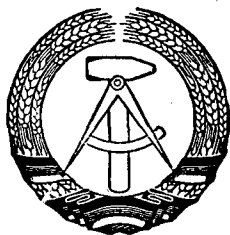


**Deutsche
Demokratische
Republik**



**Amt
für Erfindungs-
und Patentwesen**

PATENTSCHRIFT

105 086

Ausschlusspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

Zusatzpatent zum Patent: —

Anmeldetag: 24.05.73
(AP G 21 h / 171 060)

Priorität: 26.05.72
(7798/72) CH

Ausgabetag: 05.04.74

Int. Cl.:
G 21 h, 1/02

Kl.:
21 g, 21/30

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Erfinder: Adler, Karl;
Ducommun, Georges, CH

Inhaber: Biviator S. A., CH

Nuklearbatterie

105 086

6 Seiten

Die Erfindung betrifft eine miniaturisierte Nuklearbatterie, bestehend aus mehreren in Serie geschalteten Zellen.

Solche Spannungsquellen sind erforderlich, um elektrisch betriebene Geräte, z. B. elektrische oder elektronische Uhren, jahrelang ohne die durch das regelmäßige Auswechseln der Batterien bedingten Unterbrechungen funktionieren zu lassen.

Es sind bereits verschiedene Spannungsquellen der eingangs beschriebenen Art bekannt.

Insbesondere kennt man derartige Batterien, die mit höherenergetischen β -Quellen wie Sr 90, Pm 147, usw. bestückt sind. Aus Sicherheitsgründen eignen sich derartige Batterien aber nicht für unkontrollierte Anwendungen.

Wegen der aus Sicherheitsgründen begrenzten Strahlungsintensität und insbesondere durch seine Halbwertszeit von 12,5 Jahren schien Tritium (T oder ^3H) besonders geeignet, als Strahlungsquelle zu dienen, obwohl ursprünglich lediglich Vakuum als Dielektrikum verwendet werden konnte. Dies bedeutete aber gegenüber den obenerwähnten höherenergetischen β -Quellen ein Nachteil, da letztere ein solideres, resp. dichteres Dielektrikum zuließen, da die Halbwertsdicke (HWD) für diese Strahler weit über den etwa 40 mg/cm^2 des Tritium liegen. Auf Grund der mittleren Strahlenenergie von etwa 6 keV des Tritiums, sind Tritiumbatterien nur mit Vakuum als Dielektrikum herstellbar. Obwohl bei neueren Ausführungen derartiger Batterien das frei werdende Helium das Vakuum nicht mehr kurzfristig beseitigt, sind doch noch keine definitiven Anhaltspunkte vorhanden, daß das benötigte Vakuum von 10^{-3} Torr während der Lebensdauer der Batterie ohne Verluste bestehen bleibt. Nachteilig ist zudem, daß in einer derartigen Vakuum-batterie zur Erzielung einer genügenden Strommenge die Anzahl der den Kollektor erreichenden Elektronen erhöht werden muß, was aber durch die bedingte Begrenzung der Oberflächenaktivität einer Erhöhung der Gesamtoberfläche entspricht. Dies wird durch eine spezielle Anordnung der Emitterfläche erzielt, was aber zur Folge hat, daß das Volumen der Batterie vergrößert wird. Für die Anwendung derartiger Batterien in miniaturisierten Geräten wie z. B. Uhren, Hörgeräte, Schrittmacher usw., spielen aber die Dimensionen eine dominierende Rolle, da oft Zehntelmillimeter ausschlaggebend sind. Die Impedanzanpassung dieser bekannten Batterien an die durch sie versorgten Geräte gestaltet sich zudem äußerst schwierig, da ihre Leerlaufspannung praktisch der mittleren Strahlungsenergie von Tritium entspricht. Unter einer entsprechend angepaßten Last beträgt U_{eff} aber immer noch 2 bis 3 kV.

Zweck der Erfindung ist es, die dargestellten Nachteile zu beseitigen und insbesondere eine hohe Lebensdauer und ausreichende Leistung zu erreichen sowie die Anforderungen bezüglich der Sicherheit zu erfüllen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine miniaturisierte Nuklearbatterie zu schaffen, die keine Impedanzanpassung benötigt und die ein festes Dielektrikum aufweist. Sie soll zudem eine Klemmenspannung von ungefähr 500 V haben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß jede Zelle ein den Pluspol darstellendes Träger-element enthält, welches Träger-element einseitig einen β -Strahler trägt, über welchem eine strahlenresistente Isolationsschicht angeordnet ist, die ihrerseits wiederum durch eine Absorptionsschicht überdeckt ist, über welcher sich eine Kollektorschicht befindet, und daß die in

Serie geschalteten Zellen in einem luftdichten Gehäuse angeordnet sind.

Dabei besteht das Trägerelement aus einer Kupfer- oder Cr-Ni-Scheibe. Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann der β -Strahler aus einer Ti-T-Verbindung bestehen. Zweckmäßigerweise sollte die strahlenresistente Isolationsschicht aus „Parylene“ oder „Mylar“ sein. Die Absorptionsschicht ist aus Kohlenstoff. Die Kollektorschicht kann aus Fe, Al oder einer Legierung dieser beiden Stoffe hergestellt werden.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung haben die Zellen einen runden Grundriß. Jede Zelle ist ungefähr $30 \mu\text{m}$ hoch und gibt eine Spannung von ungefähr 50 V ab. Die Leistung einer Zelle beträgt ungefähr $0,012 \mu\text{W}$.

Eine vorteilhafte Weitergestaltung der Erfindung liegt darin, daß die Zellen im Gehäuse übereinander liegen. Das Gehäuse besteht aus einem schalenförmigen Unter-teil und einem auf diesen aufgeschweißten ebenen Dek-kel. Dabei stellt das Gehäuse den Pluspol der Batterie dar.

Im Gehäuse sind zehn Zellen angeordnet.

Die Kupferscheibe weist eine Dicke von 1 bis $3 \cdot 10^{-2}$ mm auf. Nach einer weiteren sinnvollen Ausgestaltung des Erfindungsgedankens besteht die Ti-T-Verbindung des β -Strahlers aus einem Teil Titanium und aus zwei Teilen Tritium und bildet eine Schicht mit einer Aktivität von ungefähr 40 mC.

Die Isolationsschicht hat eine Dicke von ungefähr $1 \cdot 10^{-4}$ mm, die Absorptionsschicht eine Dicke von un-gefähr $1 \cdot 10^{-2}$ mm und die Kollektorschicht eine Dicke von 1 bis $2 \cdot 10^{-2}$ mm.

Jede Zelle weist eine wirksame Fläche von ungefähr 2 cm^2 auf. Über der obersten Zelle ist eine Kontaktscheibe angeordnet, die einen erhöhten Teil aufweist, der durch eine Isolationsschicht hindurchtritt.

Die Innenflächen der Seitenwände des Gehäuseunter-teils besitzen eine Isolationsschicht.

Im Deckel befindet sich ein eingegossener Kontaktpol und zwischen dem Deckel und der Isolationsscheibe ist eine Feder angeordnet.

Der Kontaktpol und der erhöhte Teil sind elektrisch mit-einander verbunden. Dabei stellt der Kontaktpol den Minuspol der Batterie dar.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß trotz der Verwendung mehrerer, eine schwache Strahlungsintensität aufweisende Zellen, eine relativ große Strahlungsintensität je Flächeneinheit realisiert werden kann, so daß die Gesamtleistung der Nuklear-batterie groß wird. Ferner kann die auf das Träger-element aufgebrachte Strahlerschicht optimal dünn gehalten werden, das heißt, sie kann so dünn gehalten werden, daß selbst die Elektronen der untersten Schicht ungehindert bis zur Oberfläche durchdringen können, und nicht bereits in der Strahlerschicht stecken bleiben. Die oberhalb der Isolationsschicht angeordnete Absorp-tionsschicht verhindert, daß vom Kollektor zurückge-strahlte Elektronen ein Gegenfeld erzeugen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeich-nung dargestellt und wird im folgenden näher beschrie-ben.

Die einzige Figur zeigt dabei schematisch und im Schnitt den Aufbau dieses Ausführungsbeispiels. Man erkennt, daß das Gehäuse 1 aus einem schalenförmigen Unter-teil 2 und einem ebenen Deckel 3 besteht. Der Deckel 3 ist dabei mit dem Unterteil 2 verschweißt. Er weist eine Öffnung 4 auf, in welche ein Kontaktpol 5 mittels einer

Vergußmasse 6 eingegossen ist. An seinem inneren Ende trägt dieser Kontaktpol 5 eine Kontaktfeder 7, die ihn elektrisch mit einem erhöhten Teil 8 einer Kontaktscheibe 9 verbindet. Oberhalb dieser Kontaktscheibe 9 befindet sich eine Isolationsscheibe 10, die eine Öffnung 11 aufweist, durch welche der erhöhte Teil 8 der Kontaktscheibe 9 hindurchtritt. Zwischen der Deckelunterseite 12 und der Isolationsscheibe 10 befindet sich eine Druckfeder 13. Die Innenflächen 14 des Gehäuseunterteils sind mit einer elektrisch isolierenden und strahlenresistenten Isolationsschicht 15 bedeckt. Als Isolationsmaterial eignen sich Kunststoff-Filme, z. B. aus „Parylene“ (eingetragenes Warenzeichen), eine Gruppe von Polymeren, oder aus „Mylar“ (eingetragenes Warenzeichen) ein Polyester, oder ähnliches.

Das vorgängig beschriebene Gehäuse 1 kann selbstverständlich anders aufgebaut sein, sofern die nachfolgenden Punkte berücksichtigt werden. So muß, aus Sicherheitsgründen, das Gehäuse 1 luftdicht sein. Es muß einen vom Gehäuseunterteil 2 oder Deckel 3 elektrisch isolierten Kontaktpol 5 aufweisen, der mit dem Kollektor der obersten Zelle, deren Aufbau weiter unten beschrieben wird, elektrisch leitend verbunden sein muß. Wesentlich ist weiter, daß die einzelnen Zellen fest aufeinander gedrückt werden, ohne daß nicht dafür vorgesehene Teile davon mit dem Gehäuse 1 oder einem anderen elektrisch leitenden Teil in Berührung kommen.

Zwischen dem Boden 16 des Gehäuseunterteils 2 und der Kontaktscheibe 9 sind mehrere identische Zellen 17 übereinander gestapelt. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel sind es deren zehn. Jede dieser zehn Zellen 17 besteht dabei aus einem Trägerelement 18, z. B. aus Cu oder einer Cr-Ni-Legierung. Andere metallische Stoffe sind durchaus auch möglich. Dieses Trägerelement 18 weist vorteilhafterweise eine Fläche auf, die etwa derjenigen des Gehäusebodens 16 entspricht. Seine Dicke beträgt einige Mikromillimeter. Bei realisierten Versuchsmodellen betrug sie zwischen 1 bis $3 \cdot 10^{-2}$ mm. Die Fläche betrug ungefähr 2 cm^2 . Auf diesem Trägerelement befindet sich ein eine leicht kleinere Fläche aufweisender β -Strahler 19, in Form einer aufgedampften oder sonstwie aufgetragenen Schicht. Vorzugsweise besteht dieser β -Strahler aus einer Tritium-Titanium-Verbindung, nachfolgend Ti-T-Verbindung, im Verhältnis ein Teil Titanium/zwei Teile Tritium. Diese Schicht weist eine Dicke auf, die genügt, um eine Oberflächenaktivität von ungefähr 40 mC/cm^2 zu erzielen. Sie beträgt in der Praxis etwa 0,5 bis $1,10 \cdot 10^{-3}$ mm. Diese Schicht radioaktiven Materials ist durch eine strahlenresistente Isolationsschicht 20 überzogen, die sich vorteilhafterweise auch über die Seiten 21 des Trägerelementes 18 erstreckt, so daß von diesem lediglich die Unterseite 22 unbedeckt ist. Um einen maximalen Wirkungsgrad der Zelle 17 zu garantieren, muß die Isolationsschicht 20 so dünn sein, daß sie die mit einer mittleren Energie von 0,5 bis 6 keV aus dem β -Strahler 19 austretenden Elektronen praktisch ungehindert hindurchtreten läßt. In der Praxis hat sich dabei eine ungefähr $1 \cdot 10^{-4}$ mm dicke Schicht aus „Parylene“ (eingetragenes Warenzeichen) oder „Mylar“ (eingetragenes Warenzeichen) als geeignet erwiesen. Oberhalb der Isolationsschicht 20 befindet sich eine Absorptionsschicht 23, die die vom darüber befindlichen Kollektor 24 reflektierten Elektronen daran hindert, wiederum in die Isolationsschicht 20 einzudringen. Diese Absorptionsschicht 23, die vorteilhafterweise aus Kohlenstoff besteht und eine ungefähre Dicke von

$1 \cdot 10^{-2}$ mm aufweist, hat ferner die Aufgabe, das durch den Zerfall frei werdende Helium zu binden. Die Fläche dieser Absorptionsschicht 23 entspricht etwa derjenigen des β -Strahlers 19 ist somit etwas kleiner als die des Trägerelementes 18. Als oberste Schicht jeder Zelle 17 befindet sich über der Absorptionsschicht der Kollektor 24, dessen Fläche derjenigen der darunterliegenden Absorptionsschicht entspricht. Vorzugsweise besteht dieser Kollektor 24 aus A, Fe oder einer Legierung dieser beiden Stoffe, und weist eine Dicke von 1 bis $2 \cdot 10^{-2}$ mm auf.

Wie oben bereits erwähnt, befinden sich im Gehäuse 1 mehrere derartige Zellen 17 übereinander, wobei selbstverständlich erscheint, daß jeweils das Trägerelement 18 jeder Zelle 17 auf den Kollektor 24 der darunterliegenden Zelle 17 aufliegt.

Jede der oben beschriebenen Zellen 17, die im beschriebenen Ausführungsbeispiel einen runden Grundriß und eine Gesamtdicke von $3 \cdot 10^{-2}$ mm sowie eine Aktivität von etwa 40 mC aufweist, erzeugt eine Leistung von ungefähr $0,012 \mu\text{W}$ und ergibt eine Spannung von ungefähr 40 V. Dies bedeutet, daß die erfindungsgemäße Nuklearbatterie, wenn sie zehn Zellen 17 aufweist, eine effektive Aktivität von etwa 400 mC hat und eine Leistung von etwa $0,12 \mu\text{W}$ und eine Spannung von etwa 500 V abgibt. Entsprechend dem Aufbau der Zellen 17, respektive dem Elektronenfluß darin, bildet der Gehäuseunterteil 2 dabei den Pluspol und der Kontaktpol 5 den Minuspol der Batterie.

Somit erfüllt diese Batterie die an sie gestellten Anforderungen. Allerdings ist ihre Leistung für gewisse Anwendungen zu gering. Sie kann aber sehr leicht erhöht werden, indem derartige Batterien, selbstverständlich in einem Gehäuse zusammengefaßt, parallelgeschaltet werden. Durch die Kleinheit der einzelnen Zellen 17 (wie oben beschrieben) ändert sich aber am Gesamtvolumen einer solchen Batterie praktisch nichts. Es darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden, daß die Proportionen der Zeichnung aus Verständlichkeitsgründen vollkommen verzerrt sind.

Anschließend werden nun insbesondere die physikalischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Nuklearbatterie mit denjenigen von bekannten Vakuumbatterien verglichen.

Um in einer Tritiumbatterie eine brauchbare Elektronenzahl zu erreichen, benötigt man eine effektive Aktivität von etwa 240 mC. Die Gesamtaktivität, die in einer Vakuumbatterie eine derartige effektive Aktivität ergibt, beträgt ungefähr 5 C, was auf Grund der bekannten physikalischen Konstanten leicht nachgerechnet werden kann. Eine Vakuumbatterie mit optimalem Wirkungsgrad weist unter diesen Umständen eine Leerlaufspannung von etwa 3000 V auf, wobei die Leerlaufleistung ungefähr $6 \mu\text{W}$ beträgt. Da aber eine derart hohe Spannung nicht brauchbar ist, muß eine Impedanzanpassung vorgenommen werden. Um Werte zu erhalten, die mit denjenigen der erfindungsgemäßen Batterie vergleichbar sind, soll auch die Vakuumbatterie ein U_{eff} von etwa 500 V aufweisen. Bei einer optimalen Impedanzanpassung erhält man dabei eine effektive Leistung der Batterie von etwa $0,75 \mu\text{W}$.

Wie oben erwähnt, weist eine erfindungsgemäße Batterie mit zehn in Serie geschalteten Zellen je 40 mC und 50 V eine Spannung von etwa 500 V und eine effektive Aktivität von etwa 400 mC auf. Es ist dabei hervorzuheben, daß die effektive Aktivität von 40 mC je Zelle mit einer Gesamtaktivität von lediglich etwa 100 mC erzielt wird,

was auf die extrem dünne Strahlerschicht zurückzuführen ist. Dies bedeutet, daß zehn derartige Zellen eine Gesamtaktivität von etwa 1 C aufweisen, mit einer Leistung von 0,12 μ W, und ferner, daß bei gleicher Gesamtaktivität wie bei der Vakuumbatterie, 5 C, 5 Zehnerpackungen, die ohne weiteres parallelgeschaltet werden können, eine effektive Leistung von 0,6 μ W unter 500 V erzielen können. Hier sei noch erwähnt, daß in der Praxis die theoretisch optimale Impedanzanpassung der Vakuumbatterie nicht erreicht werden kann. Im Gegenteil ist es so, daß der praktische Wert der Leistung einer Vakuumbatterie mit einer Leerlaufspannung von etwa 3000 V und einer Leerlaufleistung von etwa 6 μ W, unter 500 V 0,6 μ W nicht überschreiten wird. Da aber bei der erfindungsgemäßen Batterie keine Impedanzanpassung notwendig ist, da sie von vornherein eine Klemmenspannung von 500 V abgibt, steht die oben angegebene Leistung von 0,6 μ W bei der zusammengesetzten Batterie effektiv zur Verfügung. Dies bedeutet aber, daß die Wirkungsgrade beider Batterientypen praktisch identisch sind, denn bei beiden ergibt eine Gesamtaktivität von etwa 5 C eine effektive Leistung von 0,6 μ W.

Wesentlich ist aber, daß die erfindungsgemäße Batterie, wie oben bereits erwähnt, keinen der Nachteile der Vakuumbatterien aufweist und wesentlich kleiner ist als diese.

Es versteht sich von selbst, daß die oben beschriebene Nuklearbatterie, je nach Verwendungszweck, ein anderes Verhältnis zwischen den in Serie geschalteten Zellen 17 aufweisen kann, wobei die Fläche jeder dieser Zellen ebenfalls variiert werden kann. Ferner kann das Batteriegehäuse direkt Bestandteil des durch die Batterie betriebenen Gerätes sein.

Patentansprüche:

1. Nuklearbatterie, bestehend aus mehreren in Serie geschalteten Zellen, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zelle (17) ein den Pluspol darstellendes Trägerelement (18) enthält, welches Trägerelement (18) einseitig einen β -Strahler (19) trägt, über welchem eine strahlenresistente Isolationsschicht (20) angeordnet ist, die ihrerseits wiederum durch eine Absorptionsschicht (23) überdeckt ist, über welcher sich eine Kollektorschicht (24) befindet, und daß die in Serie geschalteten Zellen (17) in einem luftdichten Gehäuse (1; 2; 3) angeordnet sind.
2. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (18) aus einer Kupfer- oder Cr-Ni-Scheibe besteht.
3. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der β -Strahler (19) aus einer Ti-T-Verbindung besteht.
4. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die strahlenresistente Isolationsschicht (20) aus „Parylene“ oder „Mylar“ besteht.
5. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorptionsschicht (23) aus Kohlenstoff besteht.
6. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektorschicht (24) aus Fe, Al oder einer Legierung dieser beiden Stoffe besteht.
7. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen (17) einen runden Grundriß aufweisen.
8. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zelle (17) ungefähr 30 μ m hoch ist.
9. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zelle (17) eine Spannung von ungefähr 50 V abgibt.
10. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistung eine Zelle (17) ungefähr 0,012 μ W beträgt.
11. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen (17) im Gehäuse (1) übereinander liegen.
12. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (1) aus einem schalenförmigen Unterteil (2) und einem auf diesen aufgeschweißten ebenen Deckel (3) besteht.
13. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (1) den Pluspol der Batterie darstellt.
14. Nuklearbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Gehäuse (1) zehn Zellen (17) befinden.
15. Nuklearbatterie nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupferscheibe (18) eine Dicke von 1 bis $3 \cdot 10^{-2}$ mm aufweist.
16. Nuklearbatterie nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ti-T-Verbindung des β -Strahlers (19) aus einem Teil Titanium und aus zwei Teilen Tritium besteht.
17. Nuklearbatterie nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Ti-T-Verbindung eine Schicht mit einer Aktivität von ungefähr 40 mC bildet.
18. Nuklearbatterie nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht (20) eine Dicke von ungefähr $1 \cdot 10^{-4}$ mm aufweist.
19. Nuklearbatterie nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorptionsschicht (23) eine Dicke von ungefähr $1 \cdot 10^{-2}$ mm aufweist.
20. Nuklearbatterie nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektorschicht (24) eine Dicke von 1 bis $2 \cdot 10^{-2}$ mm aufweist.
21. Nuklearbatterie nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jede Zelle (17) eine wirksame Fläche von ungefähr 2 cm² aufweist.
22. Nuklearbatterie nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich über der obersten Zelle (17) eine Kontaktscheibe (9) befindet, die einen erhöhten Teil (8) aufweist, der durch eine Isolationsscheibe (10) hindurchtritt.

23. Nuklearbatterie nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenflächen (14) der Seitenwände des Gehäuseunterteils (2) eine Isolationsschicht (15) aufweisen.

24. Nuklearbatterie nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Deckel (3) ein eingegossener Kontaktpol (5) befindet.

25. Nuklearbatterie nach den Ansprüchen 12 und 22, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Deckel (3) und der Isolationsscheibe (10) eine Feder (13) be-

findet.

26. Nuklearbatterie nach den Ansprüchen 22 und 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontaktpol (5) und der erhöhte Teil (8) elektrisch miteinander verbunden sind.

27. Nuklearbatterie nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontaktpol (5) den Minuspol der Batterie darstellt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

