



THEATERNEBEL ALS KOLLATERALSCHADEN BEIM STREIT UM DIE E-ZIGARETTE

Einleitung:

Theaternebel wird weltweit bereits seit mehr als 4 Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt. In vielen Bereichen wie Theater und Bühnenlicht und auch für technische Übungen ist er mittlerweile unerlässlich.

Natürlich gibt es gelegentlich Personen, die gegenüber Theaternebel kritisch eingestellt sind und Sorge haben, dass er schädigende Wirkung haben könnte. So findet man auch im Internet recht absurde Vorstellungen von dessen Wirkung.

Global haben seit seiner Markteinführung 1973 viele Millionen Menschen mit Theaternebel gearbeitet bzw. damit Kontakt gehabt. Der

**konservativ geschätzte Verbrauch an Nebelflüssigkeit
seit 1973 wird ca.**

4,7 Milliarden Liter weltweit betragen haben.

**Rechnerisch ergibt dies für 42 Jahre in einer Modellbetrachtung
bei Verwendung von 0,025 Ltr. Nebelfluid und gleichzeitiger
Anwesenheit von 50 Personen pro Vernebelungsereignis
10.000.000.000 Expositionsergebnisse.**

Angesichts dieser großen Zahlen hätten ernsthafte gesundheitlichen Belastungen/Reizungen, wenn sie denn wirklich auftreten würden, zu Konsequenzen geführt.

Die (ohnehin nur sehr selten geäußerten) Beschwerden sind die Gleichen, wie sie durch Erkältungen, trockene Luft und ähnliche alltägliche Belastungen hervorgerufen werden können. Daher ist eine sichere Unterscheidung selbst für Fachleute, wie HNO-Ärzte, schwierig.


Zwischen einer echten Reizung, (fachsprachlich chemisch/irritative Reizung) und lediglich einer Irritation bzw. einem Widerwillen oder einer banalen Heiserkeit wegen trockener Luft etc. differentialdiagnostisch, wie es der Mediziner nennt, zu unterscheiden, ist sehr schwierig. Eine Rötung oder ein Kratzen im Hals kann die verschiedensten Ursachen haben.

Es ist auch schon vorgekommen, dass sich ganze Personengruppen an einem Opernhaus für geschädigt befunden haben, bis sich herausstellte, dass die vermuteten Reiz- bzw. Gefahrstoffe auf labormäßigen Fehluntersuchungen beruhten (Krefelder-Nebelaffäre 1993).

Diese Affäre hatte ihren Anfang darin, dass man einem asthmakranken Musiker **gekündigt hatte**, der aus Sorge um seine Gesundheit bei Aufführungen mit viel Nebel seine Mitwirkung verweigerte. Daraufhin erklärten 40 Mitarbeiter des Theaters, dass auch sie sich durch Nebel geschädigt fühlten. Nachdem die Kündigung per Gerichtsbeschluss zurückgenommen wurde und sich auch herausstellte, dass die Laborbefunde bezüglich Gefahrstoffen falsch waren, beruhigten sich die Gemüter wieder.

Im Opernhaus Krefeld/Mönchengladbach wurde danach wieder in gleichem Umfang wie zuvor Theaternebel eingesetzt, selbst der sehr mies behandelte Musiker arrangierte sich damit.

Antrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) an die europäische Chemikalienbehörde ECHA:

Die vorgenannte Behörde hat aktuell einen Antrag an die oberste europäische Chemikalienbehörde gestellt, den Wirkstoff PG, der häufig in Theaternebel, aber auch in der sog. E-Zigarette als Verdampferflüssigkeit verwendet wird, zukünftig vom Hersteller/Einführer mit einem Gefahrensymbol,  dem Gefahrenhinweis **WARNUNG** sowie mit der Kennzeichnung „Kann die Atemwege reizen“ versehen zu müssen.

Wird diesem Antrag stattgegeben, müssten der Stoff und damit auch Nebelflüssigkeiten, die diesen in merklichen Mengen enthalten, als Gefahrstoffe eingestuft werden und würden dann auch verschiedenen **Einschränkungen bei der Verwendung etc. unterliegen**. Unter Umständen kommt sogar **ein Verbot zum Gebrauch in Innenräumen** zum Tragen. Dies wäre, wenn die Einstufung aus chemisch/toxikologischer Sicht gerechtfertigt

wäre, durchaus in Ordnung.

Aber gerade da liegt das Problem:

Die von der BAuA aufgeführten naturwissenschaftlichen Beweise für ein ernstes Risiko sind **gar nicht gesichert vorhanden bzw. zutreffend**.

Die Behörde stützt sich bei ihrem Antrag auf 17 Jahre alte, in Schweden durchgeführte Versuche, die mittlerweile als die **Wieslander et al.-Cockpitstudie** in Fachkreisen bekannt sind. Erstaunlicherweise ist diese die **einzigste Publikation mit Theaternebel am Menschen**, die im Antrag als vermeintlich beweiskräftig für die PG-Wirkung aufgeführt ist.

Es werden zwar weitere Studien unterstützend erwähnt, aber diese sind ebenfalls ca. 20 Jahre alt und betreffen Malerfarben, Zahncreme etc. aber auch Theaternebel, der jedoch aus anderen Substanzen bestand. Insofern werden sie als sogenannte »Hilfsbeweise« bezeichnet, obwohl sie nicht den Stoff PG direkt treffen.

Es werden auch Tierstudien mit PG erwähnt, bei denen man Versuchstiere, unter anderem auch Hunde, mit extrem hohen Dosen des Wirkstoffs in Nebelform zum Teil über Wochen belastet hat, sodass deren Fell durchtränkt war und sie durch die zwangsweise getragenen Einatmungsmasken im Bereich der Augen und der Nase Blutungen hatten.

Die Tiere mussten in diesen Versuchen

Nebelkonzentrationen von der 1000-fachen bis zur 5000-fachen Stärke ertragen,

wie sie üblicherweise auf Bühnen und Theatern vorkommen (50 g/m³ = Tierversuch, gegenüber ca. 40 mg/m³ = mittlere Nebeldichte am Theater bzw. ca. 10 mg/m³ = Dunst/Haze in Theatern, Studios, Bühnen).

Selbst bei sehr starken Nebelwirkungen kommen im Theater oder auf der Showbühne **maximal Konzentrationen von ca. 150 mg/m³** vor, weil bei höherer Menge das Geschehen auf der Bühne von Zuschauern und im Filmstudio von Kameras **nicht mehr wahrgenommen** werden kann. Man würde praktisch nur eine weiße Nebelwand statt den meist sensationell guten Darbietungen von Schlagersternen und gelegentlich nackten und blutverschmierten Theaterkünstlern sehen, was doch sehr schade wäre.

In einer dieser Tierstudien kommen sogar die Experimentatoren selbst zu dem abschließenden Ergebnis:

„Insgesamt hat die PG-Inhalationsbelastung von Ratten und Hunden nur ziemlich begrenzte toxikologische Ergebnisse erzeugt, was uns erlaubt, darauf zu schließen, dass eine PG-Exposition sicher am Menschen über die Atemwege unter Verwendung eines Kapillarrohr-Aerosolgenerators (CAG) vorgenommen werden kann.“

Overall, PG inhalation exposure in rats and dogs produced quite limited toxicological findings, and allowed us to conclude that CAG-PG exposures could be conducted safely in man by the inhalation route using the CAG.

Das bedeutet in anderen Worten, dass trotz der extrem hohen Belastung der Tiere mit PG die messbaren Effekte so gering waren, dass man PG unter normalen Umständen sehr wohl ohne Gefahr von Menschen einatmen lassen kann. Das ist der eigentliche Sinn solcher extremen Tierversuche, man prüft mit hohen Dosen, ob sich wirklich ernste Schäden zeigen, wenn nicht, dann **gelten die geprüften Stoffe als sicher für Menschen** und nicht als gefährlich, wie die BAuA es erscheinen lässt. [1]

Bevor erläutert werden soll, warum die wissenschaftlichen Beweise nicht stimmen und die Studien falsch sind, **ein Wort zum Hintergrund:**

Warum sieht sich eine Bundesbehörde nach 42 Jahren der Nichtreaktion veranlasst, jetzt plötzlich diesen Wirkstoff und damit indirekt Theaternebel zu reglementieren?

Offiziell erklärt die BAuA, dass sie verschiedene Internet-Diskussionen sozusagen „auf die Fährte“ geführt haben, dazu führt sie 3 (In Worten: drei!) Beispiele auf, das Bezeichneste ist:

<http://www.gutefrage.net/frage/nebel-von-nebelmaschine-gesundheitsschaedlich>

Die Bemerkungen dieses „Hobby-Toxikologen“ zu PG sind an Unkenntnis kaum zu überbieten, praktisch keine Aussage ist richtig, die aufgeführten (MAK-) Werte etc. gibt es z. B. gar nicht.

Der wirkliche Hintergrund ist die seit einigen Jahren in der Presse als auch in Fachkreisen ausgetragene **Diskussion über die E-Zigarette.**

In E-Zigaretten wird auch eine **Vernebelungsflüssigkeit ähnlich wie in einer Nebelmaschine** verwendet, die meist auch den Wirkstoff PG enthält. Sie enthält neben PG allerdings auch Nikotin und/oder div. Geschmacksstoffe, sog. Aromen. Die Wissenschaft streitet zurzeit, ob solche Mischungen für E-Zigaretten-Raucher als auch die Umwelt ein Risiko darstellen. Der Streit wird ziemlich verbittert, polemisch und ideologisch kontaminiert geführt, der Verfasser dieser Zeilen möchte als lebenslanger Nichtraucher daher kein Urteil dazu abgeben.

Chemisch saubere Theaternebel-Flüssigkeiten enthalten jedoch kein Nikotin und auch keine Geschmacksstoffe. Lediglich Spuren von Farbstoffen zur Kennzeichnung der verschiedenen Sorten werden ab und zu verwendet.

Der Öffentlichkeit wenig bekannt ist, dass es allerdings bestimmte Institutionen gibt, die ein starkes Interesse haben, die E-Zigarette zu reglementieren bzw. möglichst ganz zu verbieten. Zum einen geht es um den **Verlust von Tabaksteuern**, denn es ist von höchsten Gerichten noch nicht entschieden, ob auf eine Flüssigkeit, die nur Nikotin enthält oder sogar nur Geschmacksstoffe, Tabaksteuer erhoben werden kann, wie man es jetzt anstrebt.

Zum anderen geht es auch um die Sorge, dass die E-Zigarette Nichtraucher zum Rauchen verführt. Die in dieser Angelegenheit besonders aktive Medizinerin Dr. Pötschke-Langer hat sogar die Vorstellung, dass Schokoladen- und Lakritz-Zigaretten Kinder später zum Zigarettenrauchen animieren könnten.

Die bedeutsamste Institution, die an einer Verhinderung der E-Zigarette interessiert sein dürfte, ist jedoch **die pharmazeutische Industrie**. Und da gibt es eine Verbindung zu Dr. Pötschke-Langer, die einem Arbeitskreis der Pharmaindustrie angehört („Wissenschaftlicher Aktionskreis Tabakentwöhnung [WAT] e. V.“) Dieser war von einer „Tochter“ des Pharmariesens NOVARTIS ursprünglich einmal zur Vermarktung der eigenen Nikotinersatzprodukte ins Leben gerufen worden, wie eingeweihte Kreise berichten.

Sollte es sich nämlich herausstellen, dass die E-Zigarette ein geeignetes Mittel ist, Raucher von der richtigen Zigarette auf die unbestritten deutlich weniger gefährliche - manche Wissenschaftler sprechen sogar von ungefährliche - E-Zigarette »umzuleiten« dann **besteht für die pharmazeutische Industrie das Problem, dass ihr 600 Millionen Euro-Markt mit Nikotinplastern, Nikotin-Kaugummis und anderen Raucher-Entwöhnungsmedikamenten empfindliche Einbußen** erleiden wird.

Unter diesem Gesichtspunkt wird die Bemühung der BauA, jetzt den Wirkstoff PG auch über den Umweg Theaternebel zu reglementieren erklärlich. Denn es sind seit mindestens 17 Jahren **keine** neuen Studien, wissenschaftlichen Erkenntnisse oder Ähnliches zu gesundheitlichen Problemen, verursacht durch Theaternebel, irgendwo in Fachzeitschriften, medizinischen Datenbanken etc. veröffentlicht worden, sonst hätte die BauA sie ja auch im Antrag genutzt.

Warum sind die zur Begründung herangezogenen Studien, insbesondere die Cockpitstudie in ihren Ergebnissen falsch?

Es ist zunächst zu bemerken, dass der Wirkstoff PG seit mindestens 60 Jahren aus toxikologischer Sicht als praktisch ungefährlich gilt. Erst kürzlich hat die amerikanische Umweltbehörde EPA diesen Stoff erneut als **unbedenklich** bei oraler, dermaler **und inhalativer Aufnahme bestätigt**. Auch die amerikanische Lebensmittel- und Arzneimittelbehörde **FDA** stuft die Substanz seit Jahrzehnten als GRAS = **Generally Recognized As Safe**, also **allgemein als sicher** ein.

Auch alle anderen großen Studien kommen hinsichtlich dieses Stoffes zum gleichen Ergebnis. Den meisten Studienverfassern ist jedoch bisher entgangen, dass dieser Stoff seit 42 Jahren auch weltweit in Theaternebel eingesetzt wird. Deshalb wird oft behauptet, man habe keine Erfahrung mit der Inhalation dieses Stoffes. Richtig ist, man hat nicht danach gesucht und sich nicht mit dem Fachgebiet Theater bzw. Nebel beschäftigt.

Zu den genannten Studien jetzt direkt:

Die Schlüsselstudie der BAuA ist die Cockpitstudie, in der schwedisches Mediziner in einem Luftfahrt-Trainingscenter in Mittelschweden **1998** einige Tests mit „zufällig“ dort übenden Piloten durchgeführt haben [2].

Der technische Teil der Veröffentlichung ist jedoch so **mangelhaft dokumentiert**, dass man weder genau erfährt, ob der Nebel während des eigentlichen Trainings im Cockpit zur Simulation als Brandrauch verwendet wurde, oder ob die Versuchspersonen nur kurzzeitig nebenbei zu Testzwecken dem Nebel ausgesetzt wurden.

Es ist nicht einmal zweifelsfrei zu erkennen, woraus die dort verwendete Nebelflüssigkeit speziell bestanden hat. Die Autoren sprechen von einer **handelsüblichen PG-Lösung zur Raucherzeugung** (*Commercial PG-Solution for smoke generating*). Es wird weder erklärt, worin dieses PG gelöst war (Solution?), noch woher die Flüssigkeit stammt, denn solch eine Bezeichnung wäre für Nebelflüssigkeiten völlig außergewöhnlich, auch in Schweden werden Nebelflüssigkeiten so nicht angeboten. Auch wird **keine chemische Analyse der Flüssigkeit**, kein Datenblatt oder etwas anderes Erklärendes bezüglich der kompletten Inhaltsstoffe vorgestellt. Auch zur Reinheit und Sauberkeit der Substanz (Fabrikneu?) wird nichts gesagt.

Genauso mangelhaft ist die Beschreibung des Versuchsraums, der Leser erfährt lediglich, dass in den Übungsräumen eine vergleichsweise niedrige Luftfeuchtigkeit von 34 % rH geherrscht hat, die wie Fachleute wissen, durch Theaternebel noch reduziert werden kann.

Auch wird rein gar nichts über die klimatischen Bedingungen wie Lüftung, Luftwechselrate oder Raumgröße etc. berichtet, auch über **die Art des Nebelgeräts**, dessen Temperaturen, dessen Qualität oder dessen Wartungszustand findet sich kein Wort in der Studie. Alle Nebelfachleute wissen, dass **schlecht gewartete Nebelgeräte geruchlich belästigen** und das unreine Nebelflüssigkeiten zumindest unangenehme Gerüche erzeugen.

Aber das ist noch nicht alles: Über die Art und Weise, wie die Nebel-Dichte während des 8-stündigen Versuchsablaufs konstant gehalten wurde, findet sich ebenfalls keine Angabe. Aufgrund einer Messkurve in der Studie kann man vermuten, dass die Nebel-Dichte nur durch gelegentliches Betätigen des „Nebel-Schalters“ bzw. einer Fernbedienung »aus dem Handgelenk« per Augenmaß erzeugt wurde.

Zwar haben die Untersucher alle 30 Minuten eine Luftprobe gezogen, jedoch mit einem Prüfsystem, dass die **reine Gasphase, jedoch nicht das Aerosol**, also den eigentlichen Nebel, sicher erfassen konnte. (Angabe der Herstellerfirma, die auch ein Prüfsystem für Aerosole anbietet, welches jedoch nicht verwendet wurde). Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Tester in ihrer Ahnungslosigkeit, weil PG nur einen sehr flüchtigen, kurzlebigen Nebel erzeugt und damit eigentlich für Brandrauchsimulationen völlig ungeeignet ist, immer wieder nachgebelt haben. Dadurch erklären sich die schwankenden und **ungewöhnlich hohen und unnötigen Konzentrationen** im Trainingsraum.

Aber das ist immer noch nicht alles: Wegen der ungenügenden Dokumentation bleibt unklar, wie die Versuchsteilnehmer auf die Tests vorbereitet wurden, denn sie hatten **vorher noch nie mit Theaternebel geübt**. Was wurde ihnen gesagt, wurden sie darauf hingewiesen, dass Theaternebel ungefährlich oder ist ihnen gar gesagt worden, dass er möglicherweise reizend ist? Zusätzlich mussten die Versuchsteilnehmer **vorher** an teils unangenehmen medizinischen Tests teilnehmen, zum Beispiel einem Augen-Test*, bei dem diese bis zum Eintritt des Schmerzreizes ohne zu Blinzeln geöffnet bleiben mussten. Also bereits durch den Test trat eine Reizung ein (*Tränenfilm-Stabilitätstst).

PG hat neben einem süßen Geschmack auch eine **bittere Komponente**, die in höheren Konzentrationen als widerlich empfunden wird. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Reizwirkungen in Wirklichkeit **durch Widerwillen/Angst und den bitteren Geschmack** verursacht wurde.

Aus diesem Grund werden **für Notfalltrainings** mit hoher Nebeldichte Fluide verwendet, die weniger PG enthalten, stattdessen andere Komponenten, **die den Geschmack verbessern** und gleichzeitig für einen länger stabilen Nebel sorgen.

Was die ganze Sache in einem zusätzlich anderen Licht erscheinen lässt ist, dass die **Versuchsteilnehmer wussten, dass sie früher oder später dem Theaternebel während ihrer Flugübungen ausgesetzt werden** und das dann die Übungen durch den Nebel deutlich erschwert werden würden. Der Bericht macht klar, dass die an den Tests beteiligten Personen **nie zuvor beruflich mit PG in Kontakt gekommen waren**.

Für sie war also der Test mit Nebel neu und sie standen deshalb ziemlich sicher unter **sehr starkem Stress** bzw. **Versagensangst**. Auch das häufige Zischen der Nebelmaschine kann das Bedrohungsgefühl noch weiter verstärkt haben.

Solche Übungen für Piloten dienen dazu, zu prüfen ob diese in Notfällen richtig reagieren. Werden solche Prüfungen nicht erfolgreich bestanden und bei einer Wiederholung die Aufgaben auch nicht befriedigend gelöst, besteht für die Teilnehmer **das Risiko, ihre Fluglizenz etc. zu verlieren.**

Aber das ist immer noch nicht alles:

In der Cockpit-Studie selbst wird eine andere Untersuchung beschrieben, bei der **krank Kinder** in einem Hospital täglich **24 Stunden lang über mehrere Wochen einer PG-Nebelkonzentration bis zu 94 mg/m³** zwecks Luftsterilisation **ausgesetzt waren** und dabei **keine negative Wirkungen auf die Schleimhäute der oberen Atemwege** gefunden wurden.

Auf der einen Seite wird so behauptet, dass Erwachsene innerhalb 1 Minute Hustenreiz, Tränenfluss und leichte Atemnot etc. mit dem PG-Nebel erlitten hätten, andererseits, dass vorerkrankte Kinder selbst bei **wochenlangem Aufenthalt in PG-Nebel keine Beschwerden gehabt haben.** [3]

Die Veröffentlichung ist fachsprachlich „im Design mangelhaft“ und hinsichtlich Dokumentation und technischer Ausführung laienhaft ausgedrückt „grottenschlecht“ durchgeführt worden. Sie ist aus wissenschaftlicher Sicht völlig inakzeptabel, weil keine randomisierten Probanden verwendet, keine Kontrollgruppe etabliert und keine Wiederholungsversuche unter kontrollierten Laborbedingungen vorgenommen wurden und weil **eine Teilnehmerzahl von 27 Personen keine Stichprobenzahl ist, aus der verlässlich statistische Belege** ermittelt werden können.

Dafür, dass die Cockpit-Studie Wieslander et al. **kein ernst zu nehmendes Ergebnis erbracht hatte, spricht auch eindrucksvoll die Tatsache**, dass die Studie mit Fördergeldern von Institutionen mit hohem Interesse an Arbeitnehmersgesundheit unterstützt wurden (The Swedish Council for Worklife Research, The Swedish Foundation for Health Care Sciences and Allergy Research, and The Swedish Association against Asthma and Al-

lergy). Diese veranlassten weder weitere Studien, wie von den Autoren gefordert, noch das **sich in Schweden in den nachfolgenden 17 Jahren bei der Verwendung von Theaternebel in Notfalltrainings, Theatern, Diskotheken etc. Verbote oder Einschränkungen ergeben mussten.**

Auch die Autoren selbst zögerten 3 Jahre von 1998 bis 2001 mit der Veröffentlichung, was im Gegensatz zu der behaupteten Bedeutung für die Gesundheit von Übungsteilnehmern nicht für eine Überzeugung der Autoren in das Ergebnis spricht. **In Schweden werden weiterhin Nebelflüssigkeiten mit PG allgemein eingesetzt.**

Die wichtigste Regel in der Wissenschaft, dass ein Experiment so gut dokumentiert werden muss, dass ein anderer es wiederholen kann, ist ohnehin **gröbsten verletzt**. Es bedarf bei Durchsicht der Originalstudie außer guten Englischkenntnissen eigentlich nur den gesunden Menschenverstand, um zu erkennen, dass hier ein Ergebnis zusammengeschustert wurde, das die Bezeichnung »wissenschaftliche Studie« nicht verdient.

Diese Wertung ist nicht nur deshalb zutreffend, weil der Verfasser dieser Zeilen dies so sieht, sondern weil eine beachtliche Zahl von Toxikologen, Lebensmittelchemikern und anderen Fachleuten zu gleichen Ergebnissen gekommen sind und jeder Interessierte es nachprüfen kann

Daher ist zu fordern, dass die ECHA den Antrag ablehnt. Die BAuA hätte sich mit den beteiligten Verkehrskreisen und den Fachgremien wie dem VPLT, der DTHG und anderen Experten zuvor um einen Sachstandsaustausch bemühen sollen. Bedauerlicherweise hat sie dies gerade nicht getan, sondern den Antrag mehr oder wenig unauffällig eingereicht, sodass Interessierte von dem Vorgang nur durch Zufall und damit sehr spät erfahren haben.

Weitere Informationen finden Interessierte auf der Homepage des Verfassers (www.safex.de).

Günther Schaidt

OSCAR-Preisträger 1983 Hollywood (Scientific and Engineering Academy Award) für die Entwicklung eines ungiftigen Nebelfluids • VPLT / DTHG / VPI - Mitglied
• Inhaber der GÜNTHER SCHAIDT-SAFEX®-CHEMIE GMBH - SCHENEFELD - www.safex.de

- [1] Werley MS, McDonald P, Lilly P, Kirpatrick D, Wallery J, Byron P, Venitz J, 2011, Non-clinical safety and pharmacokinetic evaluations of propylene glycol aerosol in Sprague-Dawley rats and Beagle dogs, Toxicology, 287, 76-90
- [2] Wieslander G, Norbäck D, Lindgren T, 2001, Experimental exposure to propylene glycol mist in aviation emergency training: acute ocular and respiratory effects, Occup. Environm. Med., 58, 649-655
- [3] Harris TN, Stokes Jr. Air-borne cross-infection in the case of common cold. A further study on the use of glycol vapors for air sterilization. Am J Med Sci 1943 206:631-6.

Anmerkung:

Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens

Reproduzierbarkeit:

- Die **Reproduzierbarkeit** besitzt in der Wissenschaft einen hohen Stellenwert. Sie bedeutet die Wiederholbarkeit von empirisch-wissenschaftlichen Forschungsergebnissen.

Sie ist eine **Grundanforderung an wissenschaftliche Experimente**. Eine sorgfältige Protokollierung von experimentellem Aufbau und Versuchsdurchführung gehört zur guten naturwissenschaftlichen Praxis.

- Ein experimentelles Ergebnis gilt erst als verlässlich, wenn es von unabhängigen Forschern *nachvollzogen* worden ist.

Versuchsprotokoll:

- Zur Überprüfbarkeit eines Experiments bedarf es einer exakten Protokollierung der Versuchsdurchführung. Es gehören dazu die genaue Auflistung der Ausgangssubstanzen bzw. Ausgangsbedingungen, genaue Mengenangabe verwendeter Stoffe, Beschreibung der verwendeten Geräte und wichtiger Rahmenbedingungen usw. Die Durchführungsbeschreibung muss genaue Auskunft darüber geben, wie der Versuch gemacht wurde.

Feldexperiment:

Feldexperiment finden nicht in einem Untersuchungsraum bzw. Labor statt, sondern im natürlichen Umfeld. Bei **Feldexperimenten mit Menschen wissen die Versuchspersonen nicht, dass sie an einem Experiment teilnehmen**, sodass ihr Verhalten völlig „natürlich“ ist.

Quasi-Experiment

Quasi-experimentelle Versuche **ohne Kontrollgruppe**

Im Hinblick auf interne Validität unterliegen diese vielfältigen Beeinträchtigungen. So ist eine Ableitung von Schlussfolgerungen nur **durch einen Ausschluss von Alternativerklärungen** möglich.

Beim Quasi-Experiment findet keine randomisierte Zuordnung von Versuchspersonen zu den Experimental- oder Kontrollgruppen statt..

Der **Mangel an Randomisierung** führt zu Störvariablen, welche die interne Validität beeinträchtigen. Die interne Validität als das wichtigste Gütekriterium von Experimenten ist die kausale Zurückführung einer Verhaltens- oder Merkmalsänderung der abhängigen Variable auf die Veränderung der unabhängigen Variable.

- Indikation des Quasi-Experiments
 - wenn keine randomisierte Zuteilung von Probanden zu den Untersuchungsgruppen möglich ist.
 - wenn unabhängige Variablen einer Manipulation durch die Untersuchungsleitung ausgesetzt sind.
 - wenn Interventionen erfolgen, die die abhängige Variable der Untersuchung beeinflussen.
- In einem Experiment unterscheidet sich die **Beobachtung** von der unsystematischen Wahrnehmung durch ihre angestrebte Beobachterunabhängigkeit. Bei jedem Versuch **ist auszuschließen, dass die Erwartungen – oder sogar die bloße Anwesenheit – des Experimentators das Versuchsergebnis** beeinflusst.
- Effekte, die zu Fehldeutungen führen können, wie z. B. der Konfundierungseffekt, müssen durch die konkrete Versuchsanordnung vermieden werden.