

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 96 (1978)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Optischer Umweltschutz - Verpflichtung des Architekten  
**Autor:** Henn, Walter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73682>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

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

Baumstrünken; hohle Bäume, Baumrinde; Gestrüpp und Hecken, ungeschnittene Grasazonen; Hohlräume unter Bauten, Lagerstellen, Kompost und Abfalldeponien.

Nischen grösserer Ordnung sind Wald- und Gehölzlichtungen, Gewässerbuchten usw.

#### *Biotop*

Die im folgenden genannten Typen können auch als kleine spezialisierte Lebensräume in jedem Garten entstehen und verdienen durch ihre hohe biologische Bedeutung besondere Beachtung.

**Wiesen:** Wiesen sind vorwiegend durch Gräser bestimmte Krautgesellschaften. Auf humusreichen, gedüngten Böden entstehen Fettwiesen. Je nach Boden, Feuchtigkeitshaushalt und Bewirtschaftung differenziert sich die Pflanzenwelt. Der häufige Schnitt oder die Beweidung vernichtet die Wiesenblumen. Ihre Probleme sind die Verbuschung und die Mäuse! – An trockenen, humusarmen Lagen entstehen Trockenwiesen. Meist werden sie beweidet und sind rasenartig mit wertvollen hochspezialisierten Kräutern (Orchisarten usw.) bewachsen. Oft in Verbindung mit kahlen, offenen Stellen mit hervortretendem felsigem Untergrund, Steinhäufen, Trockenmauern und Böschungen. – Feuchtwiesen und Riede wachsen auf Böden mit hoher Bodenfeuchtigkeit oder temporär stehendem Wasser (Hang- oder Grundwasser).

**Hecken und Gehölze:** Es sind streifenförmige Strauch- und Baumgesellschaften auf allen Böden. Gute Besonnung ermöglicht eine vielfältige, durchmischte Pflanzenwelt und dichtverzweigten Bewuchs. Sie bilden hervorragende Nischen, gliedern die Landschaft und beeinflussen das Klima. Als Gestaltungsmittel sind sie von grösster Wichtigkeit.

**Feuchtstandorte:** Ständig oder temporär fliessende Kleingewässer wie Wiesen- und Meliorationsgräben sind ebenfalls landschaftsgliedernde Elemente. Oft sind sie sogenannte Vorfluter für das Niederschlagswasser unserer Siedlungsgebiete und damit bedeutende Reinigungs- und Wasseraufbereitungs-zonen. Ihnen gehört eine eigene hochspezialisierte Fauna und Flora. – Pflützen mit stehendem Regenwasser und Tümpel von geringem Ausmass und Tiefe, oft mit nicht ganzjährigem Wasserstand sind wichtige Brutstätten vieler Pioniere. – Weiher und Teiche sind umfangreiche Gewässer mit grösserer Wassertiefe. Hier ist die Differenzierung schattiger und besonnter Uferpartien, verschiedener Wassertiefen und Böden wichtig.

**Zerstörungszonen:** Ursprünglich Bereiche natürlicher Zerstörung. Sie sind in unserer gebändigten Landschaft Zonen baulicher Eingriffe oder der Bodenbewirtschaftung, also Ersatzlandschaften. Erd-, Feld- und Kiesaushub schaffen temporäre Pioniersituationen. Mit ihren Tümpeln und Grundwasserweihern sind Kiesgruben auch langfristig bedeutende Pionierstandorte als Trockenbiotop wie Nassstandorte. Sie entsprechen einem frühen Zustand unserer Erdoberfläche! – Weitere Zerstörungssituationen sind Feld- und Gerölldeponien, Trockenmauern, Aufbrüche des Bodens wie Äcker, Erdrutsche, tierische Erdbauten wie Höhlen, Mäusegänge usw.

Unser einziges legitimes «Unordnungsbiotop» ist schliesslich der *Komposthaufen*. Er ist wichtig als Nische und Schutz- wie Überwinterungszone für Kleinsäuger, Kriechtiere und Insekten.

Adresse des Verfassers: *Eduard Neuenschwander*, Arch. BSA/SIA, Rütistrasse 38, 8044 Gockhausen-Zürich.

## Optischer Umweltschutz – Verpflichtung des Architekten

Von **Walter Henn**, Braunschweig\*)

Wenn etwas innerhalb der letzten hundert Jahre unsere Umwelt verändert hat, dann ist es die Industrie. Ob auf dem flachen Land oder in unseren Städten, die Industrie war überall der Ausgangspunkt aller Veränderungen. Aber während das flache Land – nicht als topographische Bezeichnung, sondern als Gegensatz zur Stadt – noch in weiten Bereichen von den Agrarstrukturen bestimmt wird, ist für die Stadt die Industrie zum Schicksal geworden. Das Wohl und Wehe unserer Städte, gleichgültig ob grosse oder kleine Städte, hängt von ihrer Industrie ab. Der Einbruch der Industrie in unsere Städte ist aber so vehement erfolgt, ohne Planung, ohne Steuerung, ohne Rücksicht auf die vielen Folgeerscheinungen, dass wir ohne Übertreibung von einer Zerstörung unserer Städte durch die Industrie sprechen können.

Veränderungen in der Struktur einer Stadt hat es im Laufe der Jahrhunderte häufig gegeben. Die Auflösung des mittelalterlichen Zunftwesens ist eine solche tiefgreifende Veränderung gewesen, und der Handel hat immer wieder Städte erblühen und schrumpfen lassen. Was aber mit dem Einzug der Industrie in unsere Städte sich so grundlegend verändert hat, ist ihre optische Erscheinung. Während die angedeuteten Veränderungen früherer Zeiten die optische Erscheinung, die Architektur einer Stadt zwar auch verändert

haben – aber die Veränderung führte immer wieder zu einem geschlossenen Eindruck einer Stadt – , hat die Industrie keine neue Stadtarchitektur hervorgebracht.

Woran liegt das? Was muss geschehen? Welche Rolle kann der Architekt übernehmen? Das sind die logischen Fragen, die sich einem stellen. Die Diskussion dieser Fragen führt ins Uferlose. Ich möchte die Frage: «Welche Rolle kann oder sollte der Architekt übernehmen» mit einem einzigen Satz beantworten: Er soll sich um die Architektur kümmern! Woran liegt es, dass die Architektur unserer Städte so trostlos geworden ist, und warum zeichnen sich gerade die Industriegebiete unserer Städte durch nicht zu überbietende Hässlichkeit aus?

#### **Die Kenntnisse des Architekten**

Das Bauen in unserer Zeit ist so komplex und so schwierig geworden, dass man bei einem Architekten für seine Tätigkeit als erstes ein besonderes Mass an Mut voraussetzen muss, sich immer wieder neuen Bauaufgaben zu stellen. Und die weitere Eigenschaft, die ein Architekt haben muss, heisst Allwissenheit. Schon Vitruv hat gefordert, ein Architekt «... muss im schriftlichen Ausdruck gewandt sein, des Zeichenstiftes kundig, in der Geometrie ausgebildet sein, mancherlei geschichtliche Ereignisse kennen, fleissig Philosophen gehört haben, etwas von Musik verstehen, nicht unbewandert in der Heilkunde sein, juristische Entscheidungen kennen, Kenntnisse in der Sternkunde und vom gesetzmässigen Ablauf

\*) Vortrag, gehalten anlässlich des Seminars der Union Internationale des Architectes in Budapest, 1977: «Industriesiedlungen als Elemente städtischer Strukturen und ihre Beziehungen zur Umwelt».

der Himmelserscheinungen besitzen...». Heutzutage ist dieser Wissenskatalog, über den ein Architekt verfügen sollte, ins Grenzenlose gewachsen. Ein Architekt muss heute etwas verstehen von Soziologie, Futurologie, Politologie, Ökologie, Klimatologie, Physiologie usw. usw., und nicht zu vergessen, er muss auch über die richtige Ideologie verfügen.

Wer so viel wissen muss, kann sich überall nur ein Halbwissen, zutreffender gesagt ein Viertelwissen, zulegen. Das wäre alles nicht so schlimm, wenn in diesem Meer des Wissens nicht die Architektur ertrinken, untergehen, von der Bildfläche verschwinden würde. Und diese Gefahr ist besonders für den Industriebau gegeben.

Die Industrie legt überall strenge Massstäbe an, alles muss rational begründbar sein, nachvollziehbar, quantifizierbar sein. Aus diesen Wertungen ergeben sich dann die Prioritäten, nach denen in der Industrie die Entscheidungen gefällt werden. In dieser Liste der Prioritäten steht die Architektur immer an letzter Stelle. Warum? Weil sie nicht logisch begründet werden kann, nicht von jedermann nachvollzogen werden kann und weil sie im besonderen nicht messbar und nicht quantifizierbar ist. Die vielen Fehlplanungen im Industriebau im weitesten Sinn, angefangen bei den Standortfragen und aufgehört bei den Einzelheiten eines Industriebaues, hängen damit zusammen, dass Planungsmethoden und Produktionsabläufe aus der übrigen Industrie auf das Bauwesen übertragen werden. Das Bauwesen ist aber mit der übrigen Industrie nur sehr bedingt vergleichbar. Es hat eine ausgesprochene Eigengesetzlichkeit. Deshalb haben auch die Industrialisierung des Bauens und die Vorfertigung im Bauen nicht die Erfolge gebracht, die man sich gewünscht oder die man erwartet hat. Die Serienfertigung, das Ziel jeder industriellen Produktion, ist im Bauen nur in ganz bestimmten Bereichen anwendbar. Jedes Bauwerk ist und bleibt im Grunde genommen immer eine einmalige, nicht wiederholbare Leistung. Wer das leugnet – bitte entschuldigen Sie meine selbstherrliche Meinung –, versteht nichts vom Bauen. Dass sich der Entwurf eines Bauwerkes, auch eines Industriebaues, nicht mit wissenschaftlichen Methoden nachvollziehen lässt, gibt dem Architekten aber kein Recht, sich den Mantel des Künstlerisch-Genialen umzuhängen. Der Architekt soll sich bemühen, soviel rationale Überlegungen wie nur irgend möglich in seinen Entwurfsprozess einfließen zu lassen; er muss sich nur im klaren sein, dass er damit allein nicht einen guten Entwurf zustande bringt.

### Leistung ist das Kriterium der Technik

Die gesamte Technik wird von dem Begriff der Leistung beherrscht. Es kommt nicht darauf an, wie eine Maschine aussieht, sondern was sie leistet. Der Nutzeffekt, der Wirkungsgrad sind die Kriterien der Technik. Und was ist die Leistung guter Architektur? Architektur leistet nichts, sie ist scheinbarer Überfluss, sie ist Luxus. Ja, nicht einmal ein einfaches Bauwerk, eine einfache Lagerhalle leistet etwas, das sich als Wirkungsgrad, als Nutzeffekt messen liesse: Ein einfaches Bauwerk gibt nur einen Schutz ab, Schutz gegen Witterungseinflüsse, sonst leistet es nichts.

Wie das Ventil eines Explosionsmotors aussehen soll, das ist eine Frage seiner Funktion. Es ist ein rein technisches Problem. Wie das Eingangstor einer Fabrik aussehen soll, ist zwar ebenfalls eine Frage seiner Funktion, und sie lässt sich sachlich und rational formulieren; aber ein Eingang zu einer Fabrik hat eben nicht nur zu funktionieren, sondern von ihm verlangt man «etwas mehr». Und dieses «Mehr» lässt sich weder sachlich noch rational, noch funktional fixieren. Jeder Eingang löst bei denjenigen, die durch ihn ein Bauwerk – oder in unserem Falle eine Fabrikanlage – betreten, unbewusste Reaktionen aus. Ich glaube, mehr brauche ich dazu

gar nicht zu sagen. Und diese Reaktionen hängen nicht von der funktionsgerechten Lösung des Einganges ab, sondern von seiner Gestaltung. Auf jedes Bauwerk reagiert jeder einzelne von uns nicht nur rational, sondern emotional, auch bei einem Industriebau. Und wenn den Architekten oft entgegengehalten wird, Industriebetriebe brauchten nicht gestaltet zu sein, sondern sie hätten nur zu funktionieren, dann genügt wohl der Hinweis, dass heute in den Industriebetrieben Hunderttausende von Menschen tagtäglich acht Stunden arbeiten; und diese Menschen haben einen Anspruch auf die Gestaltung der Fabriken, denn es sind ihre Arbeitsstätten. Das Aussehen einer Arbeitsstätte ist aber eine Frage der menschlichen Würde. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob der Gestaltung eines Industriebaues nicht wirtschaftliche Forderungen entgegenstehen. Die Wirtschaftlichkeit spielt in der gesamten Industrie eine ausschlaggebende Rolle.

Alle Aufwendungen in der Industrie sollen wirtschaftlich sein, das ist ja ein Grundprinzip der Industrie. Und dazu gehören selbstverständlich auch die Aufwendungen für die Industriebauten. Nichts ist dagegen einzuwenden, wenn nur klar und eindeutig definiert werden könnte, was unter Wirtschaftlichkeit eines Bauwerkes verstanden werden sollte oder könnte.

### Aufwand und Nutzen

Denn alle Betrachtungen über Wirtschaftlichkeit gehen von Gegebenheiten der Gütererzeugung, der Produktion oder des Handels aus. Es kommt immer auf eine Gegenüberstellung von Aufwand und Erfolg, von Input und Output an, oder allgemeiner gesagt: Grundlage aller Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist immer eine irgendwie geartete Kosten-Nutzen-Analyse. Und alle diese Überlegungen, Betrachtungen, Analysen sind auf Bauwerke nicht anwendbar. Warum? Man kann zwar das Input, den Aufwand, angeben, aber nicht das Output, den Nutzen. Der Nutzen eines Bauwerkes erstreckt sich immer über Jahrzehnte. Um ihm den Aufwand gegenüberzustellen, müssen beide – Aufwand und Nutzen – auf denselben Zeitraum bezogen werden; das ist zwar bezüglich der laufenden Bauunterhaltungskosten oder Baunutzungskosten möglich, aber nicht für die Investitionskosten. Entweder müssen sie auf die Nutzungsdauer umgelegt werden, oder die Nutzung muss auf den Zeitpunkt der anfallenden Investitionskosten zurückgerechnet werden. Beides ist sehr fragwürdig und kann nur unter Annahmen vorgenommen werden, die als rein subjektive Ermessensentscheidungen anzusehen sind.

Ich habe in meinem Institut für Industriebau solche wirtschaftlichen Untersuchungen durchgeführt. Es würde zu weit führen, darüber hier im einzelnen zu berichten. Vielleicht ist folgende Zahl viel eindrucksvoller und überzeugender: Die Industrie für elektrische Haushaltsgeräte ist ein besonders wichtiger Wirtschaftszweig geworden. Wir haben untersuchen lassen, in welchem Umfang der Endpreis eines solchen Gerätes – also Kühlschränke, Waschmaschinen, Elektroherde – von den baulichen Investitionen belastet wird. Er liegt nach Angaben der Herstellerfirmen – also nicht etwa von uns Architekten ermittelt, denn uns könnte man ja eine bestimmte Tendenz unterstellen, sondern von den Herstellerfirmen selbst ermittelt – bei 1 % bis 1,5 %.

Wenn sich also der Aufwand für einen Industriebau um etwa 5 % erhöhen sollte, weil man vielleicht an seine Architektur besonders hohe Ansprüche stellt, dann wirkt sich das auf den Endpreis der Haushaltgeräte mit 0,05 bis 0,075 % aus, also weniger als 0,1 %!

Eine zweite Zahl aus der chemischen Industrie: Ich habe in meinem Institut die Auswirkungen der Baukosten im Be-

reich der Chemie-Forschungsbauten untersuchen lassen, weil dort die baulichen Investitionen besonders hoch liegen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen: Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der chemischen Industrie werden durch die Investitionen für ihre Bauwerke mit 3,5 bis 7% belastet, je nachdem, was man alles unter die baulichen Investitionen rechnet. Versteht man darunter nur das installationsfreie Bauwerk, so belastet es die Forschung mit 3,5%. Werden also Forschungsbauten um 10% – das ist ein hoher Betrag! – aufwendiger gebaut, in unserem Falle: besser gestaltet, dann wird die Forschung mit 0,35% belastet.

Wer in Kenntnis dieser Zahlen noch den Einwand macht, die harten wirtschaftlichen Bedingungen der Industrie verbieten jeden Mehraufwand für die gute Gestaltung der Industriebauten, der ist – um mit den Griechen zu reden – ein Banause.

### Die Wirtschaftlichkeit von Industriebauten

Die Gründe für die vielen völlig falschen Betrachtungen über die Wirtschaftlichkeit unserer Industriebauten liegt auch darin, dass die heutigen Produkte der Industrie auf eine begrenzte Lebensdauer abgestimmt sind. Es kommt niemand auf den Gedanken, ein Fernsehgerät oder einen Kühlschrank oder ein Auto oder auch eine Werkzeugmaschine so zu konstruieren, dass alles nach 20 Jahren noch voll funktionsfähig ist. Unsere gesamte Produktion ist auf «kurzlebige» Wirtschaftsgüter abgestellt. Unsere Industriebauten, die wir planen und bauen, müssen aber mindestens zwanzig bis dreissig Jahre ihre Aufgabe erfüllen. – Nun höre ich Sie sagen: «Das ist ja gerade das Übel: die Architekten planen für die Ewigkeit – statt für zehn Jahre.» Das ist eines der so beliebten Schlagwörter unserer Zeit.

Wir können keine Bauwerke errichten, deren Standfestigkeit befristet ist. Die Standfestigkeit – die Sicherheit eines

Bauwerkes – darf nicht abnehmen, die Sicherheit darf keiner Abnutzung unterliegen, sie muss nach zwanzig Jahren noch genauso gross sein wie am Tage der Erstellung. Deshalb ist es ein Widerspruch in sich selbst, Bauwerke mit einer Standfestigkeit von zehn Jahren entwerfen zu wollen. Man kann Bauwerke planen, die leicht abzureissen sind; aber die Gründe für den Abbruch liegen dann nicht in ihrer Abnutzung.

Man kann das alles in einem Satz zusammenfassen: In unserer heutigen Gesellschaft, wo so vieles auf den Verbrauch und das Wegwerfen abgestellt ist, ist ein Bauwerk ein Fremdkörper geworden; es ist weder zum Verbrauch bestimmt noch zum Wegwerfen geeignet.

Wir reden soviel von Umweltverschmutzung. Wir wollen im Jahre 2000 aber nicht nur reine Luft atmen und sauberes Wasser trinken können, wir wollen künftighin auch in einer bewusst und gut gestalteten Umgebung leben; denn schlechte Architektur ist auch eine Umweltverschmutzung. Für diesen optischen Umweltschutz muss sich aber einer verantwortlich fühlen – und das ist die Aufgabe und Verpflichtung des Architekten. Es muss einer da sein, der dafür sorgt, dass die Fabrik der Zukunft nicht nur funktioniert, nicht nur wirtschaftlich produziert, sondern der auch dafür sorgt, dass eine Fabrik kein Ärgernis ist, weder für diejenigen, die in ihr arbeiten, noch für diejenigen, die an ihr vorübergehen. Das halte ich für die wichtigste Aufgabe, die der Architekt im Rahmen der vielen Fragen und Probleme, die die Industriensiedlung unserer Städte mit sich bringen, zu übernehmen hat. Sich für die Architektur verantwortlich zu fühlen, das ist letztlich die Aufgabe des Architekten; alle anderen Aufgaben sind nachgeordnet.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. h.c. *Walter Henn*, Direktor des Institutes für Industriebau der Technischen Hochschule Braunschweig.

## Modell eines Magnet-Sinnesorgans

Manche Vögel und Insekten – so etwa Brieftauben oder Bienen – orientieren sich auf ihren Flügen auch mit Hilfe des *Magnetfelds der Erde*. Diese Fähigkeit, Magnetfelder wahrzunehmen, wird als *Biomagnetismus* bezeichnet; sie zählt mit zu den rätselhaftesten Phänomenen der Biologie: Bisher konnte man für diesen «Magnet-Sinn» keine zufriedenstellende Erklärung finden. Jetzt haben Wissenschaftler des *Max-Planck-Instituts für Biochemie in Martinsried bei München* ein Prinzip entdeckt, nach dem der biologische Magnet-Kompass arbeiten könnte. Sie kamen der möglichen Lösung des Rätsels zufällig auf die Spur: Ein Gerät zur Messung der Oberflächenladung von Zellen entpuppte sich – auf recht kuriosen Umweg – als Modell eines Sinnesorgans, das auf magnetische Felder anspricht.

Es gibt dieses Messgerät, bekannt als *Zytopherometer*, schon seit rund 25 Jahren. Entwickelt wurde es von *Gerhard Ruhenstroth-Bauer*, Direktor am Institut. «Es ging damals um die Frage», erklärt Ruhenstroth-Bauer, «wie man Gewebszellen aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften charakterisieren kann. Eine dieser Eigenschaften ist ihre Oberflächenladung: Jede Zelle, gleich welcher Art, trägt fest fixiert an ihrer Oberfläche einen Überschuss an negativen elektrischen Ladungen.»

Mit dem Zytopherometer lässt sich die *Dichte der Oberflächenladung* bestimmen. Sein Kernstück ist eine flache Glaskammer, 20 Millimeter lang, zehn Millimeter hoch und 0,7 Millimeter tief, die an ihren Enden flaschenhalsartig zu-

läuft; in diese Enden sind Elektroden eingelassen. Die Kammer enthält eine elektrisch leitende Flüssigkeit, in der die Zellen, deren Ladung es zu bestimmen gilt, aufgeschwemmt werden: Legt man dann eine Gleichspannung an die beiden Elektroden, wandern die Zellen aufgrund ihrer negativen Ladung zur Anode. Dabei aber bewegen sie sich um so schneller, je dichter die Ladungen auf ihrer Oberfläche gepackt sind – man kann deshalb aus der Geschwindigkeit der Zellen ihre Ladungsdichte errechnen. Dazu misst man im Zytopherometer die Zeit, die eine Zelle braucht, um die Strecke zwischen zwei bestimmten Markierungen zu durchlaufen.

Wie die Messungen damals zeigten, stellt die Oberflächenladung tatsächlich ein charakteristisches Merkmal für die verschiedenen Zellarten dar – ein Merkmal allerdings, das erst in jüngerer Zeit für die Zell-Diagnostik interessant wurde. Zunächst schien das Verfahren keine wesentlich neuen Informationen zu liefern: «Wir konnten zwar deutliche Unterschiede – oft sogar sehr grosse – feststellen», so Ruhenstroth-Bauer, «doch die Verschiedenartigkeit der Zellen, die sich darin äusserte, war auch mit anderen, einfacheren Methoden nachweisbar.»

Erneute Hoffnung, mit dem Zytopherometer doch noch feinere Charakteristika von Zellen aufzuspüren, schöpfte man vor etwa acht Jahren. In Zusammenarbeit mit einem amerikanischen Gastwissenschaftler, *Roy Gunter*, entschloss man sich, senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes in der