

Methoden der Epidemiologie

Eine Einführung in die Methoden der Epidemiologie, deren Möglichkeiten und Grenzen von Priv.-Doz. Dr.-Ing. Dr. med. habil. Otto Petrowicz, Institut für Experimentelle Chirurgie der Technischen Universität München.

Was ist Epidemiologie?

Der Begriff „Epidemiologie“ wird im klinischen Wörterbuch PSCHYREMBEL (256. Auflage) wie folgt beschrieben:

Ursprünglich Seuchenkunde; heute Wissenschaftszweig, der sich mit der Verteilung von übertragbaren und nichtübertragbaren Erkrankungen und deren physikalischen, chemischen, psychischen und sozia-

len Determinanten und Folgen in der Bevölkerung befaßt. Der Schwerpunkt liegt bei der Epidemiologie auf ihren Methoden, die eine zielbestimmte Zusammenfassung von Methoden u.a. insbesondere aus den Bereichen der Statistik, der Demographie und der klinischen Wissenschaften sind.

Eng verknüpft mit der Epidemiologie ist die Biometrie oder medizinische Statistik, deren Aufgabe die Anwendung mathematischer und vor allem stochastischer Verfahren

ist, um zufallsabhängige oder -unabhängige Phänomene zu erkennen, zu modellieren und dadurch deren Strukturen und Variabilität zu erkunden.

Bei den statistischen Methoden der Epidemiologie unterscheidet man als Teilbereiche die **deskriptive Epidemiologie**, die Krankheitsentstehung, -verlauf und -modifikation beschreibt, wohingegen die **analytische Epidemiologie** versucht, quantitative Aussagen über pathogenetische und verlaufsbeeinflussende Faktoren

Epidemiologische Studien unterscheiden sich hinsichtlich der Datengewinnung und Stichprobenauswahl:

1. Zeitlich orientiert nach Vergangenheit (retrospektiv) oder Gegenwart und Zukunft (prospektiv) bei der Datenerhebung,
2. orientiert nach Untersuchungsgruppen und
3. orientiert nach Untersuchungsverfahren.

Die wichtigsten Studienformen sind:

SCREENING-STUDIEN

Verfahren, in denen in definierten Bevölkerungsgruppen Individuen mit einem bestimmten Merkmal oder Krankheit herausgefiltert werden.

KRANKHEITSREGISTER

Zusammenstellung patienten-, fall- oder krankheitsbezogener Daten über Auftreten und/oder

Verlauf von Krankheiten für die Gesamtbevölkerung oder einzelne Bevölkerungsgruppen.

SURVEY-STUDIEN

Überblickstudien anhand von repräsentativen Stichproben aus verschiedenen Bevölkerungsgruppen, um Einstellungen, Meinungen und Verhaltensweisen zu ermitteln (vergl. auch Wahlprognosen und Meinungsforschung in der Soziologie).

RETROSPEKTIVE STUDIEN

Studien zur Untersuchung vermuteter Ursachen aus vergangenen Ereignissen, wie z.B. Krebshäufigkeiten, abhängig von vergangenen Strahlenexpositionen oder Leukämiehäufigkeit bei Kindern als Ursache von EMF-Exposition.

PROSPEKTIVE STUDIEN

Untersuchungen an Trägern eines Merkmals und Beobachtung zukünftig eintretender Effekte.

zu machen. Diese quantitativen Aussagen sind aber wiederum nur Wahrscheinlichkeiten, üblicherweise bezeichnet als Irrtumswahrscheinlichkeit $P < 0,05$ und $P < 0,01$ oder als 5%- und 1%-Signifikanzniveaus, und keine als absolut gesichert zu verstehende Schlüsse.

Beide Teilbereiche, deskriptive und analytische Epidemiologie, nehmen nur einen beobachtenden Standpunkt ein.

Fall-Kontroll-Studien und Kohortenstudien

Von größtem Interesse im Zusammenhang mit Umweltfragen, wie z.B. der Exposition von biologischen Systemen mit niederfrequenten (16 ²/₃ Hz und 50 Hz) elektrischen und magnetischen Feldern bzw. hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (Radiowellen, Mobilfunk, Mikrowellen) sind retrospektive und prospektive Studiendesigns. Im weiteren werden diese genauer charakterisiert und zum besseren Verständnis epidemiologischer Studien, deskriptive bzw. analytische Grundlagen der statistischen Methoden, erläutert.

Bei der **Fall-Kontroll-Studie** wird einer Gruppe von Personen, mit einem oder mehreren in der Vergangenheit vorhandenen Risikofaktoren (Fall-Gruppe), eine gut vergleichbare Gruppe von Personen gegenübergestellt, die frei von den betreffenden Risikofaktoren waren (Kontroll-Gruppe), und das Risiko einer damit hypothetisch im Zusammenhang stehenden Erkrankung bestimmt. Die mit Risikofaktoren behaftete Gruppe wird im weiteren als „exponierte Gruppe“ und die Einwirkung der Faktoren als „Exposition“ bezeichnet.

Bei einer **Kohorten-Studie** geht man zeitlich vorausschauend (prospektiv) von einer Gruppe (Kohorte) aus, die über einen längeren Zeitraum beobachtet wird (Verlaufsstudie), z.B. von einer Geburtsjahrgangskohorte. Eine Teilgruppe ist einem besonderen Risiko ausgesetzt und wird mit einer anderen Gruppe verglichen, die dieses Risiko nicht besitzt. Nach einer Zeit wird dann in beiden Gruppen festgestellt, wie häufig bestimmte Erkrankungen sind. Aus den Erkrankungsdaten wird dann das Risiko bestimmt.

Relatives Risiko und Chancen-Verhältnis (Odds Ratio)

Erkrankungen sind von verschiedenen Umständen abhängig:

1. Vom Grad der Exposition gegenüber einer krankheitserregenden Ursache oder Noxe,
2. vom Grad der Anfälligkeit des Individuums und
3. von möglichen anderen schädigenden Faktoren.

Ziel der Epidemiologie ist es, jeder Krankheit einen oder ggf. mehrere sogenannter Risikofaktoren sowohl im weiteren als auch im engeren Sinne zuzuordnen. Identifiziert werden können sie anhand der genannten **Fall-Kontroll-Studien** oder **Kohorten-Studien**. Alle Merkmale werden als Risikofaktoren eingestuft, die einer Erkrankung zeitlich vorausgehen und mit der Krankheit kausal verknüpft sind. Neben den zu untersuchenden Risikofaktoren für ein bestimmtes Krankheitsbild kann es aber auch andere Faktoren geben, die **Mitursachen** oder **Confounding Factors** genannt werden.

Unterschieden werden insgesamt vier Fallzahlen:

- a = Anzahl aufgetretener Erkrankungen in der Kontroll-Gruppe oder Kohorte mit Risikofaktor
- b = Anzahl ohne Erkrankungen in der Kontroll-Gruppe oder Kohorte mit Risikofaktor
- c = Anzahl aufgetretener Erkrankungen in der Kontroll-Gruppe oder Kohorte ohne Risikofaktor
- d = Anzahl ohne Erkrankungen in der Kontroll-Gruppe oder Kohorte ohne Risikofaktor

Mit den Häufigkeiten a bis d (Risikofaktor und Krankheit jeweils vorhanden oder nicht vorhanden), kann eine sogenannte Vier-Felder-Tafel erstellt werden, in der Form:

		Krankheit	
		+	-
Risiko- faktor	+	a	b
	-	c	d

Prospektiv anhand von Kohorten-Studien kann man von einem Faktor ausgehen und die Neuerkrankungsrate bei Exponierten und Nicht-Exponierten vergleichen.

Als Relatives Risiko $\bar{\psi}$ (Psi) ist dann definiert:

$$\bar{\psi} = \frac{\text{Erkrankungsrate bei Exponierten}}{\text{Erkrankungsrate bei Nichtexponierten}}$$

$$= \frac{a / (a + b)}{c / (c + d)} = \frac{ac + ad}{ac + bc}$$

Je größer das Relative Risiko ist (< 1), desto eher läßt sich ein kausaler Zusammenhang zwischen der Exponiertheit und der Erkrankung postulieren.

Retrospektiv, anhand von Fall-Kontroll-Studien, muß man von einer Erkrankung ausgehen und das

EPIDEMIOLOGIE

Relative Risiko über die Odds-Ratio OR oder $\bar{\omega}$ (Omega) indirekt schätzen.

$$\bar{\omega} = \frac{a}{c} : \frac{b}{d} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$

(Odds sind $\frac{a}{c}$ und $\frac{b}{d}$)

Die Schätzung ist aber nur dann zu akzeptieren, wenn a und c << als b und d, d.h. das Produkt a • c klein ist gegenüber b • d.

Geht man über auf die Wahrscheinlichkeiten P, so erhält man:

$$P(K|R) = \frac{a}{a+b} \quad \text{Wahrscheinlichkeit, mit dem Risiko (R) an der Krankheit (K) zu erkranken}$$

$$P(\bar{K}|R) = \frac{b}{a+b} \quad \text{Wahrscheinlichkeit, mit dem Risiko (R) nicht zu erkranken (\bar{K})}$$

$$P(K|\bar{R}) = \frac{c}{c+d} \quad \text{Wahrscheinlichkeit, ohne Risiko (\bar{R}) an der Krankheit (K) zu erkranken}$$

$$P(\bar{K}|\bar{R}) = \frac{d}{c+d} \quad \text{Wahrscheinlichkeit, ohne Risiko (\bar{R}) nicht zu erkranken (\bar{K})}$$

Es kann mit den Wahrscheinlichkeiten, ähnlich der vorhergehenden Vier-Felder-Tafel, eine Tabelle erstellt und folgende Parameter bestimmt werden:

	K	\bar{K}	Σ
R	P(K R)	P(\bar{K} R)	P(R)
\bar{R}	P(K \bar{R})	P(\bar{K} \bar{R})	P(\bar{R})
Σ	P(K)	P(\bar{K})	1

Das dem Risikofaktor zuschreibbare **Risiko** $\bar{\delta}$ (Delta) berechnet sich aus

$$\bar{\delta} = P(K|R) \cdot P(K|\bar{R})$$

das **relative Risiko** $\bar{\psi}$ (Psi) aus

$$\bar{\psi} = \frac{P(K|R)}{P(K|\bar{R})}$$

und die **Odds Ratio** oder das **Chancen-Verhältnis** $\bar{\omega}$ (Omega) aus

$$\bar{\omega} = \frac{P(K|R)}{P(K|\bar{R})} : \frac{P(\bar{K}|R)}{P(\bar{K}|\bar{R})} = \frac{P(K|R) \cdot P(\bar{K}|\bar{R})}{P(K|\bar{R}) \cdot P(\bar{K}|R)}$$

Für

$$\bar{\delta} > 0, \quad \bar{\psi} > 1 \quad \text{und} \quad \bar{\omega} > 1$$

hat der untersuchte Faktor den Charakter eines Risikofaktors. Dies gilt aber nur für prospektive Kohortenstudien. Bei retrospektiven Fall-Kontroll-Studien kann $\bar{\psi}$ nicht berechnet werden. $\bar{\delta}$ und $\bar{\omega}$ sind als Schätzwerte auch nur dann zu akzeptieren, wenn

- die „Fälle“ und „Kontrollen“ tatsächlich vergleichbar sind und
- „Fälle“ bzw. „Kontrollen“ repräsentative Stichproben aus den Grundgesamtheiten sind.

χ^2 (Chi²)-Test nach Pearson, Mantel und Haenzel

Inwieweit ein echter Risikofaktor vermutet werden kann, wird mit dem χ^2 -Test nach **Pearson, Mantel und Haenzel** ermittelt. Unter Zugrundelegung der Vier-Felder-Tafel und der Gesamtzahl der in der Studie untersuchten Fälle n wird die Prüfgröße χ^2 berechnet zu:

$$\chi^2 = \frac{(n-1) \cdot (ad - bc)^2}{(a+b) \cdot (c+d) \cdot (a+c) \cdot (b+d)}$$

Geprüft wird nach der Nullhypothese H_0 :

Es gibt keine Unterschiede zwischen Fall-Gruppe und Kontrollen, also liegt mit der Irrtumswahrscheinlichkeit P kein Risikofaktor vor;

oder nach der Alternativhypothese H_A :

Es liegt mit der Irrtumswahrscheinlichkeit P ein Risikofaktor vor.

Für die Prüfung nach der Nullhypothese H_0 gilt:

$$\chi^2_{\text{berechnet}} > \chi^2_{FG;\alpha;\text{Tabelle}}; \quad H_0 \text{ wird auf dem Niveau } \alpha \text{ abgelehnt.}$$

$\chi^2_{FG;\alpha;\text{Tabelle}}$ ist den Tabellen der χ^2 -Verteilung für FG(Freiheitsgrade) = 1 und $\alpha = 0,05$ (5 % = Signifikanzniveau) oder $\alpha = 0,01$ (1 % = Hochsignifikanzniveau) zu entnehmen.

Dazu folgendes Beispiel (abgeändert aus L. SACHS):

	krank	nicht krank	Σ
exponiert	25	95	120
nicht exp.	52	598	650
Σ	77	693	770

$$\chi^2 = \frac{769 \cdot (25 \cdot 598 - 95 \cdot 52)^2}{120 \cdot 650 \cdot 77 \cdot 693} = 18,513$$

Der zutreffende Wert in der χ^2 -Tabelle für $\alpha = 0,05$ und FG = 1 lautet $\chi^2 = 3,841$. Damit liegt ein auf dem vorgegebenen 5%-Niveau ($18,513 > 3,841$) ein Risikofaktor vor. Tatsächlich kann ein $P << 0,05$ ermittelt werden. Das festgelegte Niveau ist aber $\alpha = 0,05$ und diesbezüglich wird auch über die Testergebnisse entschieden.

Werden mehrere Faktoren oder Untergruppen im Rahmen einer Studie überprüft, muß der Fehler 1. Art α korrigiert werden (α -Adjustierung). Wird z.B. neben Exponierten und Nichtexponierten auch noch zwischen Männern und Frauen unterschieden und die Prüfung auch auf diese Untergruppen ausgedehnt, so reduziert sich die relevante Signifikanzschranke auf $P < 0,025$, also $\alpha/2$ (BONFERRONI-

Adjustierung). Diese zwingend vorgegebene Adjustierung bei multiplen Vergleichen wird nur allzu selten beachtet und gilt nicht nur bei epidemiologischen Studien, sondern bei allen Anwendungen analytischer statistischer Methoden, wo Mehrfachvergleiche an gleichen Kollektiven durchgeführt werden.

95%-Vertrauensbereich (Confidenzintervall CI)

Der 95%-Vertrauensbereich, allgemein auch als Confidence Interval mit der Abkürzung CI bezeichnet, kann für das Relative Risiko ψ und für das Chancen-Verhältnis (die Odds Ratio) ω wie folgt durch die Intervallgrenzen angenähert werden:

$$CI_{\psi,95\%} = \bar{\psi}^{(1 \pm 1,96 / \sqrt{z^2})}$$

$$CI_{\omega,95\%} = \bar{\omega}^{(1 \pm 1,96 / \sqrt{z^2})}$$

Welche Bedeutung hat nun dieses 95%-Confidence Interval?

Man versteht darunter ein geschätztes oder errechnetes Intervall, welches den wirklichen, aber unbekanntem Parameter (ψ oder ω) mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit einschließt. Das heißt, wir betrachten in Studien nicht die Grundgesamtheit aller möglichen Fälle, sondern nur Ausschnitte oder Stichproben (siehe aktuelles Lexikon) und versuchen, aus diesen Teilmengen der Grundgesamtheit Schätzwerte zu berechnen ($\bar{\psi}$ und $\bar{\omega}$). Das errechnete Intervall ist der Bereich, in dem sich schätzungsweise der tatsächliche Wert der Grundgesamtheit (ψ oder ω) mit einer prozentualen Wahrscheinlichkeit, in diesem Fall von 95 %, befindet. Damit ($\bar{\psi}$ und $\bar{\omega}$) überhaupt als Risikofaktor oder Odds-Ratio in Fra-

ge kommen, müssen beide größer als „1“ sein.

Dies bedeutet für das Konfidenzintervall praktisch: Liegt der Wert „1“ außerhalb der errechneten Grenzen von CI, kann ein statistisch signifikantes Relatives Risiko oder Odds Ratio angenommen werden. Liegt „1“ innerhalb des CI, so ist dies nicht der Fall. Bei letzterem sind Aussagen auf ein trendweises Bestehen eines Risikos reine Spekulation.

Als Beispiel für diese Tatsache sollte auf eine Diskussion von sieben epidemiologischen Studien über das Risiko von Leukämieerkrankungen im Kindesalter im Zusammenhang mit magnetischen Feldern der Energieversorgung (in der Nähe von Hochspannungsleitungen) in häuslicher Umgebung eingegangen werden, die von Kenneth R. FOSTER 1991 veröffentlicht wurde. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Zusammenstellung der ermittelten Odds-Ratios und die dazugehörigen 95%-Konfidenzintervalle.

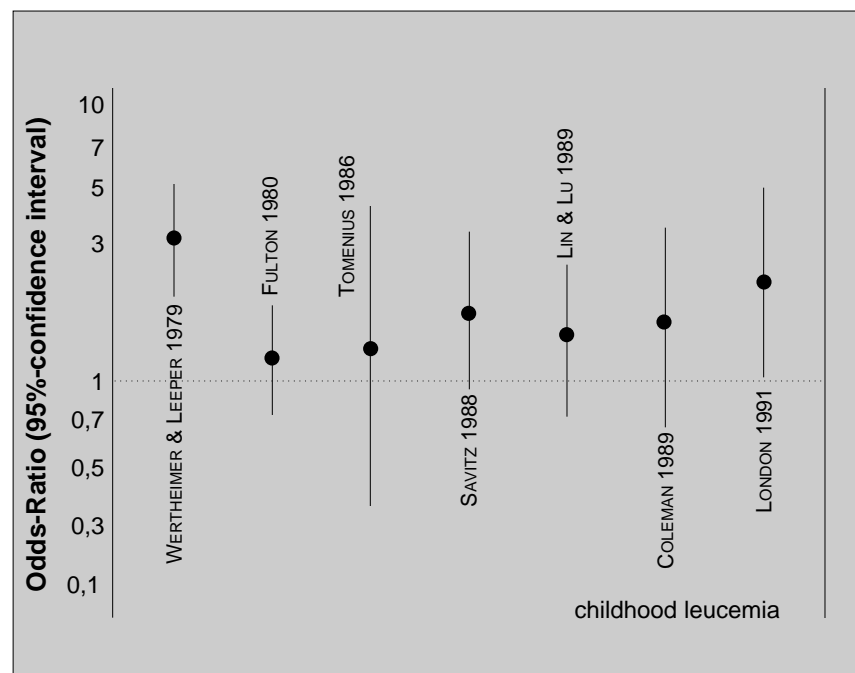
Bis auf die Ergebnisse von WERTHEIMER & LEEPER, deren fehlerbehaftete Vorgehensweise bereits hinreichend diskutiert wurde, befinden sich alle Odds-Ratios zwischen 1 und 2,5, mit 95%-CI, die alle den Wert „1“ nicht nur am Intervallrand einschließen.

Expositionsbedingter Anteil Erkrankter oder Population Attributable Risk PAR

Das PAR wird definiert anhand des Relativen Risikos ψ und des Anteils der Bevölkerung, der dem Risikofaktor ausgesetzt ist. Dieser %-Anteil, auch Prävalenz des Risikofaktors P_{RF} genannt, ist mit dem Relativen Risiko ψ entsprechend

$$PAR = \frac{P_{RF}(\psi - 1)}{1 + P_{RF}(\psi - 1)} \quad \text{für } \psi \geq 1$$

verknüpft und man erhält mit PAR eine Abschätzung, welcher Anteil von der Erkrankung auf das Risiko zurückzuführen ist.



EPIDEMIOLOGIE

Grenzen der Epidemiologie in Umweltfragen

Anhand der vorangegangenen Ausführungen sollten die wichtigsten Eigenschaften und statistische Methoden der Epidemiologie aufgezeigt werden und damit zum leichteren Verständnis der Literatur, welche epidemiologische Studien betreffen, beitragen. Nur zaghaft angedeutet wurden bisher Einschränkungen, mit denen diese Studien behaftet sind, und wo bzw. warum ihre Anwen-

dung zur Beantwortung für uns wichtiger Umweltfragen eingeschränkt oder gar ungeeignet ist.

Die methodischen Bedingungen und Einschränkungen bei der Planung und Durchführung epidemiologischer Studien im einzelnen zu behandeln, würde zu weit gehen. Sie sollten das Handwerkszeug eines jeden Wissenschaftlers sein, der mit Planung und Durchführung und der Interpretation der Ergebnisse solcher Studien betraut ist.

Die Nichtbeachtung formaler Bedingungen ist nicht ausschlagge-

hend, sondern die Anwendbarkeit der Epidemiologie für viele Umweltfragen wird mehr und mehr in Frage gestellt.

Historisch gesehen, war die Epidemiologie ein bemerkenswerter Wissenschaftszweig mit einer positiven Auswirkung auf die Volksgesundheit. Die Epidemiologie behandelt als Wissenschaft das Auftreten, die Ausbreitung und die Kontrolle einer Krankheit in der Bevölkerung. Sie erforscht Epidemien, das ist das plötzliche Auftreten und die Verbreitung von Krankheiten unter Bedingungen, die viele Menschen betreffen. Ei-

Aktuelles Lexikon

Deskriptive und analytische Methoden der Statistik:

Die deskriptiven Methoden der Statistik (Epidemiologie) haben die Aufgabe, Vorgänge und Zustände zu beschreiben. Hierzu dienen Tabellen, graphische Darstellungen, Verhältniszahlen, Indexzahlen und typische Kenngrößen, wie Mittelwert, Varianz, Standardabweichung, Median usw.

Die analytische Statistik schließt anhand der Daten auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten, basierend auf der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Wahrscheinlichkeit P: Anzahl der eingetroffenen durch die Zahl der möglichen Ereignis-

se, z.B. ist die Wahrscheinlichkeit P , mit einem Würfel in einem Wurf eine „sechs“ zu würfeln $P = 1/6$ oder die Wahrscheinlichkeit einer Zwillinggeburt $P = 1/86$.

Grundgesamtheit & Irrtumswahrscheinlichkeit:

Alle Wahlberechtigten in Deutschland bilden z.B. eine Grundgesamtheit, die Grundgesamtheit der Wähler. Um Wahlprognosen vor den Wahlen machen zu können, werden nicht alle Wähler befragt (sonst wäre die Wahl überflüssig), sondern nur ein ausgewählter repräsentativer Querschnitt der Wähler. Damit wird versucht, das Wählerverhalten vorauszusagen, was aber wiederum nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit P , die als Irrtumswahrscheinlichkeit bezeichnet wird, erreicht werden kann.

Nullhypothese H_0 : Die zu vergleichenden Stichproben ge-

hören der gleichen Grundgesamtheit an.

Alternativhypothese H_A : Die Nullhypothese wird verworfen und es gilt die Alternativhypothese, daß die zu vergleichenden Stichproben nicht der gleichen Grundgesamtheit angehören. Das heißt, die zu vergleichenden Stichproben unterscheiden sich im statistischen Sinne.

5%- und 1%-Signifikanzniveau: Übliche %-Schranke zur Prüfung von Hypothesen (Nullhypothese oder Alternativhypothese)

Fehler 1. und 2. Art α & β : Fehler erster Art α : Unberechtigte Ablehnung einer Nullhypothese. Fehler zweiter Art β : Unberechtigtes Beibehalten der Nullhypothese. Vor Studienbeginn sind α & β festzulegen (üblicherweise $\alpha = 0,05$ oder $0,01$, $\beta = 0,2$ oder $0,1$). Je kleiner α gewählt wird, umso größer wird β .

ne Epidemie kann weit verbreitet sein, oder eine ungewöhnliche Anhäufung (Cluster) sein. Aufgabe der Epidemiologie ist es, die Ursachen festzustellen. Dann müssen die biologischen Mechanismen aufgedeckt werden. Wenn dies erreicht ist, wird der Weg einer Bewältigung der Epidemie und einer zukünftigen Vermeidung gewiesen.

Klassisches Beispiel ist die epidemiologische Arbeit mit dem Thema „Kindbettfieber“ von Ignaz Philipp SEMMELWEIS, einem ungarischen Gynäkologen und Geburtshelfer, der damals in Wien tätig war und diese Untersuchung vor eineinhalb Jahrhunderten durchgeführt hat. 1847 machte SEMMELWEIS eine Entdeckung, die die medizinischen Techniken, insbesondere die Chirurgie, revolutionierte. In minutiöser Kleinarbeit fand er heraus, daß das Kindbettfieber nicht durch die Wöchnerin selbst oder durch die Umstände der Geburt bedingt sind, sondern durch Fäulnisbakterien von Leichen, übertragen von Ärzten und Studenten, die vor der Geburtshilfe Untersuchungen an Leichen durchgeführt haben.

Diese durch Geduld, Ausdauer und Gewissenhaftigkeit geprägte Arbeit, ebenso wie viele anderen Arbeiten aus dieser Zeit, bis in das heutige Jahrhundert hinein, heben gerade diese Attribute als Ursache für den Erfolg epidemiologischer Arbeit hervor. Gerade der akribischen Behandlung und Diskussion über das Zutreffen von Mitsachen wurde breiter Raum gewidmet.

Für Gabor B. LEVY [2] wird in der Gegenwart aber die Wissenschaft der Epidemiologie trivialisiert und korrumpiert, dadurch, daß die wissenschaftliche Basis auf den

Kopf gestellt wird. Neuerdings ist der Anfang einer epidemiologischen Studie eine vorher ausgedachte Idee, daß etwas schädlich sein muß. Dann wird versucht, eine darauf zurückzuführende mögliche Störung des ständig im Wechsel befindlichen und mit individueller Variabilität behafteten menschlichen Körpers zu ergründen. Für LEVY ist dies nicht wie früher die Suche nach einer Nadel im Heuhaufen, sondern invertierte Logik, nämlich die Suche nach einer Ursache ohne existierende Epidemie. Diese Vorgehensweise ist für ihn vergleichbar mit der sprichwörtlichen Suche nach einer Krankheit für ein neu entwickeltes Medikament, oder einer Anwendung für eine geniale Ingenieurleistung.

Hier besteht ein deutlicher intellektueller Formfehler in der Vorgehensweise. Sie endet oft in einer „statistisch signifikanten Korrelation“, doch diese Korrelation kann niemals die tatsächliche Ursache beweisen.

LEVY vergleicht es in seinem Leitartikel über epidemiologische Studien mit einem Geschicklichkeitsspiel, wo ein fingerfertiger Jongleur mit drei umgedrehten Schalen manipuliert. In einer der Schalen ist ein Gegenstand und es gilt zu erraten, in welcher Schale sich nach der geschickten Manipulation der Gegenstand befindet. Der Mitspieler, der dies erraten soll, ist immer der Dumme, denn er hat keine Chance zu gewinnen.

Für LEVY kann die Vorgehensweise dieser invertierten epidemiologischen Studien nur ein bestehendes Vorurteil verstärken. Wenn das nicht erreicht werden kann, bleibt zumindest das Vorurteil bestehen. Die logische Konsequenz ist, daß es unmöglich ist,

das Gegenteilige zu beweisen. Die invertierte Epidemiologie, bzw. derjenige, der die Fragen stellt, ist wie der Jongleur immer der Gewinner.

Wenn diese Anschuldigungen von LEVY nur eine unbedeutende akademische Attitüde wäre, könnte man die Gedanken vernachlässigen. Aber dies scheint leider nicht der Fall zu sein! Es gibt hier einige nicht im Artikel genannte negative Beispiele in der Literatur. Das durch solche Studien gesäte Mißtrauen in der Bevölkerung trägt bei zur generellen Ablehnung von Wissenschaft und Technik, eine gerade in den Industrienationen angesichts explosionsartiger Bevölkerungszuwächse in der Dritten Welt und vieler anderer Probleme auf der gesamten Erde fatale Entwicklung.

Literatur

- [1] PSCHYREMBEL: Klinisches Wörterbuch. 256. Auflage, de Gruyter Verlag, Berlin-NewYork, 1990.
- [2] Lothar Sachs: Angewandte Statistik. 7. Auf., Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-..., 1992, Seite 306 - 325.
- [3] Gabor B. Levy: Inverted Epidemiology: A new shell game. Int. Laboratory, Sept. 1994.
- [4] K.R. Foster: Health effects of low-level electromagnetic fields: Phantom or not-so-phantom risk? Health Physics, vol. 62 no. 5, 1991, 429 - 435.