftausalze sind.

#### Danksagung

Mein besonderer Dank geht an die Herren Professor A.J. Rutter, P. Ridout und M. Glover für ihre Hilfe bei dieser im Imperial College ausgeführten Arbeit, an Frau A. Kirkaldy und Herrn F. Hoffman für ihre Hilfe bei der Übersetzung und an das Transport and Road Research Laboratory für die finanzielle Hilfe.

#### Literatur

- BUSCHBOM U., 1968: Salzresistenz oberirdischer Sproßteile von Holzgewächsen. I. Chlorideinwirkungen auf Sproßoberflächen. Flora B 157: 527-561.
- BUSCHBOM U., 1968: Salzresistenz oberirdischer Sproßteile von Holzgewächsen. II. Chlorideinwirkungen auf die Achsengewebe - Jahreslauf der Resistenz. Flora B 158: 129-158.
- COLWILL D.M., THOMPSON J.R., RIDOUT P.S., 1976: Studies of conditions for vegetation in the central reserves of motorways: a preliminary report. TRRL Suppl. Report 217UC. Crowthorne.
- DIMITRI L., 1973: Untersuchungen über die Salzverträglichkeit verschiedener Pappel- und Weidenarten sowie -klone unter Labor- und Freilandbedingungen. Eur. J. For. Path. 3: 24-38.
- EVERS F.H., 1971: Über Schäden in Fichtenbeständen durch abgeschwemmte Auftausalze. Forstw. Cbl. 90: 363-369.
- LEH H.O., 1971: Schäden an Straßenbäumen durch Auftausalze. Gesunde Pflanzen 23: 217-220.
- RUGE U., 1971: Erkennen und Verhindern von Auftausalz-Schäden an Straßenbäumen der Großstädte. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 23: 133-137.
- RUGE U., STACH W., 1968: Über die Schädigung von Straßenbäumen durch Auftausalze. Angew. Bot. 42: 69-77.
- SAUER G., 1967: Über Schäden an der Bepflanzung der Bundesfernstraßen durch Auftausalze. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 19: 81-87.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1961: The number of species of insects associated with various trees. J. Anim. Ecol. 30: 1-8.

THOMPSON J.R., RUTTER A.J., RIDOUT P.S., GLOVER M., 1978: The implications of the use of de-icing salt for motorway plantings in the U.K. In: (Ed. Colwill D.M., Thompson J.R., Rutter A.J.) The Impact of Road Traffic on Plants. TRRL Suppl. Report. Crowthorne.

Adresse

Dr. J.R. Thompson  
Imperial College Field Station  
Silwood Park, Sunninghill

Ascot, Berkshire SL5 7PY

ENGLAND

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [8\\_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Thompson J.R.

Artikel/Article: [Autobahn-Auftausalze und ihre Wirkungen auf Böden und Pflanzen in England 129-135](#)