

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 67 (1989)

Heft: 4

Artikel: Untersuchung über mögliche Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Wellen auf den Wald = Examen des influences possibles des ondes électromagnétiques à haute fréquence sur la forêt

Autor: Joos, Katrin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874927>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

Untersuchung über mögliche Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Wellen auf den Wald¹

Examen des influences possibles des ondes électromagnétiques à haute fréquence sur la forêt¹

Katrin JOOS, Basel

Zusammenfassung. Die vorliegende jahringanalytische Arbeit ist eine Folgestudie, die mit gleich gestalteter Untersuchungsanordnung an eine erste Waldschadenerhebung im Zusammenhang mit elektromagnetischen Wellen als anthropogenen Umweltfaktor anschliesst. Im Versorgungsgebiet des Radio- und Fernsehsenders Bantiger (BE) wurden zwei Gruppen von drei bzw. vier ökologisch vergleichbaren Waldflächen untersucht, die sich hauptsächlich durch die elektromagnetischen Leistungsdichten am Standort unterscheiden. Im Vergleich zur ersten Untersuchung sind sie hier wesentlich niedriger. Die Zuwachsanalysen wurden an gesamthaft 267 Bäumen der Arten Fichte, Tanne und Buche durchgeführt. Sie umfassen einen Vergleich der abrupten Wachstumsschwankungen an den Standorten mit verschiedenen elektromagnetischen Feldstärken sowie einen Vergleich der absoluten Zuwachsleistungen in zwei siebenjährigen Messperioden vor Inbetriebnahme des Senders und heute. Die neuen Ergebnisse bestätigen jene der ersten Untersuchung: Zwischen den beiden Gruppen von Waldflächen bestehen weder im langfristigen Wachstumsverhalten noch in der heutigen Zuwachsleistung Unterschiede, die auf einen negativen Zusammenhang mit den unterschiedlichen Feldstärken zurückzuführen sind. Ein schädlicher Einfluss der landesüblichen Leistungsdichten elektromagnetischer Wellen im UKW- und UHF-Bereich auf den Waldzustand ist nicht nachzuweisen.

Résumé. La présente étude analytique des cernes annuels fait suite à un premier inventaire de dégâts aux forêts, en recourant à des méthodes analogues en rapport avec les ondes électromagnétiques en tant que facteur d'environnement anthropogène. L'examen a porté sur deux surfaces forestières parmi trois, respectivement quatre secteurs comparables du point de vue écologique, situés dans la zone de desserte de l'émetteur de radio-télévision du Bantiger (BE). Ces surfaces différaient essentiellement par la densité de puissance des ondes électromagnétiques. Comparées aux études antérieures, ces densités sont ici sensiblement plus faibles. Les analyses de croissance ont été faites sur 267 arbres, à savoir des épicéas, des sapins et des hêtres. Lors de ces analyses on a comparé les fluctuations de croissance abruptes à des emplacements caractérisés par des champs électromagnétiques différents et comparé parallèlement la croissance absolue durant deux périodes de sept ans, avant la mise en service de l'émetteur et à l'époque actuelle. Les nouveaux résultats confirment ceux de la première étude: entre les deux groupes de surface forestière, on n'a pu observer ni dans le comportement de croissance à long terme ni dans la croissance actuelle de différences qui pourraient être imputables à un effet négatif des différentes intensités de champ. L'influence nuisible des densités de puissance électromagnétiques usuelles dans la gamme des OUC et des UFH sur l'état des forêts ne peut être prouvée.

Esame dell'eventuale influsso delle onde elettromagnetiche AF sul bosco

Riassunto. Il presente lavoro di analisi degli anelli annuali è uno studio susseguente al primo rilevamento, effettuato con lo stesso metodo di ricerca, dei danni ai boschi in rapporto alle onde elettromagnetiche quale fattore ambientale antropogeno. Nella zona di copertura dell'emittente radiotelevisiva del Bantiger (BE), sono stati presi in esame due gruppi di tre risp. quattro superfici boschive comparabili ecologicamente che si differenziano principalmente per le densità di potenza elettromagnetica in loco. Rispetto alla prima ricerca, queste densità sono notevolmente inferiori. Le analisi della crescita sono state effettuate su un totale di 267 alberi tra abeti rossi, abeti bianchi e faggi. Queste analisi comprendono un confronto tra le repentine variazioni di crescita nei luoghi con diverse intensità di campo elettromagnetiche, come pure un confronto dei fattori assoluti di crescita misurati durante due periodi settennali antecedenti la messa in servizio dell'emittente, con la situazione attuale. I nuovi risultati confermano quelli della prima indagine: tra i due gruppi di superfici boschive non vi sono differenze, né nel comportamento della crescita a lunga scadenza, né nel fattore attuale di crescita, attribuibili a una dipendenza negativa dalle diverse intensità di campo. Un influsso dannoso sullo stato del bosco delle densità di potenza usuali per la Svizzera delle onde elettromagnetiche nella gamma OUC e UHF non è stato provato.

1 Einleitung

11 Übersicht über die Untersuchungen in der Schweiz

Die im folgenden erläuterte jahringanalytische Waldschadenerhebung von 1988 steht als dritte abgeschlossene Studie in einer Reihe noch laufender oder projektierte Untersuchungen:

- Eine erste Recherche wurde 1986 im Versorgungsgebiet des Radio- und Fernsehsenders St. Chrischona bei Basel durchgeführt. Die Gegenüberstellung von Feldmessungen der lokal variierenden Leistungsdichten und der bestehenden Waldschadenkartierung ergab eine Zufallsverteilung der Schadenintensität in

1 Introduction

11 Survol des études faites en Suisse

L'étude analytique des cernes annuels faite dans le cadre d'un inventaire des dégâts aux forêts en 1988 est la troisième étude achevée d'une série de sondages encore à l'état de projets:

- Une première étude a été réalisée en 1986 dans la zone desservie par l'émetteur de radiotélévision de St-Chrischona près de Bâle. La comparaison des mesures de champ dont l'intensité variait suivant l'emplacement et la carte existante des dégâts aux forêts révéla une répartition aléatoire de l'intensité des dégâts en rapport avec les valeurs des champs électromagnétiques locaux [Stäger 1986, non publié].

¹ 2. Teil. 1. Teil in «Techn. Mitt. PTT», Bern, 66 (1988)/1, S. 2, erschienen

¹ 2^e partie. 1^{re} partie parue dans Bull. techn. PTT Berne 66 (1988) 1, p. 2.

- bezug auf die bestehenden lokalen Feldstärken. [Stäger 1986, unveröffentlicht].
- Eine zweite Untersuchung von 1986/87 fand in der Umgebung des Radio- und Fernsehsenders Bantiger bei Bern statt. Sie bestand aus einer Infrarot-Luftbildinterpretation sowie einer Zuwachsanalyse von ökologisch vergleichbaren Waldflächen mit durchschnittlichen bzw. geringen Feldstärkewerten (EAFV, Birmensdorf; Holz-Labor Joos, Basel; PTT, Bern). Die Gegensatzpaare wiesen mit Leistungsdichten von $P_{\text{Rest}} \approx 10^{-8} \text{ mW/cm}^2$ bzw. $P \approx 3 \cdot 10^{-6} \text{ mW/cm}^2$ Unterschiede von 1:100 bis 1:1000 auf. Die Ergebnisse beider Untersuchungsmethoden ergaben keinen kausalen Zusammenhang zwischen den Feldern unterschiedlicher Stärke und dem örtlichen Waldzustand. [Joos, Masumy, Schweingruber, Stäger 1988].
 - Analog zur ersten steht eine weitere Recherche in Zusammenhang mit der Richtstrahlstation Gubloux im Kanton Freiburg in Bearbeitung (PTT, Bern); in dieser Studie wird der Einfluss bei Mikrowellenfrequenzen untersucht.
 - Ebenfalls im Mikrowellenbereich, jedoch mit extrem hohen Leistungsdichten, wird ein mehrjähriges Feldexperiment an Jungpflanzen durchgeführt (EAFV, Birmensdorf; PTT, Bern).
 - In der näheren Umgebung einer Radarstation ist eine Waldschadenerhebung mittels Infrarot-Luftbildern und Jahrringanalysen vorgesehen.

12 Untersuchungsanordnung

Die Untersuchungsanordnung dieser Studie entspricht der ersten jahrringanalytischen Arbeit: Das Forschungsprojekt basiert auf einem Zustandsvergleich von ökologisch weitgehend einheitlichen Waldflächen mit unterschiedlich starker Belastung durch elektromagnetische Wellen. Durch entsprechende Wahl der Standorte wird hier aber ein grösstmöglicher Unterschied in den örtlichen Leistungsdichten angestrebt.

13 Methode

Bei der Bestimmung geeigneter Waldabschnitte waren nebst den lokalen Verhältnissen bezüglich der Leistungsdichten abiotische und biotische Auswahlkriterien massgebend, die in erster Linie Aufschluss über die standörtliche Vergleichbarkeit geben sollten.

Die Zustandserhebung der Waldflächen beruht auf Zuwachsanalysen an Bohrspänen und wurde gemäss der vorausgegangenen dendrochronologischen Untersuchung durchgeführt. Eine detaillierte methodische Beschreibung findet sich im ersten Bericht [Joos, Masumy, Schweingruber, Stäger 1988]. Erfasst wurden wiederum die auftretenden, abrupten Schwankungen im Jahrringverlauf sowie das durchschnittliche Radialwachstum zweier Messperioden vor Inbetriebnahme des nächstgelegenen Senders (1931–1937) und heute (1981–1987). Die ermittelten Daten wurden flächen- bzw. gruppenweise den standörtlich unterschiedlichen elektromagnetischen Leistungsdichten gegenübergestellt sowie auch mit den Ergebnissen der ersten Zuwachsstudie verglichen.

- Une deuxième étude fut effectuée en 1986/87 dans le périmètre de l'émetteur de radiotélévision du Bantiger près de Berne. Elle consista en une analyse par prises de vue à l'infrarouge ainsi qu'en une analyse de croissance sur des surfaces forestières écologiquement comparables avec des champs électromagnétiques moyens ou faibles [IFRF, Birmensdorf, laboratoire d'analyse du bois Joos, Bâle, PTT, Berne]. Les paires des surfaces comparées avec une densité de puissance de $P_{\text{Rest}} \approx 10^{-8} \text{ mW/cm}^2$ resp. $P \approx 3 \cdot 10^{-6} \text{ mW/cm}^2$ présentaient des différences de 1:100 à 1:1000. Les résultats des deux méthodes d'examen ne révélèrent pas de rapports entre causes et effets dus aux champs électromagnétiques de puissance différente avec l'état local des surfaces boisées. [Joos, Masumy, Schweingruber, Stäger 1988].
- Une autre étude, analogue, suit son cours en rapport avec la station à faisceaux hertziens du Gubloux dans le canton de Fribourg [PTT Berne]; cette étude porte sur l'influence dans la gamme des micro-ondes.
- Un test de plusieurs années est également en cours dans la gamme des micro-ondes, mais avec des densités de puissance extrêmement élevées. Elle porte sur de jeunes plantes et est réalisée à l'Institut fédéral de recherches forestières [IFRF, à Birmensdorf, PTT, Berne].
- Un inventaire des dégâts aux forêts est prévu à l'aide de prises de vue à l'infrarouge et d'analyses des cernes annuels à proximité immédiate d'une station de radar.

12 Dispositif d'essai

Le dispositif d'essai de cette étude correspond à celui du premier travail d'analyse des cernes annuels: le projet de recherche est fondé sur une comparaison d'état de surfaces forestières écologiquement très uniformes soumises à une charge plus ou moins forte sous l'effet d'ondes électromagnétiques. Les emplacements ont cependant été choisis de manière qu'il règne une différence aussi grande que possible sous le rapport des densités de puissance locales.

13 Méthode

Lors de la détermination de secteurs forestiers appropriés, on a non seulement tenu compte des conditions locales relatives aux densités de puissance, mais aussi de critères de choix abiotiques et biotiques, qui devaient en premier lieu renseigner sur la possibilité de comparer les emplacements.

L'inventaire de l'état des surfaces forestières repose sur l'analyse d'échantillons prélevés avec une sonde de croissance et a été réalisé selon les examens dendrochronologiques précédents. Une description détaillée de la méthode ressort du premier rapport [Joos, Masumy, Schweingruber, Stäger 1988].

On a à nouveau examiné les fluctuations de croissance abruptes des cernes annuels ainsi que la croissance radiale moyenne pour deux périodes de mesure, soit avant la mise en service de l'émetteur le plus proche (1931-1937) et l'époque actuelle (1981-1987). Les don-

2 Elektromagnetische Leistungsdichten im Gelände

Für einen störfreien Empfang von Rundfunk- und Fernsehprogrammen sind die Sendeleistungen und Antennenstrahlungsdiagramme so ausgelegt, dass im ganzen Versorgungsbereich einer Sendestation weitmöglichst ausgeglichene Empfangsleistungsdichten der elektromagnetischen Wellen bestehen. Dabei sind versorgungstechnisch sowie lokaltopographisch bedingte Pegelunterschiede um einen Faktor bis zu 10^3 bzw. 30 dB ohne weiteres zulässig. Aufgrund der Ausbreitungscharakteristik der elektromagnetischen Wellen kann der Einfluss von weiter entfernten Sendestationen, deren

nées récoltées ont été comparées, en ce qui concerne les surfaces et les groupes, avec les densités de puissance électromagnétiques différentes selon l'emplacement ainsi qu'avec les résultats de la première étude de croissance.

2 Densités de puissance électromagnétiques sur le terrain

Pour assurer une réception des programmes de radio-diffusion et de télévision exempte de dérangements, les puissances émises et les diagrammes de rayonnement des antennes sont prévus de manière que dans toute la

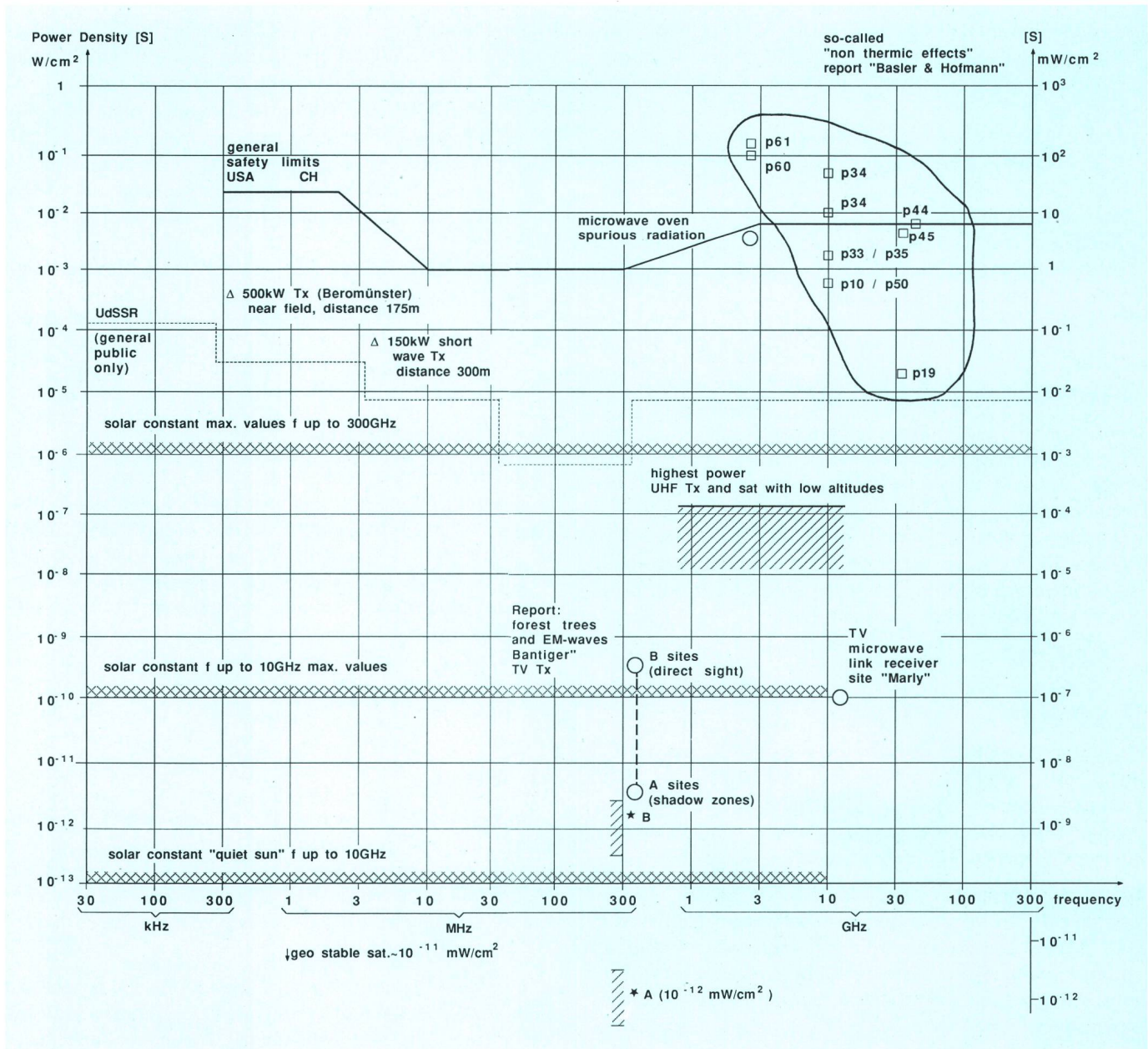


Fig. 1
Pegelverhältnisse natürlicher und künstlicher (man-made) Leistungsdichten der elektromagnetischen Felder über das Frequenzspektrum von 30 kHz...30 GHz mit empfohlenen Sicherheitsgrenzen für den Menschen – Rapport de niveaux naturels et artificiels (man made) des densités de puissance des champs électromagnétiques dans le spectre de fréquences de 30 kHz...30 GHz avec des limites de sécurité recommandées pour l'homme

Die Merkmale in der eingekreisten Fläche entsprechen den Leistungsdichten, denen laut zahlreichen Untersuchungen [Basler und Hofmann] nichtthermische biologische Effekte auf Tier und Mensch zugeschrieben werden. Vermutlich handelt es sich aber auch hier um lokalthermische Wirkungen im Zellgrößenbereich. Die Leistungspegelverhältnisse der vorliegenden Studie sind als *A und *B eingetragen

La plus grande densité des points dans les surfaces circonscrites correspond aux densités de puissance qui, selon de nombreuses études [Basler et Hofmann] exercent des effets biologiques non thermiques sur l'animal et sur l'homme. Il s'agit ici cependant d'effets thermiques locaux à l'échelle de la cellule. Les rapports de niveaux de puissance de la présente étude sont reportés sous *A et *B

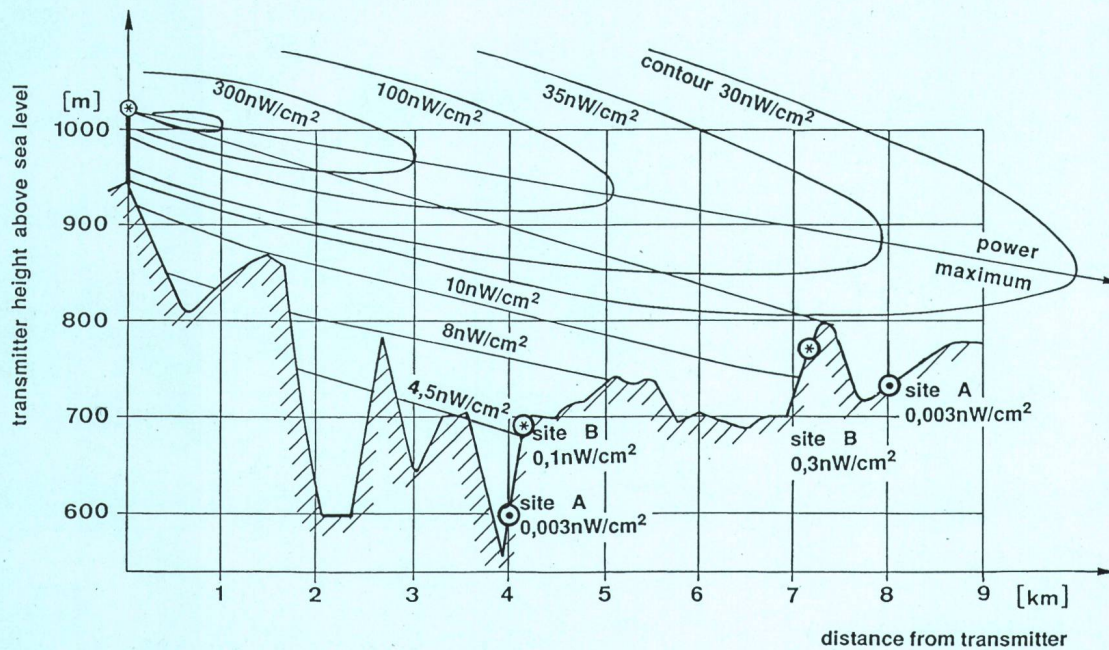


Fig. 2

Ausbreitungscharakteristik der elektromagnetischen Wellen in der näheren Umgebung einer UKW- und UHF-Sendeanlage – Caractéristiques de propagation des ondes électromagnétiques à proximité d'une station émettrice OUC et UHF

Die dargestellten Leistungsverhältnisse beziehen sich auf den Frequenzbereich von 400 MHz...800 MHz. Die vertikale Distanz (Ordinate) ist in bezug auf die horizontale (Abszisse) zehnfach überhöht wiedergegeben. A und B stellen Beispiele von Standorten mit unterschiedlichen Feldstärken dar

Les densités de puissance représentées se rapportent à la gamme de fréquences 400 MHz...800 MHz. La distance verticale (ordonnée) est amplifiée du facteur 10 par rapport à l'axe horizontal (abscisse). A et B sont des exemples d'emplacements présentant des intensités de champ différentes

Signale entsprechend abgeschwächt einfallen, vernachlässigt werden.

21 Verhältnis der natürlichen und anthropogenen elektromagnetischen Felder

Die elektromagnetischen Energiedichten der Sonneneinstrahlung sind, je nach Breite des Frequenzspektrums, durchaus mit jenen der Rundfunkversorgung vergleichbar (Fig. 1). Die typische Ausbreitungscharakteristik der elektromagnetischen Wellen in der näheren Umgebung einer Sendeanlage ist am Beispiel der Station Bantiger erläutert (Fig. 2).

22 Sendergeschichte Bantiger

Für einen besseren Überblick werden die im ersten Bericht bereits dargestellten Angaben zur Sendergeschichte des Bantigers nochmals wiedergegeben (Fig. 3 und Tab. I).

3 Standorte und Probegut

31 Untersuchungsstandorte

Die Aufgabenstellung, die einen möglichst grossen Unterschied der lokalen Feldstärken verlangt, enthält genaue Anforderungen an die topographischen Gegebenheiten

zone desservie d'une station émettrice la densité de puissance des ondes électromagnétiques soit aussi uniforme que possible. A ce propos, on admet sans autre forme, en ce qui concerne la desserte et la topographie locale, des différences de niveau d'un facteur pouvant aller jusqu'à 10^3 ou 30 dB. Au vu des caractéristiques de propagation des ondes électromagnétiques, l'influence de stations émettrices éloignées, dont les signaux sont affaiblis en conséquence, peut être négligée.

21 Rapport des champs électromagnétiques naturels et des champs anthropogènes

La caractéristique typique de propagation des ondes électromagnétiques aux alentours d'une installation d'émission est expliquée à l'aide de l'exemple de la station du Bantiger (fig. 2). Les densités d'énergie électromagnétique du rayonnement solaire sont, suivant la largeur du spectre de fréquences, absolument comparables avec celles de la desserte en radiodiffusion (fig. 1).

22 Historique de l'émetteur du Bantiger

Pour donner un meilleur aperçu général, les données déjà connues de l'historique de l'émetteur du Bantiger sont récapitulées (fig. 3 et tab. I).

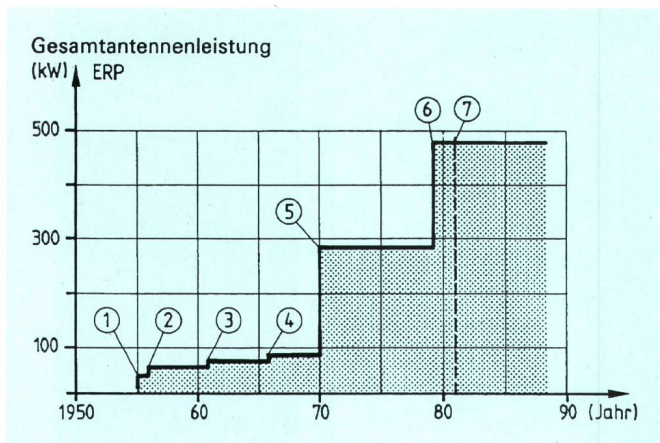


Fig. 3
Verlauf der Gesamtantennenleistung des Senders Bantiger – Allure de la puissance d'antenne globale de l'émetteur du Bantiger
 Der Sender Bantiger wurde 1955 in Betrieb genommen; namhafte Erhöhungen der Sendeleistung erfolgten in den Jahren 1970 und 1979
 L'émetteur du Bantiger a été mis en service en 1955; des accroissements sensibles de puissance ont eu lieu en 1970 et 1979

heiten der Standorte: Nur in engen und vom nächsten Senderstandort abgewendeten Talschaften liegen Leistungsdichten vor, die im Vergleich zum offenen Gelände extrem tief sind. Aus Gründen der ökologischen Vergleichbarkeit ist es naheliegend, dass diesen in sich geschlossenen Grabensituationen keine Standorte mit extrem hohen Leistungsdichten gegenübergestellt werden konnten, da solche nur an allgemein exponierten Kuppenlagen in Sendernähe auftreten. Wenngleich die gewählten Talschaften mit stärkerer Belastung die landesüblichen Durchschnittswerte nicht erreichen, übersteigen die gegebenen Feldstärkeunterschiede jene der ersten Untersuchung um ein Mehrfaches.

Die sieben untersuchten Standorte liegen im bernischen Mittelland und im Emmental im Hauptversorgungsgebiet des Radio- und Fernsehsenders Bantiger (Fig. 4,

Tabelle I. Daten zum Sender Bantiger
Tableau I. Caractéristiques de l'émetteur du Bantiger

	Zeitpunkt Période	Dienst(e) Service(s)	Frequenzbereich MHz Domaine de fréquences	Antennenleistung ERP, kW Puissance à l'antenne
1	1955	TV-Kanal/canal 2 VHF	50...60	40
2	1956	1 UKW-Programm 1 UKW-Programme	88...108	20
3	1962	+ TV-Kanal/canal 10 UHF	400...800	+ 25
4	1966	+ 2 UKW-Programme + 2 UKW-Programmes	88...108	+ 2 × 12
4	1966	+ 2 UKW-Programme + 2 UKW-Programmes	88...108	+ 2 × 0,6
5	1970	+ TV-Kanal/canal 40 UHF	400...800	+ 200
6	1979	+ TV-Kanal/canal 50 UHF	400...800	+ 200
7	24-Stunden-Betrieb — Exploitation pendant 24 heures			

Tabelle II. Abiotische Standortangaben
Tableau II. Indications abiotiques concernant le lieu

Standort Lieu	Höhe in m ü. M Hauteur en m s. m.	Exposition Exposition	Inklination ° Inclinaison °
A Chesselgraben	520...540	S	35...45
A Frieswilgraben	520...560	E W S N	10...25
A Sältenbach	920...940	ENE	35...40
A Flüebach	860...880	SSW	45...50
B Chlosteralp	670...700	W S N	15...40
B Oberspachgraben	760...820	SW W NW	20...35
B Geissbach	920...960	SE	40...45

3 Emplacements et échantillons

31 Emplacements de test

Le problème, tel qu'il est posé, nécessite qu'une différence aussi grande que possible existe entre les champs locaux; des exigences précises quant aux conditions topographiques des emplacements sont donc requises: seules dans des vallées étroites et distantes de l'emplacement d'émission le plus proche, on observe des densités de puissance qui, en comparaison avec un terrain ouvert, sont extrêmement faibles. Pour qu'il soit possible de procéder à des comparaisons écologiques, on savait qu'on ne pourrait comparer de tels emplacements avec d'autres où la densité de puissance serait extrêmement élevée. En effet, de tels emplacements n'existent que sur la crête d'éminences exposées au rayonnement d'un émetteur proche. Même si les vallées choisies avec une charge plus forte n'atteignaient pas les valeurs moyennes usuelles dans le pays, les différences de champ existantes dépassaient plusieurs fois celles qui

Tabelle III. Vorherrschende Pflanzengesellschaften
Tableau III. Associations végétales les plus courantes

Standort — Lieu	Pflanzengesellschaft — Association végétale
A Chesselgraben	Nahe/apparenté Galio odorati-Fagetum luzuletosum
A Frieswilgraben	Von/de Galio odorati-Fagetum typicum bis/ à Milio-Fagetum
A Sältenbach	Dryopterido-Abietetum
A Flüebach	Abieti-Fagetum luzuletosum
B Chlosteralp	Von/de Galio odorati-Fagetum typicum bis/ à Milio-Fagetum
B Oberspachgraben	Dryopterido-Abietetum
B Geissbach	Abieti-Fagetum luzuletosum

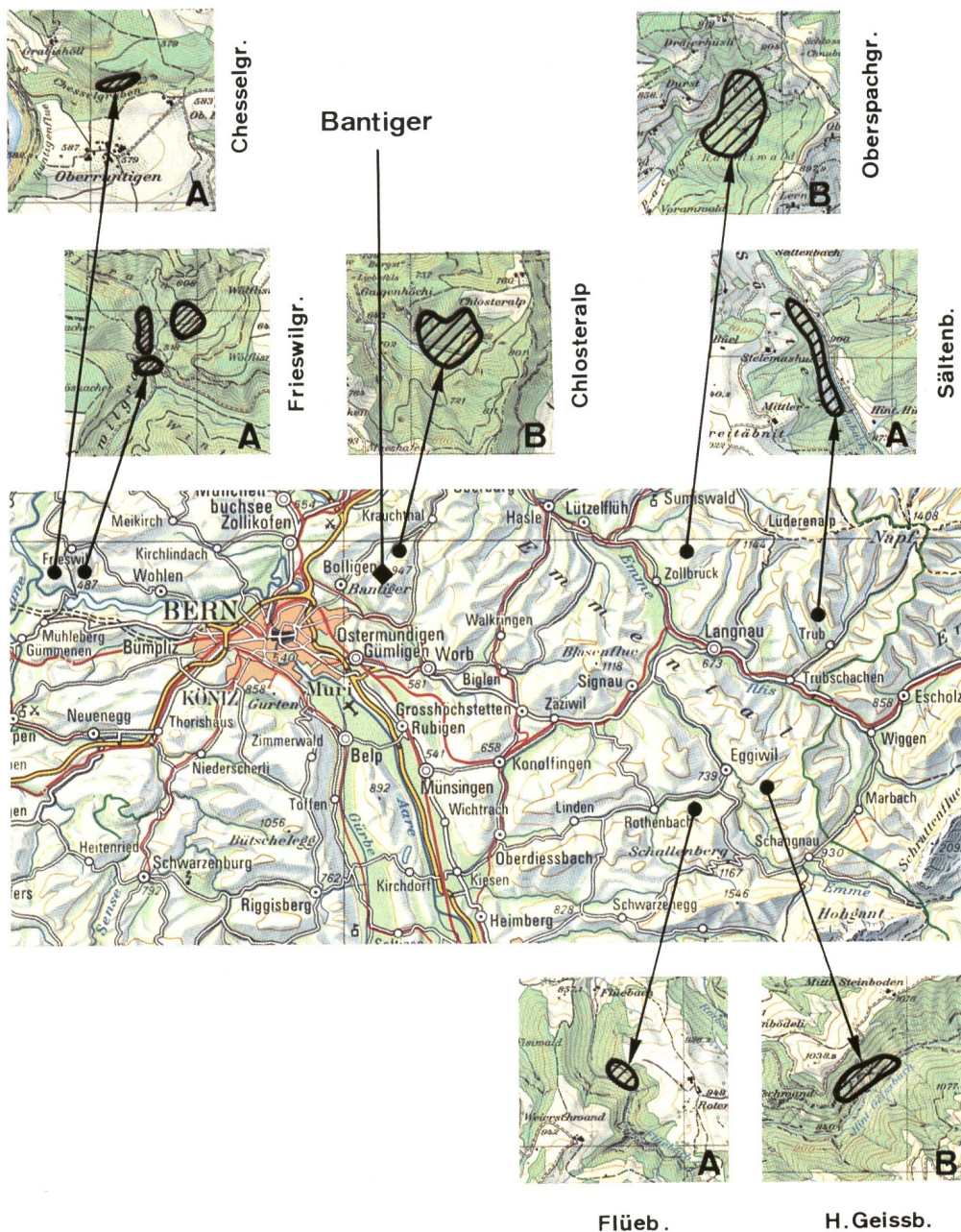


Fig. 4
Lage der untersuchten Waldflächen – Situation des surfaces forestières examinées

Die mit A gekennzeichneten Standorte weisen extrem niedrige Leistungsdichten auf; mit B sind jene mit deutlich höheren Feldstärken bezeichnet. Die Untersuchungsflächen sind schraffiert eingetragen, und der Standort des Senders Bantiger ist gekennzeichnet. (Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 3. Januar 1989)

Les emplacements désignés par A se distinguent par des densités de puissance extrêmement faibles; B caractérise des intensités de champ nettement plus élevées. Les surfaces examinées sont hachurées et l'emplacement de l'émetteur du Bantiger est indiqué. (Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 3 janvier 1989)

Tab. II und III), weshalb sich die nachfolgend aufgeführten Angaben über die örtlichen Leistungsdichten auf diese Sendequelle beschränken. In den Referenzflächen, die durch ihre abgeschirmte Lage von den Sendeleistungserhöhungen kaum betroffen sind, bestehen Leistungsdichten von $P_{\text{Rest}} \approx 3 \cdot 10^{-13} \dots 3 \cdot 10^{-12} \text{ mW/cm}^2$ bezogen auf die Frequenzbereiche 99,30 MHz UKW und 703,25 MHz UHF. An diesen Standorten ist ein UKW- oder Fernsehempfang nicht mehr möglich. In den stärker belasteten Gebieten herrschen Leistungsdichten vor, die mit $3 \cdot 10^{-10} \dots 3 \cdot 10^{-9} \text{ W/cm}^2$ um ein 1000- bis 10 000faches höher liegen. Sämtliche Werte beruhen auf Feldmessungen, die im Sommer 1988 mit einem Rhode & Schwarz-Miniportempfänger 1,5 m über dem Waldboden ermittelt wurden.

avaient été à la base de la première étude. Les sept emplacements examinés se trouvent sur le Plateau bernois et dans l'Emmental, soit dans la principale région desservie par l'émetteur de radio et de télévision du Bantiger (fig. 4, tab. II et III), raison pour laquelle les données qui suivent se limitent aux densités de puissance locales produites par cette source d'émission. Dans les surfaces de référence qui, grâce à leur position abritée, ne sont guère touchées par les augmentations de puissance de l'émetteur, on observe des densités de puissance de $P_{\text{Rest}} \approx 3 \cdot 10^{-13} \dots 3 \cdot 10^{-12} \text{ mW/cm}^2$ pour les gammes de fréquences de 99,30 MHz OUC et 703,25 MHz UHF. A ces emplacements, une réception radiophonique ou télévisuelle n'est plus possible. Dans les régions à plus forte charge, on mesure des densités de puissance qui,

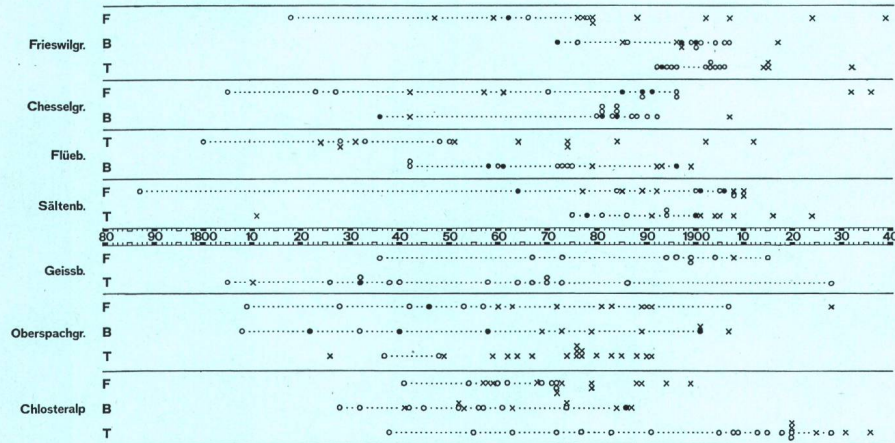


Fig. 5 Altersverteilung der untersuchten Bäume – Répartition d'âge des arbres examinés

Oberhalb der Zeitskala sind die Standorte A (extrem niedrige Leistungsdichten) aufgetragen, darunter die Probeflächen B (durchschnittliche Leistungsdichten). Die Einzelbaumalter sind nach Baumarten getrennt wiedergegeben; F steht für Fichte, T für Tanne und B für Buche. Die Markierungen beziehen sich auf das Baumalter in Bohrhöhe. Exakte Alter sind mit ●, extrapolierte mit ○ dargestellt. Mit ⊗ ist der erste im Bohrspan enthaltene Jahring gekennzeichnet, wenn infolge einer Kernfäule keine Altersbestimmung vorgenommen werden konnte

Au-dessus de l'échelle du temps, on a reporté les emplacements A (densités de puissance extrêmement faibles), et, au-dessous, les surfaces témoins B (densités de puissance moyennes). Les âges individuels des arbres sont représentés de manière séparée selon les essences; F signifie épicéa, T sapin et B hêtre. Les marques se rapportent à l'âge de l'arbre à la hauteur du sondage. L'âge exact est représenté par ●, un âge extrapolé par ○. ⊗ montre le premier cerne contenu dans l'échantillon du sondage, lorsque, à la suite de la pourriture du cœur l'âge de l'arbre n'a pas pu être déterminé

32 Probenmaterial

Von den drei Baumarten Fichte (*Picea abies*), Weisstanne (*Abies alba*) und Buche (*Fagus silvatica*) wurden gesamthaft 267 Bäume untersucht, die sich zu gleichen

avec des valeurs de $3 \cdot 10^{-10}$... $3 \cdot 10^{-9}$ W/cm², sont 1000 à 10 000 fois plus élevées.

Toutes les valeurs reposent sur des mesures de champ faites en été 1988 avec un récepteur *Rhode & Schwarz* «Miniport» placé à 1,5 m au-dessus du sol de la forêt.

Tabelle IV. Probenumfang
Tableau IV. Etendue de l'échantillonnage

Standort – Lieu	Fichte Pin	Tanne Epicéa	Buche Hêtre	Total
A Frieswilgraben	15	15	15	45
A Chesselgraben	15	—	15	30
A Fließbach	—	15	14	29
A Sältenbach	15	15	—	30
A Total	45	45	44	134
B Geissbach	10	16	—	26
B Oberspachgraben	16	20	12	48
B Chlosteralp	21	21	17	59
B Total	47	57	29	133
A + B Total	92	102	73	267

32 Matériel d'essai

Parmi les trois essences épicéa (*Picea abies*), sapin blanc (*Abies alba*) et hêtre (*Fagus silvatica*), 267 arbres en tout ont été examinés, étant entendu qu'ils étaient répartis à parts égales sur les emplacements A (densité de puissance extrêmement faible) et B (densité de puissance à peine moyenne, *tab. IV*).

4 Résultats

41 Age des arbres

La structure d'âge des surfaces forestières examinées diffère selon l'emplacement et les essences (*fig. 5*): le groupe témoin le plus homogène est celui des sapins du Frieswilgraben (A), dont l'âge à hauteur de poitrine se répartit sur près de deux décennies; la plus grande dif-

Teilen auf die Standorte A (extrem niedrige Leistungsdichten) und B (durchschnittliche Leistungsdichten) verteilen (Tab. IV).

4 Ergebnisse

41 Baumalter

Die Altersstruktur der untersuchten Waldflächen ist standörtlich und artspezifisch verschieden (Fig. 5). Die homogenste Probengruppe stellt die Tanne im Frieswilgraben (A) dar, deren Brusthöhenalter sich auf knapp zwei Jahrzehnte verteilt; die grösste Altersstreuung liegt mit rund 120 Jahren Differenz bei der Fichte im Sältenbach (A) und bei der Tanne im Geissbach (B) vor. Die jüngsten Bäume sind 60...70jährig, die ältesten 190...200 Jahre alt.

42 Zeitlicher Verlauf der Reduktions- und Erholungsphasen

Von den 17 Probengruppen aller Baumarten und Standorte hat seit Mitte dieses Jahrhunderts nur im Fall der Fichte von Chlosteralp (B) eine deutliche Zunahme von Wachstumsreduktionen stattgefunden; mehrheitlich liegt eine starke Erholungstendenz vor (Fig. 7...13). Die abrupten Zuwachsänderungen stimmen nur vereinzelt innerhalb eines Standorts oder innerhalb einer Baumart überein, weshalb nur beschränkt Quervergleiche gezogen werden.

An den Standorten B (durchschnittliche Leistungsdichten) zeichnen sich keine abrupt einsetzenden Zuwachseinbussen ab, die mit den Sendeleistungserhöhungen zeitlich synchron erfolgen. Die in geringem Umfang auftretenden Reduktionen während der 70er Jahre beruhen vor allem auf klimatischen Gegebenheiten (Trockenjahre 1972, 1974, 1976) und treten in gleichem Masse auch an den Standorten A (extrem niedrige EM Leistungsdichten) auf. Eine separate Darstellung bezüglich Termin der Wachstumsschwankungen ist im Anhang ersichtlich (Fig. 14...20).

43 Absolute Zuwachswerte von 1931 bis 1937 und 1981 bis 1987

Im Vergleich beider Messperioden zeigt sich bei allen Baumarten, dass die durchschnittliche Zuwachsleistung vor 50 Jahren trotz geringerem Alter allgemein niedriger war als heute (Fig. 6). Mit Ausnahme dreier Probengruppen, der Tannen vom Sältenbach (A) und von Chlosteralp (B) sowie der Fichte vom Chesselgraben (A), erreichen derzeit nicht nur die Mediane höhere Werte, sondern mit grosser Mehrheit auch die Maximalwerte. Zwischen den 30er und den 80er Jahren sind die Zentralwerte an den Standorten A (extrem niedrige Leistungsdichten) durchschnittlich um einen Viertelmillimeter gestiegen, an den Standorten B (durchschnittliche Leistungsdichten) um über das Doppelte.

Ein direkter Vergleich zwischen den Standorten A und B ist unzulässig, da es sich um verschiedene Waldbestände handelt. Es darf lediglich darauf hingewiesen werden, dass an den Standorten B (durchschnittliche Leistungsdichten) in der ersten Messperiode bei allen Baumarten geringere Zuwachsleistungen vorlagen als

férence d'âge s'établit à 120 ans environ pour l'épicéa du Seltenbach (A) et le sapin du Geissbach (B). Les arbres les plus jeunes ont 60...70 ans, les plus âgés 190...200 ans.

42 Allure temporelle des phases de réduction et de reprise

Parmi les 17 groupes témoins de toutes les essences et emplacements, on a observé depuis le milieu de ce siècle une réduction de croissance manifeste seulement dans le cas de l'épicéa de Chlosteralp (B); dans l'ensemble, on observe une forte tendance à la reprise (fig. 7...13). Les modifications de croissance abruptes ne correspondent qu'isolément à l'intérieur d'un emplacement ou au sein d'une essence, de sorte qu'une comparaison transversale n'est que difficilement possible.

Aux emplacements B (densité de puissance moyenne), on n'observe pas de recul de croissance abrupt qui pourrait être mis en corrélation temporelle avec une augmentation de la puissance d'émission. Les réductions de croissance minimales observées durant les années de 1970 proviennent surtout de conditions climatiques (années de sécheresse 1972, 1974, 1976) et se répartissent d'une manière uniforme sur les emplacements A (densité de puissance EM extrêmement faible).

Une représentation séparée en ce qui concerne les dates de fluctuation de croissance figure dans l'appendice (fig. 14...20).

43 Valeur de croissance absolue de 1931 à 1937 et 1981 à 1987

En comparaison avec les deux périodes de mesure, on s'aperçoit, pour toutes les essences, que la croissance moyenne il y a de cela 50 ans était en général plus faible qu'aujourd'hui, malgré l'âge moins avancé des arbres (fig. 6).

A l'exception de trois groupes témoins, du sapin de Seltenbach (A) et de Chlosteralp (B) ainsi que de l'épicéa du Chesselgraben (A) ce sont aujourd'hui non seulement les médianes qui atteignent des valeurs plus élevées, mais aussi la plus forte majorité des valeurs maximales également. Entre les années de 1930 et les années de 1980, les valeurs centrales aux emplacements A (densité de puissance extrêmement faible) se sont accrues en moyenne d'un quart de millimètre et, aux emplacements B (densité de puissance moyenne) de plus du double. Une comparaison directe entre les emplacements A et B n'est pas admissible, étant donné qu'il s'agit d'essences différentes. Il est seul permis d'attirer l'attention sur le fait qu'aux emplacements B (densités de puissance moyennes) des croissances plus faibles ont été observées durant la première période de mesure pour toutes les essences qu'à l'emplacement A (densités de puissance extrêmement faibles). Durant la deuxième période de mesure, la croissance radiale de l'épicéa et du sapin des emplacements B dépasse celle des emplacements A.

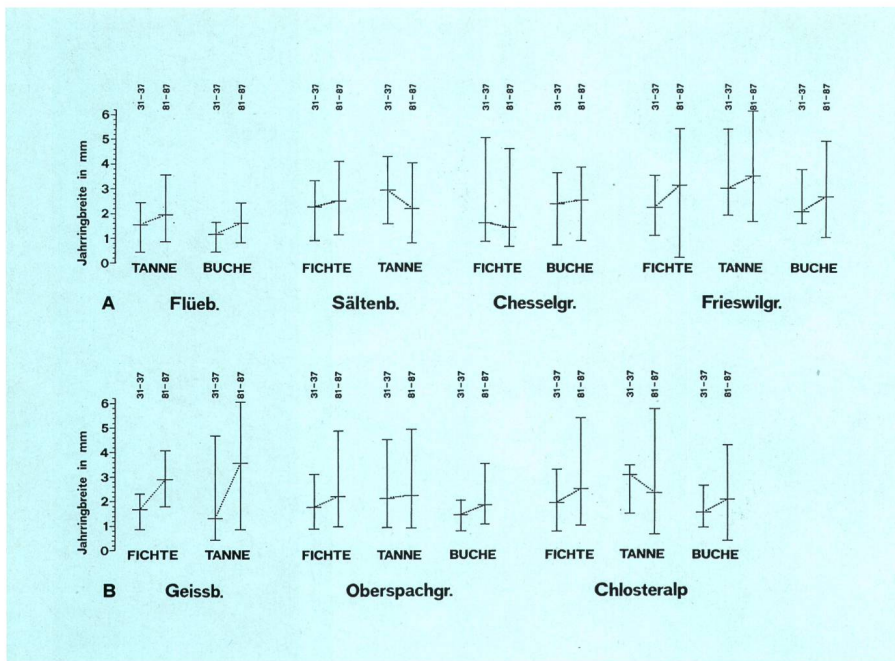


Fig. 6
Durchschnittliche Jahringbreiten von 1931 bis 1937 und 1981 bis 1987 – Largeur moyenne des cernes de 1931 à 1937 et de 1981 à 1987
 Die Zuwachslösungen sind für jede Proben-
 gruppe als Zentral- und Extremwerte der sie-
 benjährigen Jahringbreitenmittel dargestellt.
 Die Festlegung der ersten Messperiode in die
 30er Jahre als Referenzphase vor Inbetrieb-
 nahme des Senders drängte sich aufgrund des
 unregelmässigen Wachstums während der 40er
 und der ersten Hälfte der 50er Jahre auf
 Pour chaque groupe témoin, la croissance a été
 représentée en tant que valeur centrale et va-
 leur extrême de la moyenne de la largeur des
 cernes annuels pour un cycle de sept ans. Le
 fait que l'on ait fixé la première période de me-
 sure au cours des années de 1930, en tant que
 phase de référence avant la mise en service de
 l'émetteur, s'imposait en raison de la crois-
 sance irrégulière durant les années de 1940 et la
 première moitié des années de 1950

an den Standorten A (extrem niedrige Leistungsdichten). In der zweiten Messperiode übertrifft das Radialwachstum der Fichte und Tanne der Standorte B jenes der Standorte A.

44 Vergleich der Ergebnisse

Die Ergebnisse der relativen und der absoluten Zuwachsanalyse stimmen in 16 der 17 Probengruppen überein. Im Fall der Fichten von Chlosteralp (B) sind sie gegenläufig, indem heute trotz erhöhtem Auftreten von Wachstumseinbussen eine grössere Zuwachslösung vorliegt als während der Vergleichsperiode der 30er Jahre. Dieser Umstand ist methodisch begründet, da bei der Erfassung abrupter Zuwachsänderungen solche mit sukzessivem Charakter nicht berücksichtigt werden.

Im Vergleich zur ersten jahringanalytischen Untersuchung zeigt sich ein wesentlicher Unterschied im Auftreten abrupter Zuwachsschwankungen. Im Lindental fanden deutlich mehr Wachstumsreduktionen statt als im Raum Emmental oder im Gebiet des Wohlensees; am ausgeprägtesten kam dies bei der Tanne zum Ausdruck. Zur Erklärung lassen sich vor allem klimatische und waldbauliche Gründe anführen. Zum einen erfüllen die in der zweiten Studie untersuchten Grabensituationen mit verstärkt ozeanischen Lokalklimata die Standortansprüche der Buche und Tanne besser. Vor allem dieser Tatsache ist es zuzuschreiben, dass durch Trockenheit und Hitze ausgelöste abrupte Zuwachsreduktionen in geringerem Umfang geschehen. Zum andern trägt in diesen Waldflächen die intensiv betriebene Durchforstung dazu bei, die natürliche gegenseitige Raum- und Lichtkonkurrenz der Bäume zu vermindern, wodurch eine grössere Holzproduktion erreicht wird. Der Auslichtungseffekt wirkt sich nicht nur als abrupte Zuwachserholung aus (Fig. 10, zweite Hälfte der 70er Jahre), sondern schlägt sich vor allem auch positiv in der zweiten der beiden Messperioden nieder.

Ein weiterer Vergleich mit andern, methodisch gleich gestalteten jahringanalytischen Studien vom Emmental

44 Comparaison des résultats

Les résultats des analyses de croissance relatives et absolues correspondent pour 16 des 17 groupes témoins. Dans le cas des épicéas de Chlosteralp (B), ces résultats sont antagonistes, en ce sens qu'aujourd'hui et malgré une plus grande fréquence des diminutions de croissance, on observe une plus grande propension à la croissance que pendant la période de comparaison des années de 1930. Ce fait est fondé méthodiquement, étant donné que lors de la détermination de modifications de croissance abruptes, celles qui ont un caractère successif ne sont pas prises en considération.

En comparaison avec la première analyse des cernes annuels, on observe une différence essentielle dans l'apparition de modifications de croissance abruptes: dans le Lindental, des réductions de croissance manifestes se produisirent plus nettement que dans la région de l'Emmental ou dans celle du Wohlensee; la différence la plus prononcée est apparue pour le sapin. Cela peut s'expliquer surtout par des raisons climatiques et de technique forestière. D'une part, les situations dans des vallées avec un climat local océanique plus prononcé répondent mieux aux emplacements idéals pour le hêtre et le sapin, condition qui a été remplie dans la deuxième étude. C'est surtout à ce fait que l'on peut imputer que des réductions de croissance abruptes ont été provoquées par la sécheresse et la chaleur, bien que dans une mesure modeste. Par ailleurs, les mesures d'éclaircie intenses pratiquées dans ces surfaces forestières ont contribué à diminuer la concurrence que se font les essences sur le plan de l'espace et de la lumière, d'où résulte une plus forte production de bois. L'effet d'éclaircie se manifeste non seulement par une reprise abrupte de la croissance (fig. 10, deuxième moitié des années de 1970), mais exerce aussi une influence positive sur la deuxième des deux périodes de mesure.

Une autre comparaison avec d'autres études analogues sur l'analyse des cernes annuels faite dans l'Emmental

sowie dem bernischen und aargauischen Mittelland [Aellen 1988, Wehrli 1988, Joos 1988] ergibt, dass sich die standörtlich und artspezifisch unterschiedliche Reaktionsweise der Probengruppen im Rahmen der allgemeinen Entwicklung bewegt.

5 Schlussfolgerungen

Die neuen jahringanalytischen Ergebnisse bestätigen die Ergebnisse der ersten Untersuchung vollumfänglich: Zwischen den Standorten A (extrem niedrige Leistungsdichten) und B (durchschnittliche Leistungsdichten) bestehen weder Unterschiede im Zuwachsverhalten, die auf einen kausalen Zusammenhang mit der Höhe der elektromagnetischen Feldstärke schliessen lassen, noch sind die Zeitpunkte der Sendeleistungserhöhungen an den Standorten B zeitlich synchron oder verzögert begleitet von vermehrten Zuwachseinbussen. Dem natürlichen Alterstrend der Bäume entgegengesetzt, erreicht das Radialwachstum heute im Mittel grössere Werte als vor einem halben Jahrhundert, wobei die Leistungssteigerungen an den Standorten B jene der Standorte A übertreffen. Der vorliegende Sachverhalt führt zum Schluss, dass in der Diskussion um ein allfälliges Waldsterben den elektromagnetischen Wellen im UKW- und UHF-Bereich als Schadfaktor keine Priorität zukommt.

ainsi que sur le Plateau bernois et argovien [Aellen 1988, Wehrli 1988, Joos 1988] montre que les réactions différentes selon l'emplacement et les espèces des groupes témoins se situent dans le cadre de l'évolution générale.

5 Conclusions

Les nouveaux résultats des analyses des cernes annuels confirment entièrement ceux de la première étude: entre les emplacements A (densités de puissance extrêmement faibles) et B (densités de puissance moyennes), on n'observe ni une différence de croissance imputable à l'intensité des champs électromagnétiques ni des reculs de croissance plus prononcés à l'époque où l'on a augmenté la puissance d'émission aux emplacements B, cela ni de manière synchrone, ni de manière différée. La croissance radiale des arbres, compte tenu de la tendance naturelle à ne pas les laisser devenir trop âgés, atteint aujourd'hui des valeurs moyennes plus élevées qu'il y a un demi-siècle, attendu que les prestations de croissance aux emplacements B sont plus élevées que celles de l'emplacement A. On peut donc conclure qu'un éventuel dépérissement des forêts est sans aucun rapport avec les ondes électromagnétiques des gammes OUC et UHF en tant que facteurs de nuisance.

Fig. 7...13

Häufigkeitsverteilung der Reduktions- und Erholungsphasen in Funktion der Zeit – Fréquence répartie des phases de réduction et de reprise en fonction du temps

Abszisse:

Von den gesamten Jahrringabfolgen ist nur der Zeitraum von 1900 bis 1987 (Standorte A) bzw. 1900 bis 1988 (Standorte B) graphisch abgebildet. Früher erfolgte abrupte Zuwachsänderungen sind jedoch berücksichtigt

Ordinate:

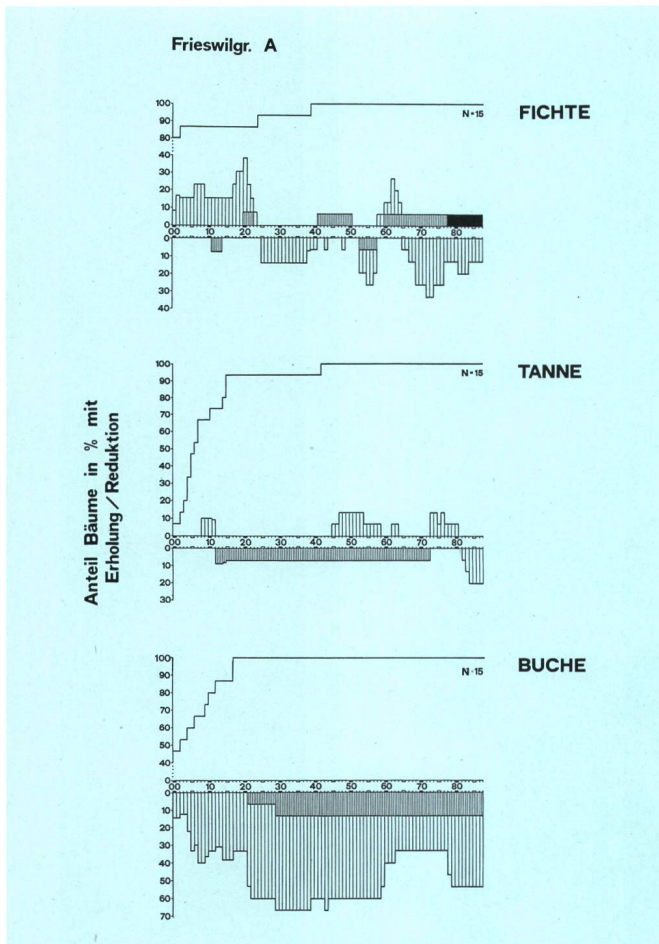
1. Belegungsdichte in Prozent: Da die Bäume verschieden alt und die Bohrspäne ungleich lang sind, liegt nicht zwingend die gesamte Probenmenge (N) von Beginn an vor. Die prozentualen Anteile der abgebildeten Reduktions- und Erholungsphasen beziehen sich zu jedem Zeitpunkt auf die Belegungsdichte als 100 % des vorliegenden Probenumfangs
2. Anteil Bäume in Prozent mit abrupt ändernden Wachstumsphasen: Die abrupten Zuwachsreduktionen und -erholungen sind in drei definierten Intensitätsstufen erfasst. In den einzelnen Probengruppen werden sie innerhalb der gleichen Stufen gegeneinander aufsummiert: Überwiegen zu einem Zeitpunkt die Erholungsphasen, sind diese unterhalb der Abszisse eingetragen; befinden sich anteilmässig mehr Bäume in einer Zuwachsreduktion, erfolgt die Wiedergabe oberhalb der Abszisse. Bei einem ausgeglichenen Verhältnis zwischen auftretenden Reduktionen und Erholungen der gleichen Intensität besteht kein Eintrag zu diesem Zeitpunkt. Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Intensitätsstufen ist übereinander dargestellt, wobei die Klassenfolge 3, 2, 1 von der Abszisse ausgeht

Intensitätsstufen; verbleibender Zuwachs gegenüber vorher:

	schwache Reduktion/Erholung; R1: 45 %...60 % / E1: 166 % ...222 %
	mässige Reduktion/Erholung; R2: 30 %...44 % / E2: 223 % ...333 %
■	starke Reduktion/Erholung; R3: < 30 % / E3: > 333 %

Standorte A: extrem niedrige Leistungsdichten

Standorte B: durchschnittliche Leistungsdichten. Der Zeitpunkt der grösseren Sendeleistungserhöhungen ist mit Pfeilen markiert (1955, 1970, 1979)



Abszisse:

La représentation graphique de l'ensemble de la succession des cerne annuels n'est donnée que pour la période de 1900 à 1987 (emplacements A) ou 1900 à 1988 (emplacements B). Les modifications de croissance abruptes observées autrefois sont cependant prises en considération

Ordonnée:

1. Densité d'implantation en pour-cent: étant donné que les arbres sont d'un âge différent et que les échantillons prélevés par sondage n'ont pas la même longueur, on dispose forcément dès le début de la quantité d'échantillons (N). La proportion, en pour-cent, des phases illustrées de réduction et de reprise se rapporte à tout moment à la densité d'implantation de 100 % du site témoin
2. Proportion des arbres en pour-cent, avec phases de croissance se modifiant abruptement: les réductions et les reprises de croissance abruptes sont représentées par degrés d'intensité définis. Dans les différents groupes témoins, ils sont additionnés à l'intérieur du même palier. Si, à un moment donné, les phases de reprise dominant, elles sont représentées au-dessous de l'abscisse; si, quant à la proportion, plus d'arbres se caractérisent par une réduction de croissance, la reproduction se fait au-dessus de l'abscisse. Compte tenu d'une proportion équilibrée de réductions et de reprises de la même intensité, on n'a pas fait d'inscriptions à cet instant précis. La fréquence de répartition des divers paliers d'intensité est représentée par couches successives, étant entendu que la succession des classes 3, 2, 1 part de l'abscisse

Paliers d'intensité; croissance restante par rapport à autrefois:

	faible réduction/reprise; R1: 45 %...60 % / E1: 166 % ...222 %
	réduction/reprise moyenne; R2: 30 %...44 % / E2: 223 % ...333 %
■	réduction/reprise forte; R3: < 30 % / E3: > 333 %

Emplacements A: densités de puissance extrêmement faibles

Emplacements B: densités de puissance moyennes. Le moment où l'accroissement de puissance a été le plus prononcé est marqué par des flèches (1955, 1970, 1979)

Fig. 7
A Frieswilgraben

Fichte: Im Gegensatz zum Jahrhundertbeginn treten seit Mitte der 60er Jahre überwiegend positive, abrupte Zuwachsänderungen auf

Tanne: Der langfristige Zuwachsverlauf erfolgt sehr ausgeglichen

Buche: Das gesamte Jahrhundert ist geprägt von Zuwachssteigerungen, wengleich ihr Umfang in den ersten beiden Jahrzehnten geringer war und in den 60er und 70er Jahren auch schwache Reduktionen erfolgten

Epicéa: A l'encontre du début du siècle, on observe depuis le milieu des années de 1960 des modifications de croissance positives abruptes

Sapin: La croissance à long terme est extrêmement équilibrée

Hêtre: L'ensemble du siècle est caractérisé par des augmentations de croissance, quand bien même ces augmentations étaient plus faibles au cours des deux premières décennies et qu'on a observé une faible réduction au cours des années de 1960 et 1970

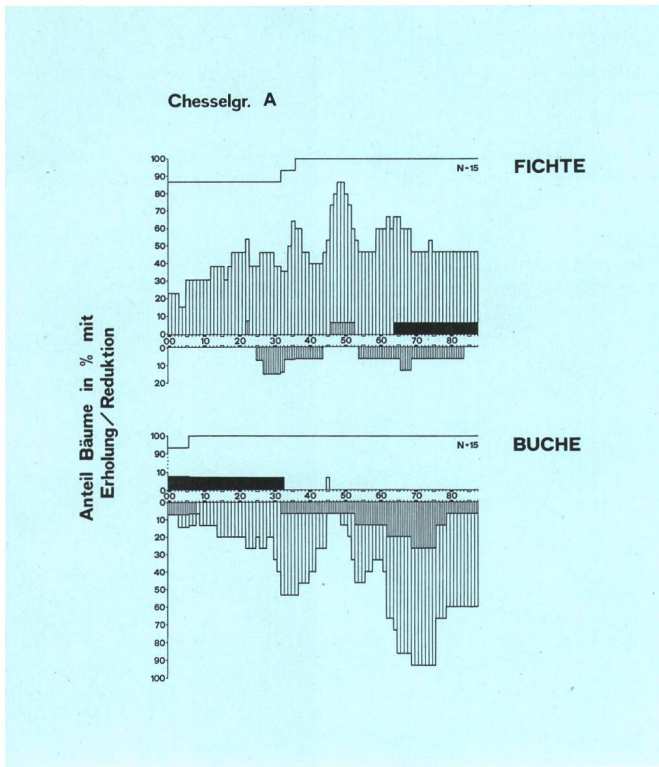


Fig. 8
A Chesselgraben

Fichte: Seit den 20er Jahren hält ein gleichbleibender Grundanteil an Bäumen mit schwachen Zuwachseinbussen an. Die Reduktionsspitze um die Jahrhundertmitte ist klimatisch begründet

Buche: Der zunehmende Trend zu Wachstumssteigerungen wird in den 40er Jahren witterungsbedingt für kurze Zeit unterbrochen. Nennenswerte Zuwachsreduktionen treten erst wieder im Trockenjahr 1976 ein, doch hält seither die positive Entwicklung auf stagnierendem Niveau an

Epicéa: Depuis les années de 1920, on observe un groupe constant d'arbres avec de faibles diminutions de croissance. La réduction de croissance maximale au milieu du siècle est due au climat

Hêtre: La tendance accrue à l'augmentation de croissance est brièvement interrompue au cours des années de 1940 en raison du mauvais temps. Des réductions de croissance notables ne se produisent que durant l'année de sécheresse 1976; depuis lors, une évolution positive de la croissance est en stagnation

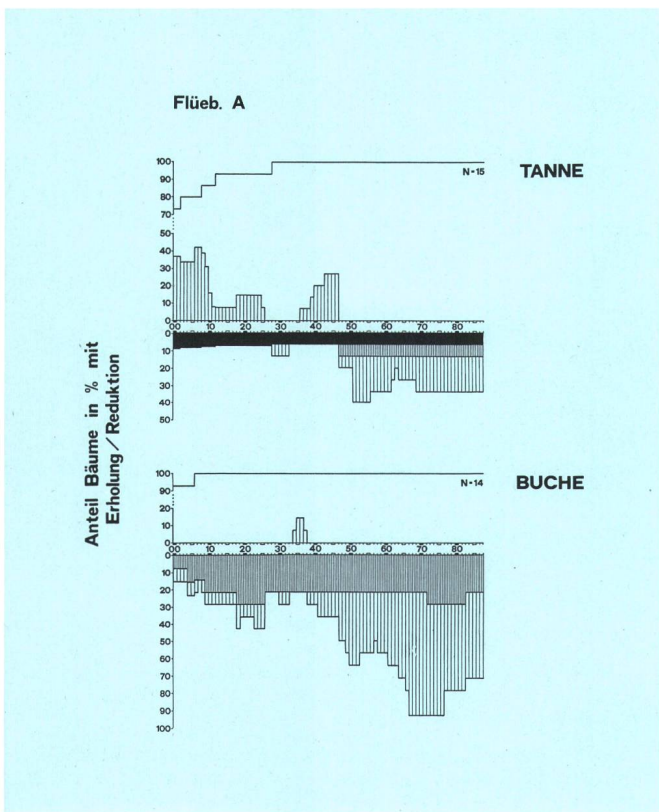


Fig. 9
A Flüb. A

Tanne: Während die erste Hälfte des Jahrhunderts mehrheitlich von Zuwachseinbussen gekennzeichnet ist, liegen seit der zweiten Hälfte der 40er Jahre fast ausschliesslich Wachstumssteigerungen vor

Buche: Das Zuwachsverhalten dieser Proben-Gruppe ist mit jenem der Buche vom Chesselgraben (A) vergleichbar (Fig. 8)

Sapin: Durant la première moitié du siècle, on observe généralement une diminution de la croissance, alors que depuis la deuxième moitié des années de 1940 des augmentations de croissance font règle

Hêtre: Ce groupe témoin, quant à la croissance, est comparable aux hêtres du Chesselgraben (A) (fig. 8)

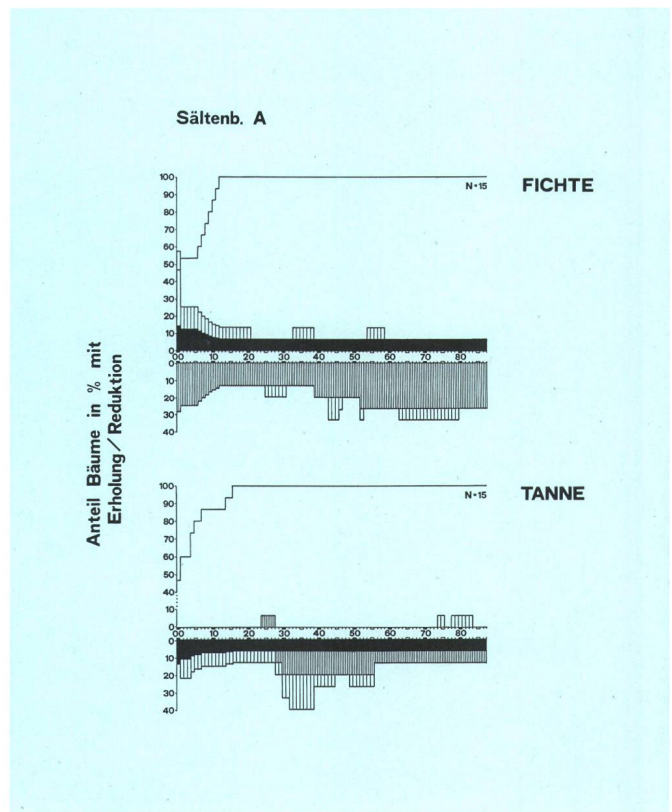


Fig. 10
A Sältenbach

Fichte: Das gesamte Jahrhundert ist von anhaltenden Zuwachssteigerungen mittlerer Stärke geprägt

Tanne: Abrupte Zuwachsänderungen erfolgen hauptsächlich zwischen den 30er und 50er Jahren, gleichen sich aber gesamthaft wieder aus

Epicéa: L'ensemble du siècle est fortement marqué par une augmentation de croissance continue

Sapin: Modifications de croissance abruptes, surtout au cours des années de 1930 à 1950, tendance qui s'équilibre cependant avec le temps

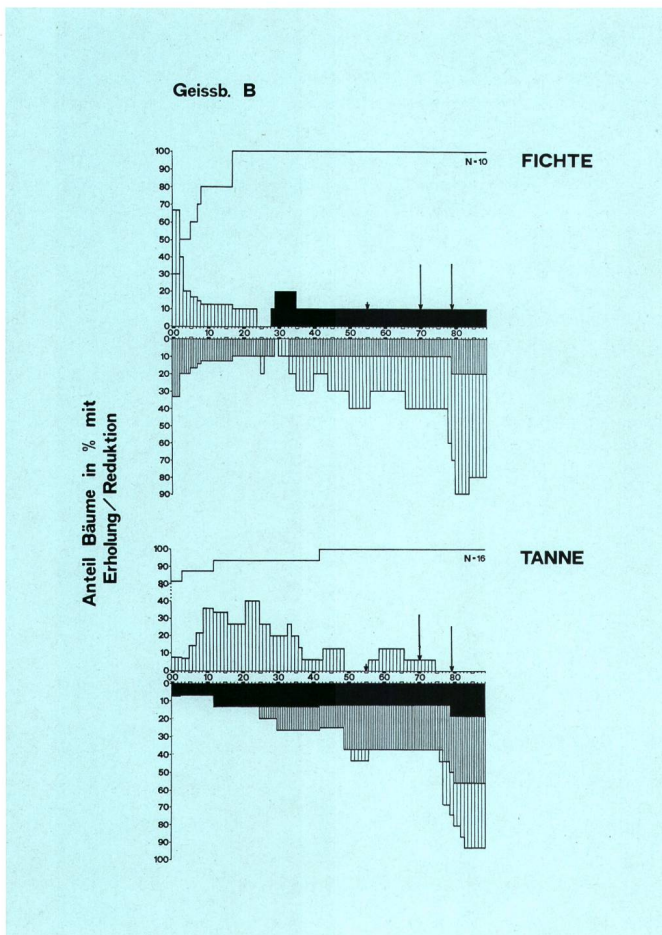


Fig. 11
B Geissbach

Fichte: Die stagnierenden, überwiegend positiven Zuwachsverhältnisse seit den 30er Jahren erfahren Ende der 70er Jahre einen weiteren massiven Erholungstrend

Tanne: Über das gesamte Jahrhundert zeichnet sich eine Tendenz zu Wachstumssteigerungen ab, die Ende der 70er Jahre wie bei der Fichte noch sprunghaft ansteigt

Epicéa: Conditions de croissance généralement positives, mais stagnantes, depuis les années de 1930. Tendances massives à la reprise depuis la fin des années de 1970

Sapin: Durant l'ensemble du siècle, on observe une tendance à l'augmentation de la croissance, qui, à la fin des années de 1970, s'accroît encore brusquement comme pour l'épicéa

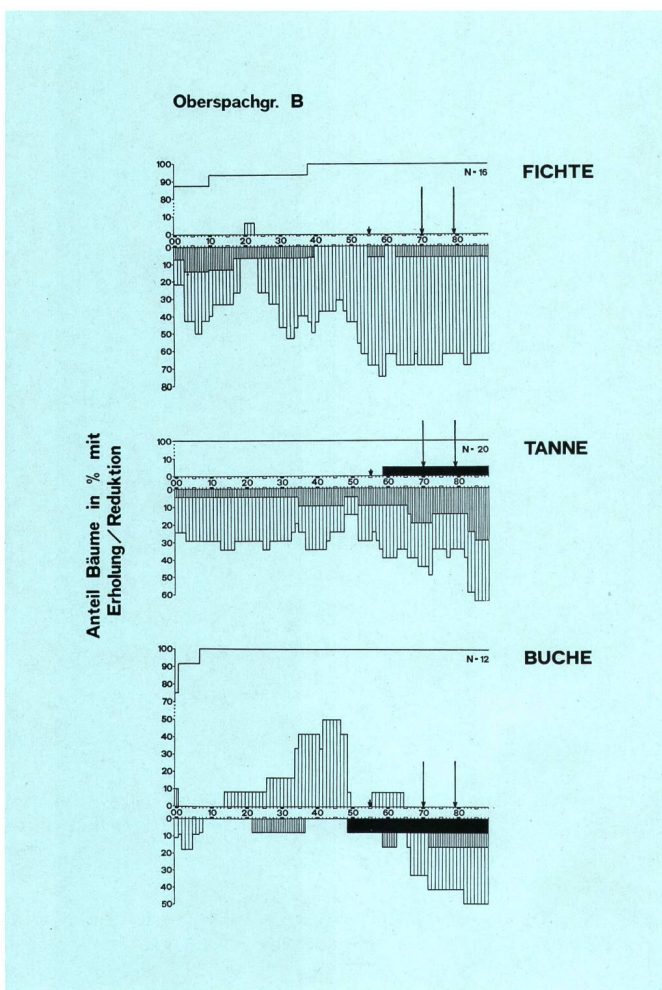


Fig. 12
B Oberspachgraben

Fichte: Mit Ausnahme eines kurzfristigen Wachstumseinbruchs um 1920 treten kaum abrupte Zuwachsreduktionen auf; zahlreich sind hingegen plötzlich einsetzende Erholungen

Tanne: Bis zu den 80er Jahren sind die Zuwachsverhältnisse relativ ausgeglichen von positiven Reaktionen geprägt; seit Beginn dieses Jahrzehnts treten Zuwachssteigerungen noch in erhöhtem Umfang auf

Buche: Noch deutlicher als bei der Tanne vom Flüebach (A) (Fig. 9) ist hier die erste Jahrhunderthälfte von Zuwachsreduktionen, die zweite von Wachstumssteigerungen geprägt

Epicéa: A l'exception d'une fluctuation brève de la croissance vers 1920, on n'observe pas de réduction abrupte de la croissance; en revanche, de nombreuses reprises soudaines

Sapin: Jusqu'aux années de 1980, la croissance est relativement équilibrée et marquée par des réactions positives; depuis le début de ce décennie des augmentations de croissance s'observent encore fréquemment

Hêtre: Encore plus manifestement que pour le sapin de Flüebach (A) (fig. 9), la première moitié du siècle est caractérisée par des réductions de croissance et la deuxième par des augmentations

Fig. 13
B Chlosteralp

Fichte: Ähnlich der Fichte vom Chesselgraben (A) (Fig. 8) liegt über den gesamten Zeitraum ein hoher Grundanteil an Bäumen mit Zuwachseinbussen vor. Die Reduktionspeaks beider Probengruppen erfolgen zeitlich synchron, jedoch bleibt hier seit den 70er Jahren der frühere Reduktionsumfang deutlich überschritten

Tanne: Seit den 70er Jahren wird der positive Wachstumstrend der vorangehenden Jahrzehnte durch abrupt einsetzende Reduktionen abgelöst

Buche: Der Zuwachsverlauf verhält sich über das ganze Jahrhundert divergent: Während ein Probenanteil sich in schwacher Zuwachsreduktion befindet, erfährt der restliche Teil gleichzeitig mittelstarke Zuwachssteigerungen. Die heutigen Wachstumsverhältnisse halten seit drei Jahrzehnten nahezu unverändert an

Epicéa: Comme l'épicéa de Chesselgraben (A) (fig. 8), on voit ici pendant toute la période une forte proportion des arbres présentant des diminutions de croissance. Les crêtes de réduction des deux groupes témoins sont synchrones dans le temps, cependant, depuis les années de 1970, l'ancienne étendue de la réduction n'est ici pas atteinte

Sapin: Depuis les années de 1970, une tendance positive à la croissance s'oppose ici à des réductions abruptes observées pendant les décennies précédentes

Hêtre: L'allure de la croissance est ici pendant tout le siècle divergente: alors qu'une partie des échantillons dénote une réduction de croissance faible, le reste des échantillons accuse un accroissement de croissance moyen. Les conditions de croissance sont pratiquement constantes depuis trois décennies

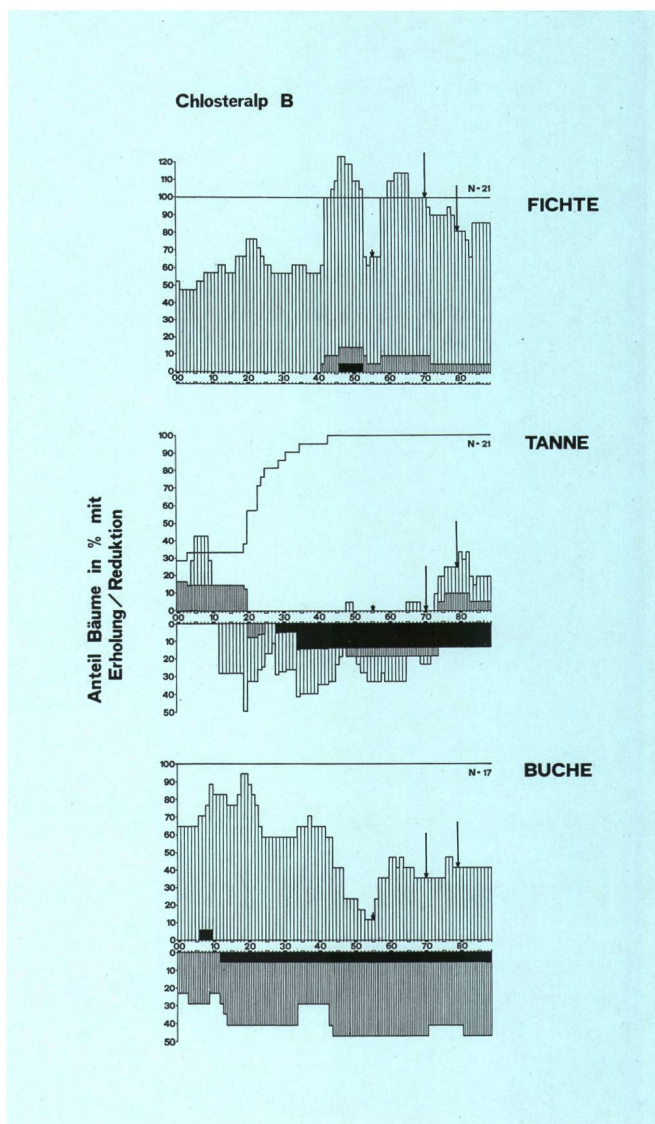


Fig. 14...20

Zeitliche Verteilung der einsetzenden Reduktionen und Erholungen – Distribution temporelle des phases de réduction et de reprise

Abszisse:

Von den gesamten Jahringabfolgen ist nur der Zeitraum von 1900 bis 1987 (Standorte A) bzw. 1900 bis 1988 (Standorte B) graphisch abgebildet

Ordinate:

1. Belegungsdichte in Prozent: Da die Bäume verschieden alt und die Bohrspäne ungleich lang sind, liegt nicht zwingend die gesamte Probenmenge (N) von Beginn an vor. Die prozentualen Anteile von Bäumen mit Wachstumsschwankungen beziehen sich zu jedem Zeitpunkt auf die Belegungsdichte als 100 % des vorliegenden Probenumfangs
2. Anteil Bäume in Prozent mit abrupten Zuwachsschwankungen: Die abrupten, negativen und positiven Zuwachsänderungen sind in drei definierten Intensitätsstufen erfasst. Bei zeitgleichem Auftreten verschiedener Intensitätsstufen sind sie übereinander dargestellt, wobei die Klassenfolge 3, 2, 1 von der Abszisse ausgeht

Intensitätsstufen; verbleibender Zuwachs gegenüber vorher:

	schwache Reduktion/Erholung; R1: 45 %...60 % / E1: 166 % ...222 %
	mässige Reduktion/Erholung; R2: 30 %...44 % / E2: 223 % ...333 %
■	starke Reduktion/Erholung; R3: < 30 % / E3: > 333 %

Standorte A: extrem niedrige elektromagnetische Leistungsdichten
Standorte B: durchschnittliche elektromagnetische Leistungsdichten.
Der Zeitpunkt der grösseren Sendeleistungserhöhungen ist mit Pfeilen markiert (1955, 1970, 1979)

Abszisse:

De l'ensemble de la succession des cernes annuels, seule la période de 1900 à 1987 (emplacements A) et de 1900 à 1988 (emplacements B) est représentée graphiquement

Ordonnée:

1. Densité d'implantation en pour-cent: vu que les arbres ont un âge différent et que les échantillons prélevés par sondage n'ont pas la même longueur, on ne dispose pas manifestement de la quantité totale d'échantillons (N) dès le début. La proportion, en pour-cent, des arbres présentant des fluctuations de croissance se rapporte à la période où la densité d'implantation était de 100 % par rapport au nombre actuel des arbres témoins
2. Proportion, en pour-cent, des arbres présentant des fluctuations abruptes de croissance: Les modifications de croissance négatives et positives abruptes sont représentées en trois paliers d'intensité définis. Lorsque, dans le temps, des degrés d'intensité différents se produisent, ils ont été représentés l'un au-dessus de l'autre, étant entendu que la succession des classes 3, 2, 1 part de l'abscisse

Paliers d'intensité; croissance restante par rapport à autrefois:

	faible réduction/reprise; R1: 45 %...60 % / E1: 166 % ...222 %
	réduction/reprise moyenne; R2: 30 %...44 % / E2: 223 % ...333 %
■	réduction/reprise forte; R3: < 30 % / E3: > 333 %

Emplacements A: densités de puissance électromagnétique extrêmement faibles

Emplacements B: densités de puissance électromagnétique juste moyennes. La période de la plus grande augmentation de la puissance d'émission est marquée par des flèches (1955, 1970, 1979)

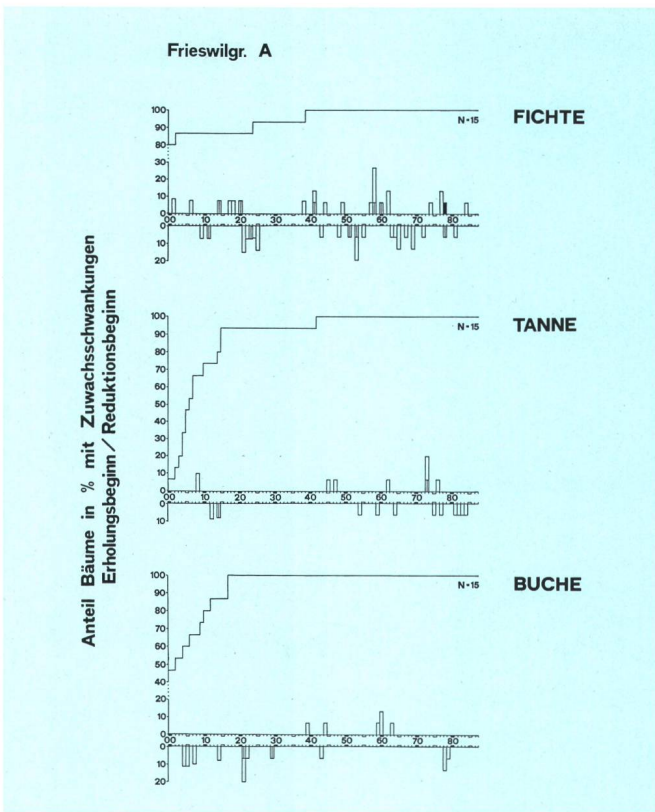


Fig. 14

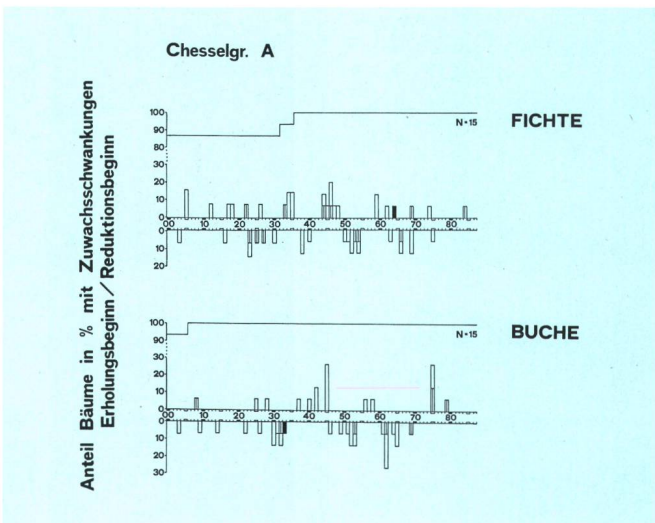


Fig. 15

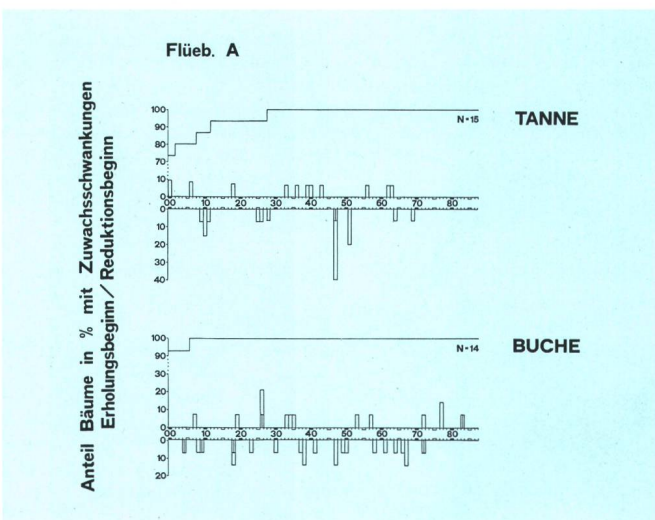


Fig. 16

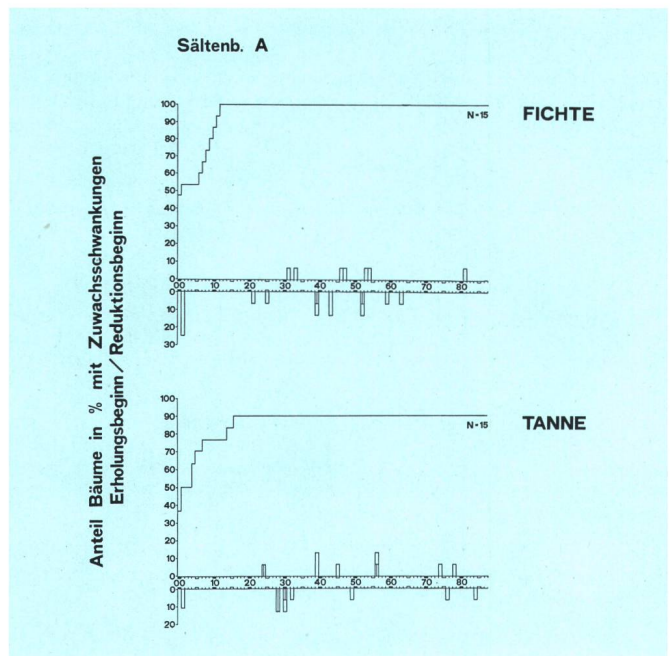


Fig. 17

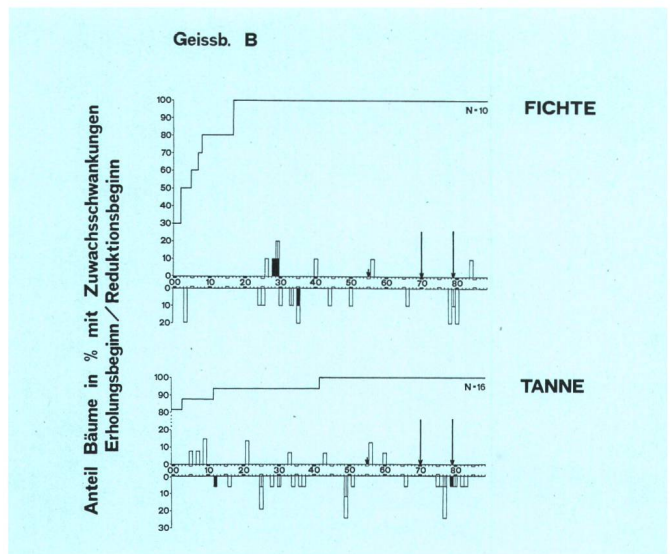


Fig. 18

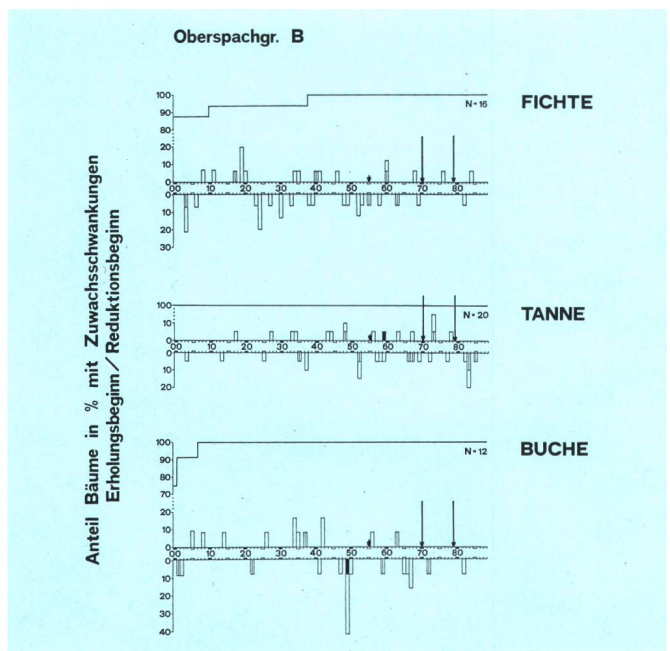


Fig. 19

Bibliographie

- *Aellen K.*, 1988. Eine dendroökologische Studie in der Umgebung von Krauchthal, Diplomarbeit am Botanischen Institut der Universität Basel, unveröffentlicht.
- *Basler und Hofmann*, 1985. Radio- und Mikrowellen als mögliche Ursache für Waldschäden; Literaturstudie der Firma Basler und Hofmann, herausgegeben vom Bundesamt für Umweltschutz, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 44. Bern, Juli 1985.
- *Joos K., Masumy S. A., Schweingruber F. H., Stäger Ch.*, 1988. Untersuchung über mögliche Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Wellen auf den Wald. Techn. Mitt. PTT, Bern, 66 (1988)/1, S. 2.
- *Joos K.*, 1988. Einfluss des Autobahnverkehrs auf den Zustand umliegender Waldgebiete. EVED/ASB, Berichte 144.
- PTT Generaldirektion, Sektion Planung und Empfang der Hauptabteilung Radio und Fernsehen, 1987. Interne Messprotokolle von Feldstärkewerten in den Gebieten Basel-Land und Bern, unveröffentlicht.
- *Schweingruber F. H.*, 1985. Abrupt changes in growth reflected in tree ring sequences as an expression of biotic and abiotic influences. IUFRO Conf. Zurich, EAFV Birmensdorf.
- *Schweingruber F. H.*, 1988. Tree rings. Basics and applications of dendrochronology. Reidel.
- *Schweingruber F. H. et al.*, 1986. Abrupte Zuwachsschwankungen in Jahringabfolgen als ökologische Indikatoren. Dendrochronologia 4/1986.
- *Spang S. et al.*, 1986. Studie zum Waldsterben im Raum Liestal BL. Birmensdorf 1986, unveröffentlicht.
- *Wehrli U.*, 1988. Eine dendroökologische Studie in der Umgebung von Krauchthal, Diplomarbeit am Botanischen Institut der Universität Basel, unveröffentlicht.

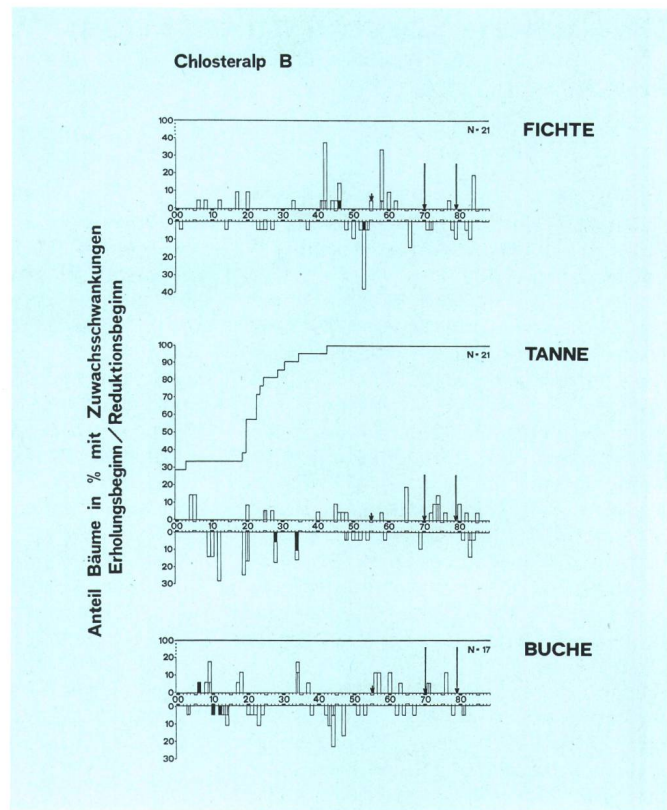


Fig. 20