

Säulenmagnet- dynamos

1927-???



Bearbeiter: Dieter Oesingmann

Patente und Muster zur Verfügung gestellt von:

Gerd Böttcher und Gerhard Eggers

1	SÄULENMAGNETDYNAMOS	3
1.1	Prinzipielle Anordnung	3
1.2	Patentsituation und Aufbau des magnetischen Kreises	3
1.3	Säulendynamo von Hermann Riemann	6
1.4	Ausführungsformen von Berko	10
1.4.1	Äußeres Erscheinungsbild	10
1.4.2	Kippvorrichtung	11
1.5	Aufbau des Säulenmagnetdynamos	14
1.6	Befestigung der Säulenmagnete im Joch	18
1.7	Prinzipielle Anordnung von Anker und Erregersystem	22
1.8	Einfluss auf das Betriebsverhalten durch ferromagnetische Streubleche	23
1.9	Säulenmagnetanordnungen im Nabendynamo	25
1.10	Säulenmagnetdynamo von Assmann	27
1.10.1	Firmenzuordnung der zwei vorliegenden Exemplare	27
1.10.2	Ausführung Ass 1	28
1.10.3	Ausführung Ass 2	33
1.11	Berko-Dynamo mit Fliehkraftschalter (um 1935)	38

1 Säulenmagnetdynamos

1.1 Prinzipielle Anordnung

Die Schuhcremedosendynamos hatten den Nachteil, dass die magnetische Stabilität ihrer Magnetbleche nicht ausreichend war, um ohne erneute Aufmagnetisierung längere Zeit betriebsfähig zu bleiben. Demzufolge konnte sich eine weitaus aufwendigere Konstruktion auf dem Markt durchsetzen, die einen völlig anderen magnetischen Kreis besitzt und sich insbesondere durch größere Magnetlängen auszeichnet. Sie wurde z.B. von den Firmen „Hermann Riemann“ und „Berko“ eingebaut. Ihre Produkte unterscheiden sich sowohl in den Abmessungen als auch in den konstruktiven Details. Der Säulenmagnetdynamo ist wie der Schuhcremedosendynamo ein sechspoliger Generator mit ruhendem Anker und rotierendem Erregersystem. Als charakteristisches Merkmal dieser Dynamos ist hervorzuheben, dass die Spulen- und Magnetpolachsen parallel zur Drehachse des Läufers angeordnet sind. Ausgehend von einem einteiligen Magnetsystem, das von der Firma Hermann Riemann produziert wurde (Bild 1.1a) wurde ein Erregersystem bestehend aus sechs Einzelmagneten und einer ferromagnetischen Jochplatte (Bild 1.1b) entwickelt.

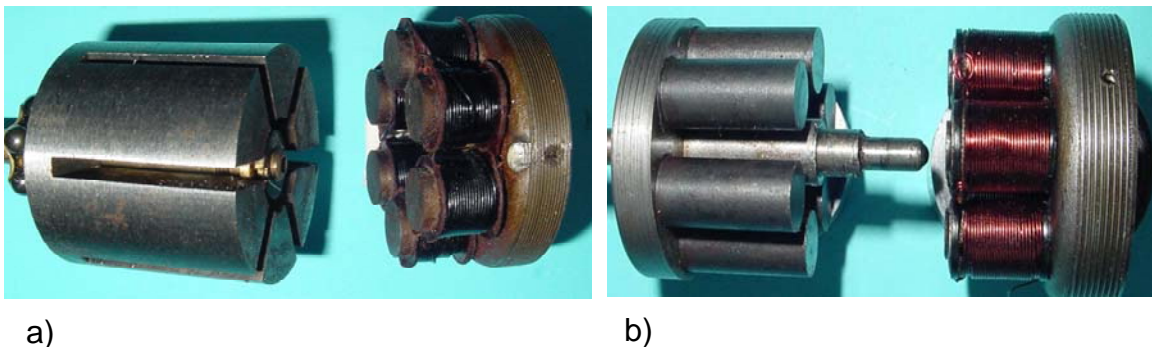


Bild 1.1: Erregerpol- und Ankerpolachsen parallel zur Drehachse des Dynamos
a) Einteiliges Dauermagnetsystem, b) Sechs Säulenmagnete und ein Joch

Eine spezielle Bezeichnung dieses Dynamotyps, die Firmen übergreifend Gültigkeit hat, konnte selbst in den Patenten nicht gefunden werden. Um wie beim Hufeisen- und Schuhcremedosendynamo aus der Benennung auf die Ausführungsform des Dynamos schließen zu können, wird in den folgenden Betrachtungen die Bezeichnung „Säulenmagnetdynamo“ verwendet, in der sich die Form der Einzelmagnete widerspiegelt.

1.2 Patentsituation und Aufbau des magnetischen Kreises

In der Zeit vom 08.04.1927 bis 03.03.1928 meldete Fritz Eichert 13 Patente an, die die Verbesserung des Aufbaus und der Fertigung zum Inhalt haben. Bis zum 21.02.1932 folgten sechs weitere Patente. In zwei Anmeldungen ist die Säulenmagnetausführung in Nabendynamos vorgesehen. Vom magnetischen Kreis dieser Ausbildung ist bisher noch kein Grundsatzpatent bekannt, was allerdings auch schon auf die

Schuhcremedosendynamos zutrifft. Als ein Hinweis auf den Ursprung dieser Magnetkreisgestaltung könnte die Bemerkung im Patent Nr. 599840 Klasse 21d¹ Gruppe 12

„Bei Motoren zur Zahnbehandlung, bei denen die Magnete und Ankerspulen parallel zur Drehachse liegen, hat man zwecks bequemer Änderung der Geschwindigkeit des Motors durch Einstellung der Luftspaltweite das Ende der Welle in einem längsverschiebbaren einteiligen Kugellager gelagert.“

gewertet werden. Es ist möglich, dass die Entwicklung der Motoren für Zahnbehandlungen in den zwanziger Jahren ein weitaus höheres Niveau hatte, als es bei den Fahrraddynamos vorhanden war. Der erste elektrische Motor für Zahnbehandlungen wurde von Green in Amerika schon 1875 vorgestellt und auf der Weltausstellung in Frankfurt 1891 waren mehrere Antriebe für diesen Anwendungsfall ausgestellt. Der Fahrraddynamo fand dagegen in der Jubiläumsschrift von 1991 zur Weltausstellung 1891 in Frankfurt keine Erwähnung. Der Schwerpunkt der Energiewandler kleiner Leistung lag bei den Motoren, denn für kleine Generatoren gab es außer bei Fahrrädern nur einen geringen Bedarf.

Eine wesentliche Eigenschaft dieser Dynamos besteht darin, dass der Luftspalt bei der Montage eingestellt und gegebenenfalls nach beliebig langer Betriebsdauer korrigiert werden kann. Es ist leicht möglich einen Luftspalt von 0,1 mm oder kleiner zu realisieren. Insbesondere muss vermerkt werden, dass bei diesen Dynamos trotz der ausgeprägten Ankerpole keine stellungsabhängigen Drehmomente fühlbar sind. Aufgrund seines Trägheitsmoments braucht der Rotor eine geraume Zeit bis zum Stillstand, wenn er ohne Last ausläuft. Die Dynamos der einzelnen Firmen unterscheiden sich

- Durch die geometrischen Abmessungen des Erregersystems
- der Wahl des Durchmessers vom Gehäusemantel
- der Lagerung des Läufers
- der Positionierung des Kabelanschlusses
- der Befestigung und der Gestaltung der Spulenkerne und
- der Befestigung der Spulen auf dem Spulenkern.

Als Beispiele für die Säulenmagnetdynamos werden die Ausführungen von Hermann Riemann, Berko und Assmann analysiert, die in der Motorensammlung vorhanden sind.



Bild 1.2: Säulenmagnetdynamo von Riemann

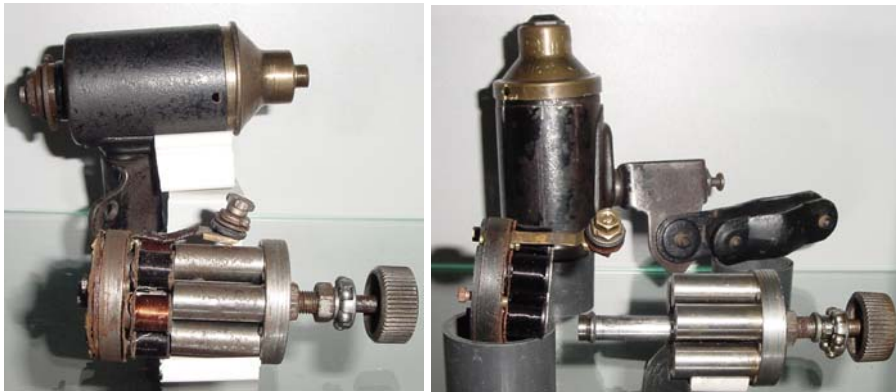


Bild 1.3: Zwei Säulenmagnetdynamos von Berko



Bild 1.4: Säulendynamo von Assmann

1.3 Säulendynamo von Hermann Riemann

Die Bezeichnung „Säulenmagnetdynamo“ ist für die von Hermann Riemann produzierte Dynamoausführung, die im Bild 1.5 dargestellt ist, nicht treffend, wird aber im Hinblick auf Produkte anderer Firmen, die ein Erregersystem mit sechs säulenförmige Magneten und einem ferromagnetischen Rückschluss einsetzen, auch hier verwendet. Zunächst fällt auf, dass man beim Drehen des Reibrades (Bild 1.6) kein stellungsabhängiges Drehmoment feststellt und der in Drehung versetzte Läufer lange ausläuft, wofür die Lagerung mit zwei Kugellagern und eine große Läufermasse verantwortlich sind. Das große Trägheitsmoment wird verursacht von einem einteiligen Dauermagnet mit sechs Polen (Bild 1.7), die auf einer Ebene senkrecht zur Drehachse liegen. Das sechspolige Erregersystem ist aus einem starkwandigen Stahlzylinder gefertigt, der im Boden eine Bohrung für die Welle und an den Seiten sechs Schlitze besitzt. Dadurch entsteht die typische Anordnung der Säulendynamos, bei denen sich die Polachsen parallel zur Drehachse befinden. Das Magnetsystem sitzt mit seinem Joch auf der Welle, die einseitig im Lagerhals mit zwei Kugellagern gelagert ist. Gesichert ist der Sitz des Magnetsystems mit einer gekonterten Verschraubung am unteren Ende der Welle (Bild 1.8), die auf zurückgesetzte Flächen der Pole presst.



Bild 1.5: Säulenmagnetdynamo 115 C von Hermann Riemann



Bild 1.6: Ausführung und Befestigung des Reibrades



Bild 1.7: Einteiliges Magnetsystem mit sechs Polen

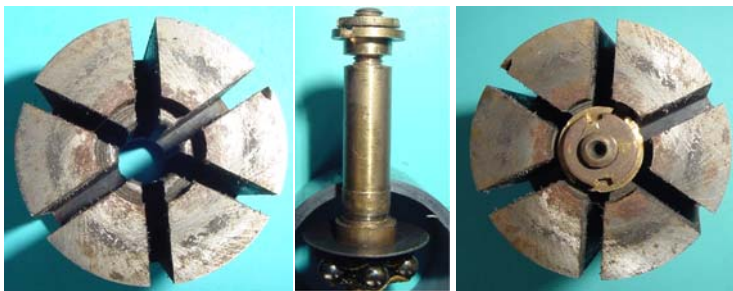


Bild 1.8: Befestigung des Magnetsystems auf der Welle

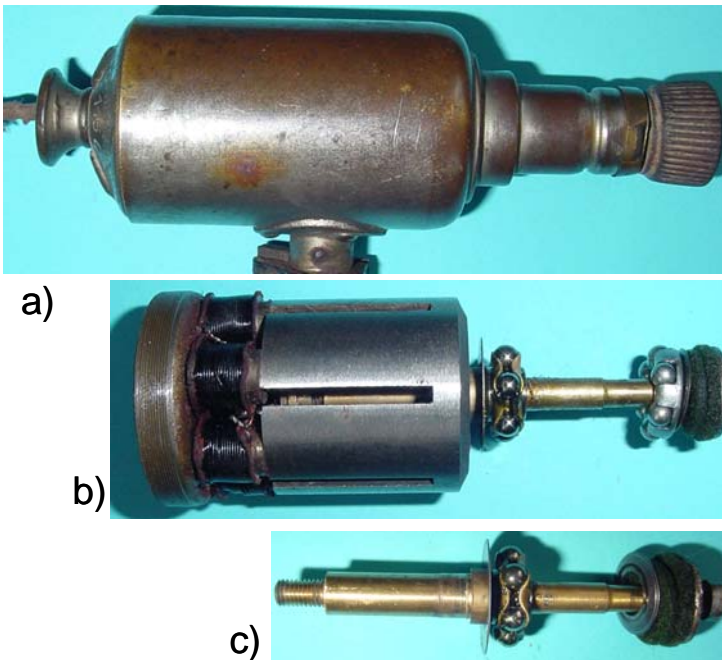


Bild 1.9: Gehäuse, magnetischer Kreis und Welle

Den Magnetpolen steht ein Anker mit sechs Spulen, deren Kerne auf einer 2mm starken Ankerplatte stehen, gegenüber. Die Ankerplatte hat einen hochgezogenen Rand mit einem Außengewinde, mit dem der Anker in den Gehäusemantel eingeschraubt wird. Mit dieser Schraubverbindung lässt sich der Luftspalt einstellen und kann damit zu jeder Zeit nachjustiert werden.

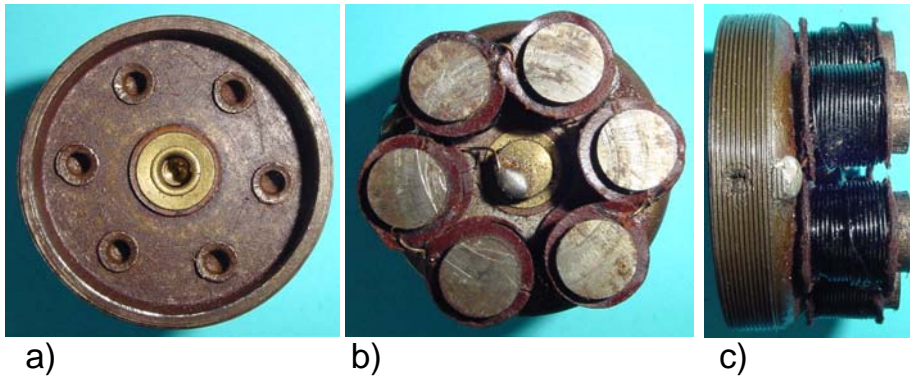


Bild 1.10: Spannung führender Kontakt und Massekontakt



Bild 1.11: Durchführung des Spannung führenden Kontaktes durch das Ankerjoch und den Gehäuseboden

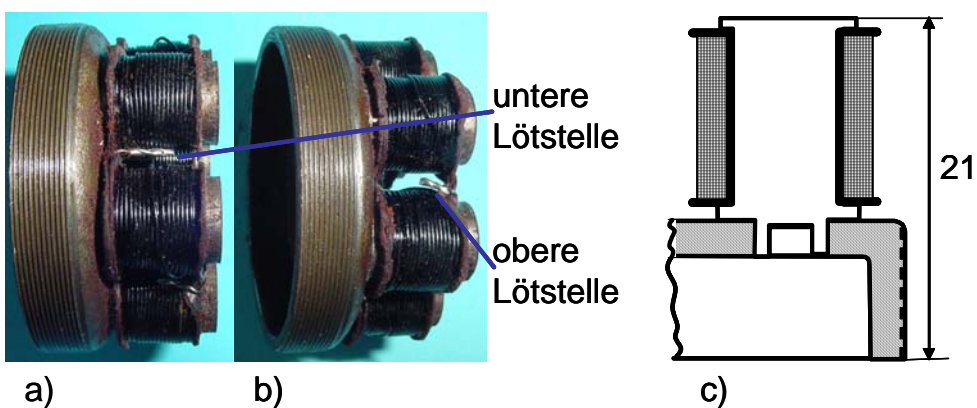


Bild 1.12: Schaltverbindungen am unteren (a) und oberen (b) Rand der Spulen, Querschnitt eines Pols (c)

In der Mitte (Bild 1.10) ist das Ankerjoch durchbohrt, sodass dort ein isolierter Messingbolzen für die Durchführung der Spannung Platz findet. Das Spannung führende Ende der Ankerwicklung ist mit einer Lötperle auf der inneren Oberfläche des Bolzens befestigt. Auf der Unterseite des Durchführungsbolzens befindet sich ein Grundloch, in das das verlötete Ende der Kabellitze eingedrückt wird (Bild 1.11). Unmittelbar auf der Ankeroberfläche ist das zweite Wicklungsende angelötet, wodurch die Masseverbindung hergestellt wird.

Die Spulen werden direkt auf dem mit Papier isoliertem Spulenkern gleichsinnig gewickelt. Ihre Kerne sind zusammen mit den Spulen in Bohrungen des Ankerjochs eingesetzt und vernietet, wofür ein Grundloch im Spulenkern die Voraussetzung bietet. Um den unterschiedlichen Spannungsrichtungen benachbarter Spulen Rechnung zu tragen, werden abwechselnd die Spulenanfänge und die Spulenenenden miteinander zur Reihenschaltung verbunden (Bild 1.12),.

Die Paperisolation, die Verbindungen zwischen den Spulen und vor allem das Stahlmagnetsystem weisen darauf hin, dass die Firma Riemann zu den ersten gehörte, die einen Säulenmagnetdynamo gebaut haben. Die grundsätzliche Anordnung, dass die Spulenachsen und die Achsen der Magnetpole parallel zur Drehachse des Läufers angeordnet sind, wurde von anderen Firmen übernommen. Geändert wurde hauptsächlich das Erregersystem. Auch die fliegende Lagerung des Rotors wurde ersetzt durch eine beidseitige Lagerung der Welle.

1.4 Ausführungsformen von Berko

1.4.1 Äußeres Erscheinungsbild

Die prinzipielle Form der Säulenmagnetdynamos von Berko ist im Artikel von Gerhard Eggers „Berko-Pionier und Wegbereiter der elektrischen Fahrradbeleuchtung in Deutschland“ als Blaupause von 1927 angegeben (Bild 1.13). Bis auf die Schraubverbindung des Halters mit der Kippvorrichtung entspricht diese Zeichnung dem im gleichen Bild dargestellten realen Produkt. Es ist gekennzeichnet mit den Schriftzügen Berko und Starklicht und mit dem nun typischen Logo der Firma (Bild 1.14). Zur formschönen Gestaltung trägt die Befestigung des Reibrades mit einer speziellen Schlitzschraube bei, die in ein Innengewinde an der Stirnseite der Welle eingeschraubt wird.



Bild 1.13: Blaupause der Säulenmagnetdynamos von Berko aus dem Jahr 1927



Bild 1.14: Beschriftung auf dem Lagerhals



Bild 1.15: Befestigung des Reibrades

Das Gehäuse besteht aus drei Teilen, dem Lagerhals, dem Mantel und dem Boden. Der Boden ist mit einer versiegelten Schlitzschraube an einem Konstruktionsteil im Inneren des Dynamos befestigt. Dagegen sind der Gehäusemantel und der Lagerhals mit einem Stahldraht verkeilt. Er ist an seinem Ende zu einer Öse gebogen, die nach Entfernung der Plombe am Zylinderhalsrand sichtbar wird (Bild 1.17). Der Draht wird in Rillen an der Außenseite des Mantels und der inneren Fläche des Lagerhalsrandes eingezogen. In umgekehrter Reihenfolge erfolgt die Demontage.



Bild 1.16: Befestigung des Bodens mit einer versiegelten Schlitzschraube

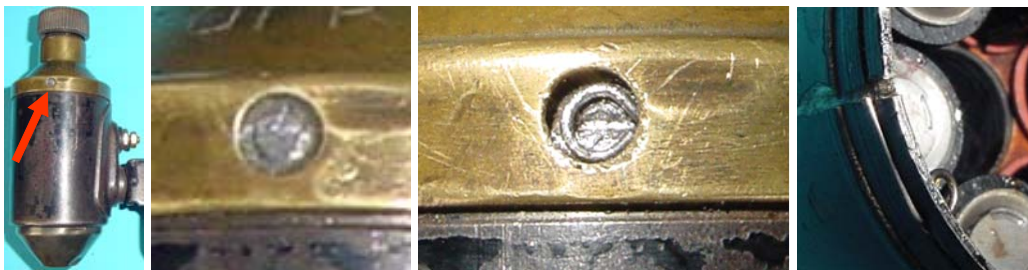


Bild 1.17: Versiegelte und freigelegte Schlaufe des Drahtes zur Befestigung des Lagerhalses am Gehäusemantel

1.4.2 Kippvorrichtung

Im Produktionszeitraum der Säulenmagnetdynamos erfolgte die Anmeldung des Patents Nr.590794 im Jahre 1931, in dem Fritz Eichert eine Konstruktion vorstellt, bei der nicht die starke Federkraft sondern nur die Reibkraft einer Klinke zur Entriegelung der Kippvorrichtung überwunden werden muss. Sie besitzt wie die Vorgängervariante nur eine Schraubenfeder, die aber nicht auf dem Drehbolzen, sondern zwischen zwei Blechen, von denen ein Blech mit dem Befestigungsflansch am Gehäuse eine Einheit bildet, befestigt ist. Mit dieser Kippvorrichtung wurde der Säulenmagnetdynamo LD 63 (Bild 1.18) und alle nachfolgenden Dynamovarianten der Firma Berko ausgerüstet. Die Patentzeichnungen und die reale Ausführung sind im Bild 1.19 und Bild 1.20 dargestellt.

06.1.1931 Einreichung

09.01.1934 Ausgegeben bzw. Bekanntmachung

Patentschrift **Nr.590794 Klasse 63g Gruppe 10**
Berko-Werke Quast & Co. in Berlin

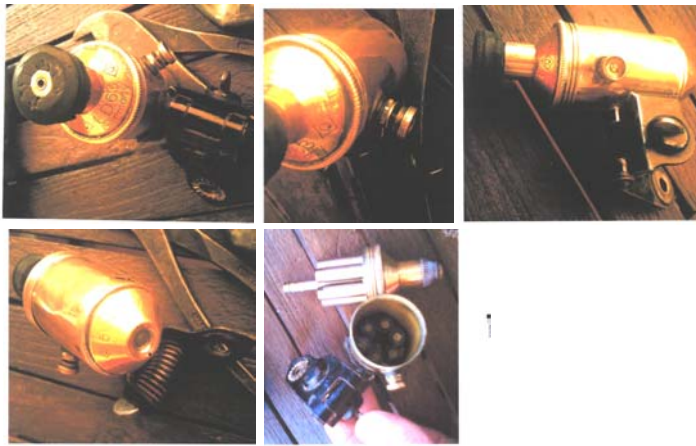


Bild 1.18: Säulenmagnetdynamo mit der Bezeichnung LD 63, Germany, 6V, 0,?A (Internetfoto)

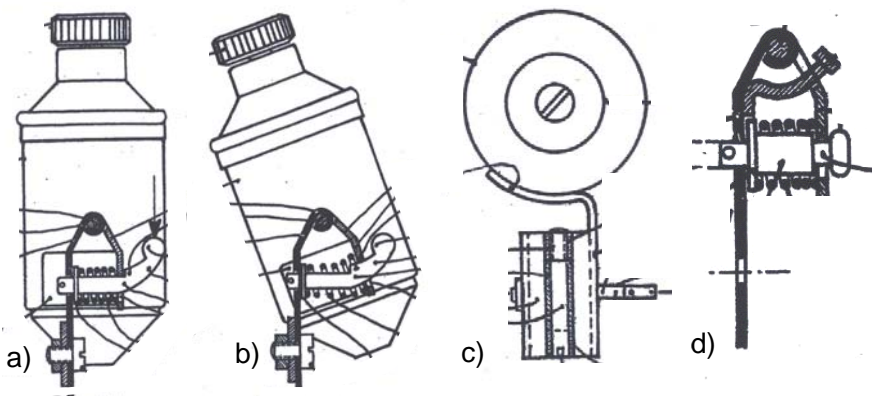


Bild 1.19: Zeichnungen im Patent Nr. 590794



Bild 1.20: Ausgeführte Kippvorrichtung entsprechend Patent Nr. 590794

Der im Bild 1.21 dargestellte Dynamo könnte die gleiche Ausführung wie im Bild 1.18 sein. Im Vergleich zum Muster im Bild 1.17 wurde eine andere konstruktive Lösung zur Befestigung des Lagerhalses am Gehäusemantel gewählt. Möglich sind auch Änderungen bei den Abmessungen und Technologien des magnetische Kreises und der Kontakte.



Bild 1.21: Säulenmagnetdynamo mit patentierter Kippvorrichtung (Internetfoto))

1.5 Aufbau des Säulenmagnetdynamos

1.5.1 Lager

Der Läufer ist mit zwei Kugellagern gelagert. Entfernt man den Läufer aus dem Gehäusemantel, verbleibt nur das obere Kugellager auf der Welle (Bild 1.22). Das untere Lager ist ohne Demontage des Läufers zugänglich. Der Boden (Bild 1.23a und b) verdeckt das untere Lagerschild (Bild 1.23c), das mit einem Außengewinde ausgestattet ist. Das Lagerschild wird in das Innengewinde am Ende des Gehäusemantels eingeschraubt und mit einer Kontermutter gesichert (Bild 1.23d und Bild 1.24). Wird das Lagerschild entfernt, ist das untere Kugellager sichtbar (Bild 1.23e) und bei Bedarf leicht austauschbar. Es hat das Gewicht des Läufers zutragen und wird mit den Magnetischen Kräften im Luftspalt des magnetischen Kreises belastet. Mit dieser Konstruktion kann der Luftspalt sehr genau eingestellt werden, ohne den Läufer demontieren zu müssen.



Bild 1.22: Läufer mit oberem Kugellager und Lagersitz für das untere Lager

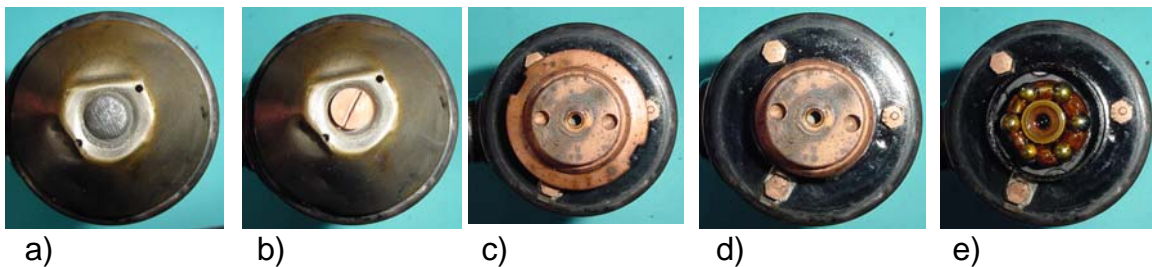


Bild 1.23: Gehäuseboden und unteres Kugellager



Bild 1.24: Unteres Lagerschild mit Befestigungsschraube des Bodens und der Kontermutter

Die im Bild 1.23 und Bild 1.24 dargestellten baugleichen Einzelteile gehören zu unterschiedlichen Exemplaren. Im älteren Dynamo bestehen sie aus Messing, während sie im jüngeren aus Stahl bestehen. Die Gründe sind in der wirtschaftlichen Situation des Produktionszeitraums zu suchen.

1.5.2 Anker

Auf der Unterseite des Gehäusemantels erkennt man im Bild 1.23 drei Sechskantschrauben, die zur Befestigung des Ankers dienen. Dazu ist am Ankerjoch, das aus fünf 1,2 mm starken Blechen besteht, eine Montageplatte vorgesehen (Bild 1.25). Den Querschnitt eines Ankerpols, dessen Fuß in alle Jochbleche eingepresst ist, zeigt Bild 1.26a. Aufgrund der Gestaltung des Spulenkerns wird die Spule direkt auf den Kern gewickelt nachdem er mit einer Papierisolation versehen wurde. Dabei ist zu beachten, dass benachbarte Spulen entgegengesetzte Wickelrichtungen haben. Damit sie bei der Montage nicht verwechselt werden, sind die Lackdrähte farblich unterschiedlich. Wegen der Einzelbewicklung werden die Spulen nach dem Eindrücken der Pole in das Joch durch Lötverbindungen elektrisch in Reihe geschaltet (Bild 1.25c). Um eine einfache Korrektur des Luftspalts zu ermöglichen, ist der Spannungsführende Kontakt oberhalb von der Kippvorrichtung durch das Gehäuse geführt. Er ist als Blattfeder, die isoliert am Ankerjoch befestigt und mit einem verdrehsicheren Kontaktbolzen versehen ist, ausgeführt.

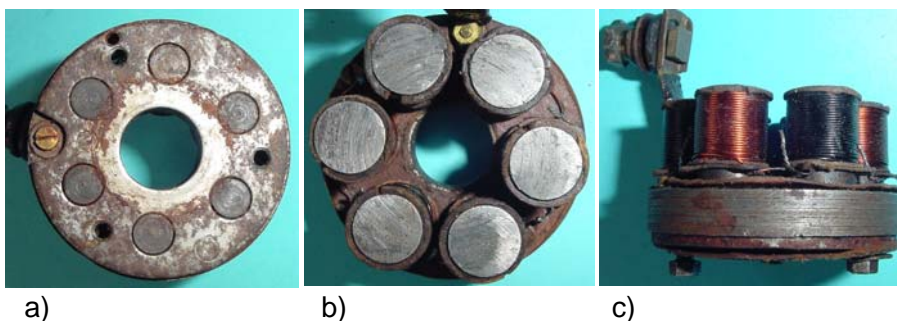


Bild 1.25: Luftspaltseite und Montageseite des Ankers

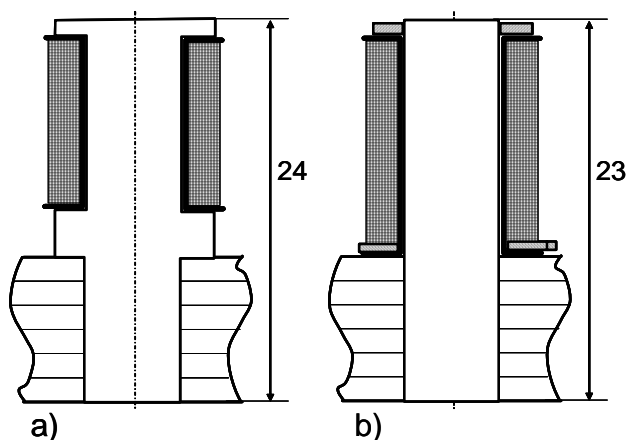


Bild 1.26: Querschnitt eines Ankerpols a) des älteren und b) des jüngeren Exemplars

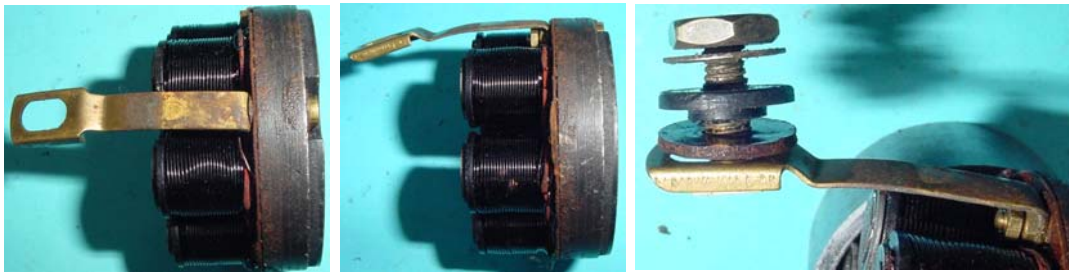


Bild 1.27: Ausbildung des Spannung führenden Kontakts

Die Herausführung des Kontakts im jüngeren Exemplar zeigt Bild 1.27. Gleichzeitig ist zu sehen, dass die Spulen sich nicht farblich unterscheiden. Sie sind auf stabile Spulenkörper aus Kunststoff nacheinander ohne Drahtunterbrechung gewickelt. Zum Festlegen der Drahtübergänge von einer Spule zur anderen dient eine Isolierscheibe mit Ausnehmungen für Drahtschlaufen (Bild 1.29c).

Diese Wickeltechnologie erfordert eine andere Gestaltung des Spulenkerns, dessen Kontur einfacher ist und weniger spangebende Arbeitsgänge für seine Herstellung benötigt. Während der Spulenkernfuß in das Ankerjoch weiterhin eingepresst ist, fehlt ein ausgeprägter Zahnkopf (Bild 1.26b). Statt dessen wird eine Metallscheibe durch Kerben auf der Stirnseite des Kerns befestigt, die der Spule ausreichend Halt gibt (Bild 1.28). In beiden Varianten erfolgt der Masseanschluss durch eine Klemmverbindung mit einer Schlitzschraube (Bild 1.29), die in das Ankerjoch eingeschraubt wird.



Bild 1.28: Anker des jüngeren Exemplars

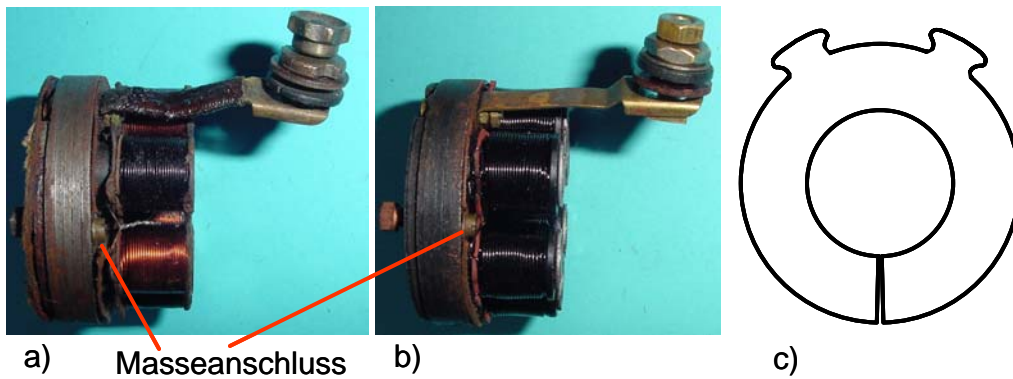


Bild 1.29: Masseanschluss (a) und Spannung führender Kontakt (b) und Ring mit Stützdome für die Drahtbefestigung

1.5.3 Magnetischer Kreis

Am Bild 1.30b lassen sich an Hand der rot eingezeichneten Feldwirbel die Abschnitte des magnetischen Kreises beschreiben. Ausgehend von den Säulenmagneten schließt sich der magnetische Fluss durch den Luftspalt, den Spulenkern, dem Ankerjoch, einem zweiten Spulenkern, dem anschließenden Luftspalt, einem zweiten Magneten und durch das Läuferjoch zum Ausgangspunkt. Dabei geht der Fluss durch die erste Spule vom Luftspalt zum Ankerjoch und durch die zweite Spule vom Ankerjoch zum Luftspalt. Damit das Ende einer Spule mit dem Anfang der benachbarten zusammen geschlossen werden kann, sind die Wickelrichtungen der benachbarten Spulen entgegengesetzt, wie es im Bild 1.30a durch Pfeile angedeutet ist.

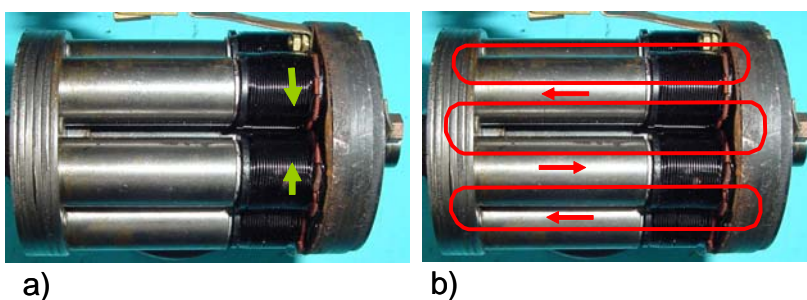


Bild 1.30: Wickelsinn der Spulen a) und Richtungen des magnetischen Flusses im magnetischen Kreis b)

1.5.4 Befestigung der Säulenmagnete im Joch

Die Befestigung der sechs Magnete im Joch erfolgt durch eine Presspassung. Dazu sind im scheibenförmigen Ankerjoch Bohrungen parallel zur Drehachse eingebracht, in die die Magnete eingedrückt werden (Bild 1.31).



Bild 1.31: Erregersystem bestehend aus sechs Säulenmagneten und einem Weicheisenjoch

Aufgrund der Beanspruchung durch die Fliehkräfte hat die Jochdicke etwa das Maß des Magnetdurchmessers. Dementsprechend sind große Kräfte erforderlich, um die Magnete sicher einzubringen. was insbesondere dadurch bedingt ist, dass wegen des gehärteten Magnetmaterials nur das weichmagnetische Joch verformt wird. Um diese Kräfte zu reduzieren, wurde das Joch aus 1 bis 2 mm starken Weicheisenblechen zusammengesetzt und vernietet. Diese Technologie wurde von Friedrich Quast und Fritz Eichert in ihrem englischen Patent Nr. 288,232 vom 08.04. 1927 beschrieben (Bild 1.32). Die bisher vorliegenden Säulenmagnetdynamos wurden mit geblechtem Jochen im Erregersystem ausgeführt.

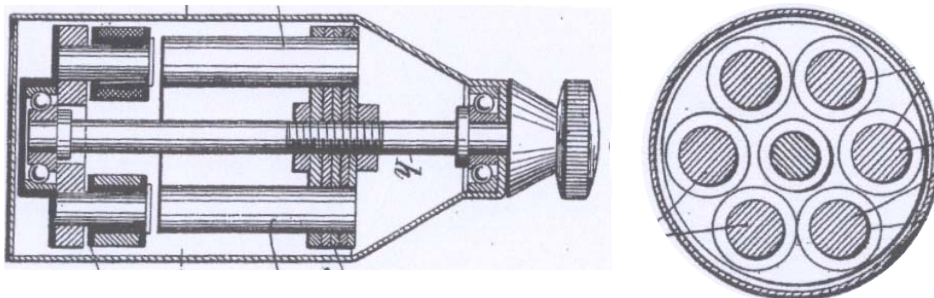
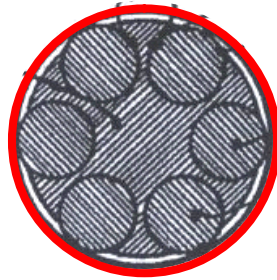
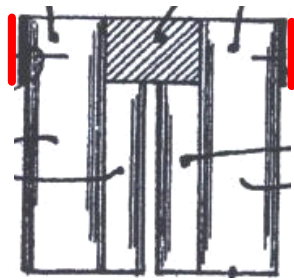


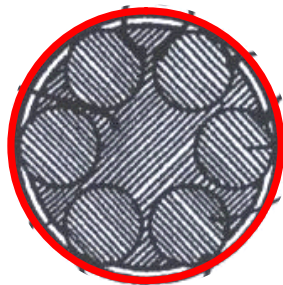
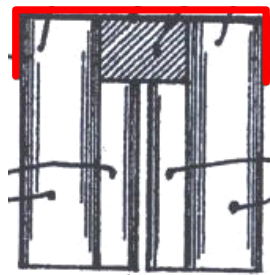
Bild 1.32: Joch des Erregersystems bestehend aus 1 bis 2 mm starken weichmagnetischen Blechen (Patent Nr. 288,232)

Wie aus den vier Monate später (18.08.1927) eingereichten Patenten Nr 500835 und Nr 499739 ersichtlich ist, wurde auch mit massiven Jochen im Erregersystem experimentiert. Bisher liegt allerdings kein Muster dafür vor, dass auch massive Joche eingesetzt wurden. Um die großen Spannungen beim Eindrücken der Magnete, die zu Rissen im Joch und zu Schiefstellungen der Magnete führen können, zu vermei-

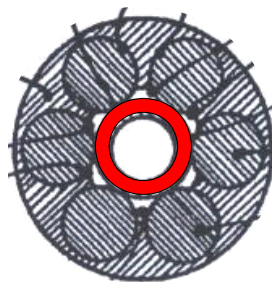
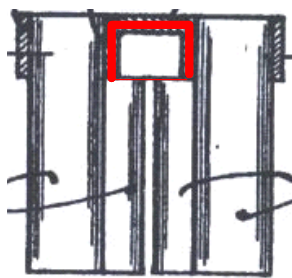
den, wurden von den Berko-Werken in den schon genannten Patenten und im englischen Patent Nr 299,264, eingereicht am 01.01.1928, Konstruktionen vorgeschlagen, bei denen das Einfügen der Magnete in die Bohrungen des massiven Jochs mit geringerer Kraft möglich ist. Der Presssitz wird durch Ringe, Kappen oder Stifte erzielt, die entweder unmittelbar auf die Magnete drücken (Bild 1.33) oder Verformungen des Ankermaterials (Bild 1.34) bewirken. Im Patent Nr 299,264 werden Lösungen mit einer Nut im Magneten vorgestellt, in die Bleche oder Federn eingelegt werden, um sie am Joch kraft- und formschlüssig zu arretieren.



a) Joch mit äußeren Bohrungsöffnungen und einem Ring zur Befestigung der Magnete



b) Joch mit äußeren Bohrungsöffnungen und einer Kappe zur Befestigung der Magnete

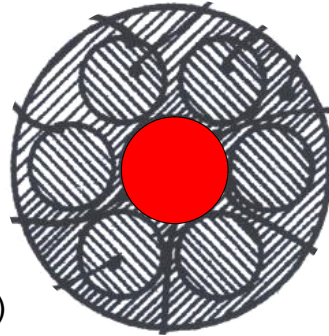


c) Jochring mit inneren Öffnungen der Bohrungen und Kappe als Presselement innerhalb des Magnetkreises

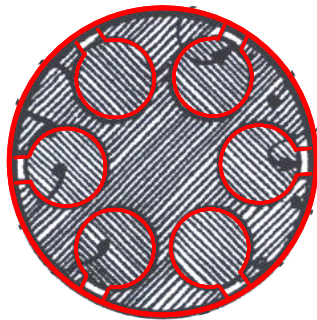
Bild 1.33: Stabilisierung der Magnete durch Druckelemente, die unmittelbar auf die Magnete Kräfte ausüben



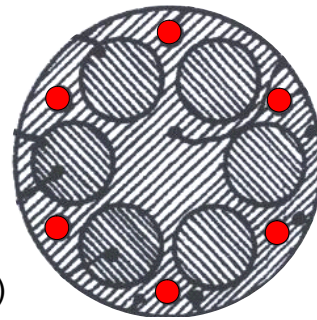
a)
Ring-oder
Topfbandage



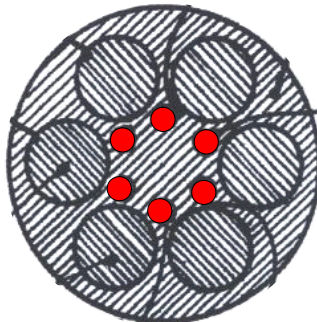
b)
Stabilisierung mit ei-
nem massiven Bolzen



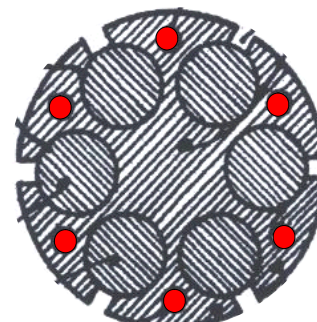
c)
Geschlitzte Bohrung
und Ringbandage



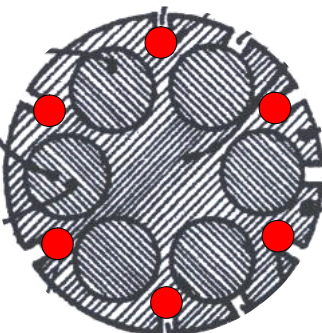
d)
Druckstifte im Rand-
bereich des Jochs



e)
Druckstifte im inneren
Bereich des Jochs

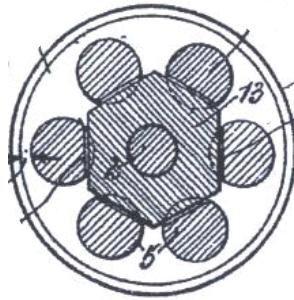
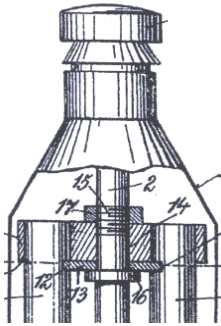


f)
Geschlitzte Bohrungen
und Druckstifte

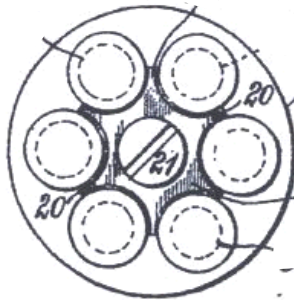
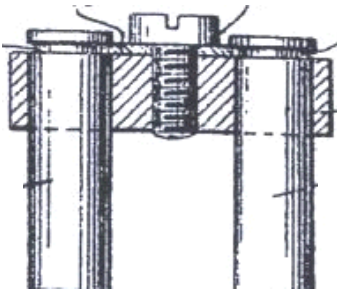


g)
Druckstifte in den Schlitz-
en zwischen den Bohrungen

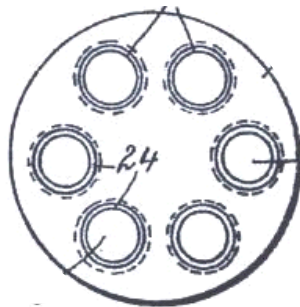
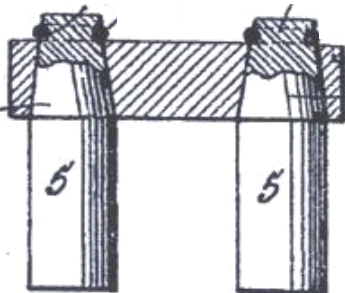
Bild 1.34: Möglichkeiten zur
Stabilisierung der Säulenmagnete



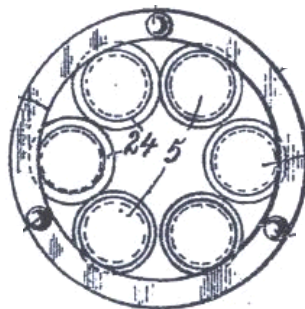
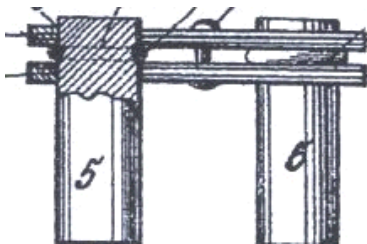
a) Sechseckige Platte unterhalb des Jochs ragt in die Ringnut



b) Sechseckige Platte oberhalb des Jochs ragt in die Ringnut



c) Federringe oberhalb des Jochs ragen in die Ringnut konischer Magnetenden



d) Federringe in der Ringnut sind zwischen den Blechen des Jochs eingeklemmt

Bild 1.35: Befestigung der Magnete am Joch durch eine Ringnut und Montageteilen

1.6 Prinzipielle Anordnung von Anker und Erregersystem

In den vorliegenden Säulenmagnetdynamos verschiedener Firmen ist die relative Lage von Anker und Magnetsystem gleich. Der Anker befindet sich in der Nähe des Bodens und das rotierende Magnetsystem ist unmittelbar unter dem Lagerhals angeordnet. Dabei hat das untere Lager sowohl die Schwerkraft des Rotors als auch die die magnetischen Kräfte im Luftspalt abzufangen. Durch diese Belastung stellt sich ein höherer Verschleiß am unteren Lager ein, sodass die Magnetpole Gefahr laufen, die Ankerpole zu berühren. Es muss nachjustiert werden. Diese Arbeiten lassen sich weit hinausschieben, wenn Anker und Erregersystem bezüglich ihrer Lage im Gehäuse vertauscht werden. Dadurch haben die Schwerkraft und die magnetischen Kräfte unterschiedliche Richtungen und die resultierende Kraft auf das untere Lager ist kleiner.

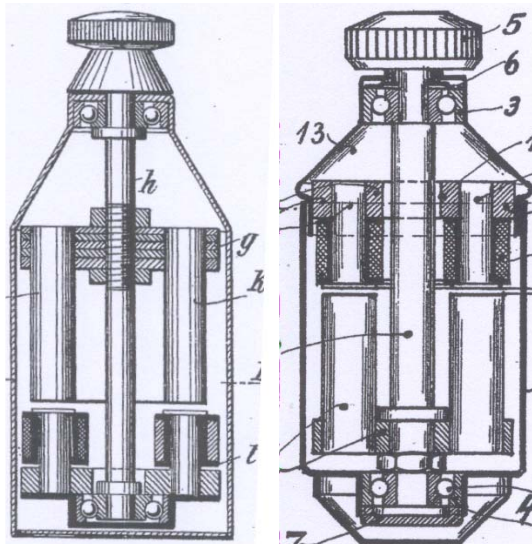


Bild 1.36: Anordnung des Ankers am Boden und am Lagerhals

Eine solche Lösung hat Fritz Eichert im Patent **Nr.475 683** im Jahre 1928 vorgeschlagen.

Einreichung

Bekanntmachung

Patentschrift **Nr.475 683** Klasse 21d¹ Gruppe 12 B136279 VIIIb/21d¹

Berko-Werke Quast & Co. in Berlin

Titel: Magnetelektrische Kleinmaschine, insbesondere zur Fahrradbeleuchtung

Allerdings liegt eine solche konstruktive Gestaltung eines Dynamos bisher nicht vor. Die Frage ist, ob hier von „Berko“ nur eine Idee vorausschauend patentiert wurde, ohne sie selbst umzusetzen.

1.7 Einfluss auf das Betriebsverhalten durch ferromagnetische Streubleche

Die nachfolgenden zwei Patente von „Berko“

25.12.1927 Einreichung

15.01.1930 Ausgegeben bzw. Bekanntmachung

Patentschrift **Nr.489298 Klasse 21d¹ Gruppe 12**

Berko-Werke Quast & Co. in Berlin

Titel: Einrichtung zur Spannungsregelung magnetelektrischer Wechselstromkleinmaschinen

Inhalt: Magnetische Nebenschlüsse zur Erhöhung der Ankerinduktivität

24.12.1927 Convention date 300,457

02.04.1928 Application date No 9988/28

15.11.1928 Complete Acceptet

Patentschrift: No.300,457

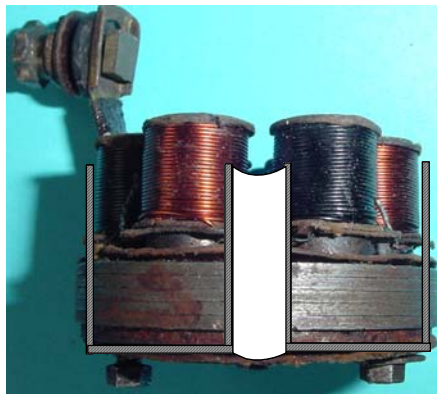
Titel: Improvements in Alternating Current Magneto-electric Machines.

Inhalt: Magnetische Nebenschlüsse zur Erhöhung der Ankerinduktivität,

sind inhaltlich identisch und wurden in England und Deutschland zur gleichen Zeit angemeldet. Sie haben die Erhöhung der Streuinduktivität ohne Vergrößerungen der induzierten Spannung und des ohmschen Widerstandes zum Inhalt. Dies zielt darauf ab, dass mit steigender Drehzahl eine Strombegrenzung ohne Fliehkraftregler erreicht werden soll. Es wird ganz oder teilweise dadurch erreicht, dass ferromagnetische Bleche bzw. Rohre innerhalb oder/und außerhalb von den sechs Ankerspulen aufgespannten Kreisrings eingefügt werden (Bild 1.37a). Diese Rolle der Streubleche kann auch das Gehäuse übernehmen, wenn der Mantel nicht aus Messing sondern aus Eisenblech gefertigt wird.



a)



b)

Bild 1.37: Streubleche a) zwei Rohre, b) Topfiring

Dabei muss beachtet werden, dass ein ferromagnetischer Mantel im Bereich der Dauermagnete das Streufeld des Erregersystems erhöht und dadurch das Erregerluftspaltfeld schwächt. Insbesondere ist die Empfehlung im Patent, ein Streublech in Höhe des Luftspalts zu positionieren, nicht nach zu vollziehen. Unter dem Gesichtspunkt der Vergrößerung des Ankerstreufeldes ist es vorteilhaft, die beiden Rohre zu einem Topfiring zu vereinen (Bild 1.37b), der den gesamten Anker aufnimmt.

Bei den bisher durchgeführten Analysen der Dynamos sind solche Streubleche nicht entdeckt worden.

1.8 Säulenmagnetanordnungen im Nabendynamo

Die Berko-Werke Berlin sind Anmelder des Patents Nr. 516221 vom 31.03.1928 für ein Dynamo, bei dem vorgesehen ist, eine Säulenmagnetanordnung in Verbindung mit einem Getriebe in die Vorderradnabe einzubauen. Da kein Exemplar dieser Konstruktion vorhanden ist, muss diese Nutzung der Säulenmagnetanordnung als eine der nicht realisierten Ideen zum Bau von Nabendynamos betrachtet werden.

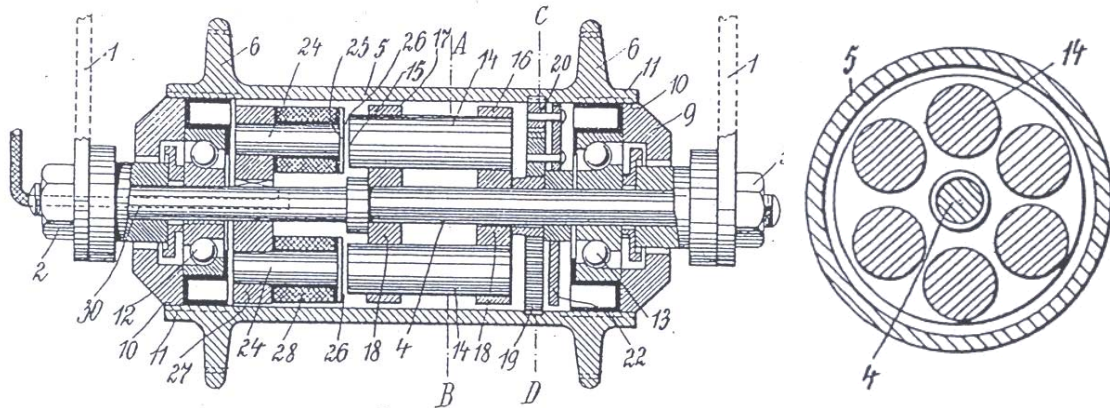


Bild 1.38: Patent Nr. 516221 vom 31.03.1928 der Berko-Werke Berlin

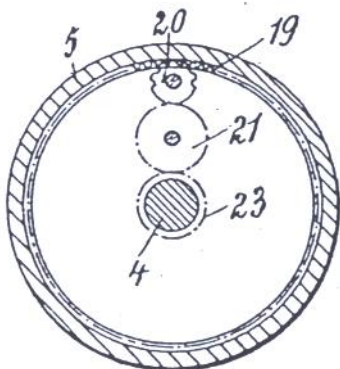


Bild 1.39: Getriebe des Dynamos im Patent Nr. 516221 vom 31.03.1928 der Berko-Werke Berlin

Weitere Patente, die die Verbesserung der Nabendynamos mit Säulenmagnetanordnung zum Inhalt haben sind:

15.07.1928 Einreichung

06.06.1931 Ausgegeben bzw. Bekanntmachung

Patentschrift **Nr.526538 Klasse 63g Gruppe 10**

Berko-Werke Quast & Co. in Berlin

Titel: In die Radnabe eines Fahrrades eingebaute Lichtmaschine

Inhalt: Säulenmagnetanordnung in der Nabe

15.07.1928 Einreichung

26.06.1930 Ausgegeben bzw. Bekanntmachung

Patentschrift **Nr.502397 Klasse 63g Gruppe 10**

Berko-Werke Quast & Co. in Berlin

Titel: Fahrradnabe mit im Innern angeordneter Lichtmaschine, deren Wicklungen durch eine Isolierschicht geschützt sind

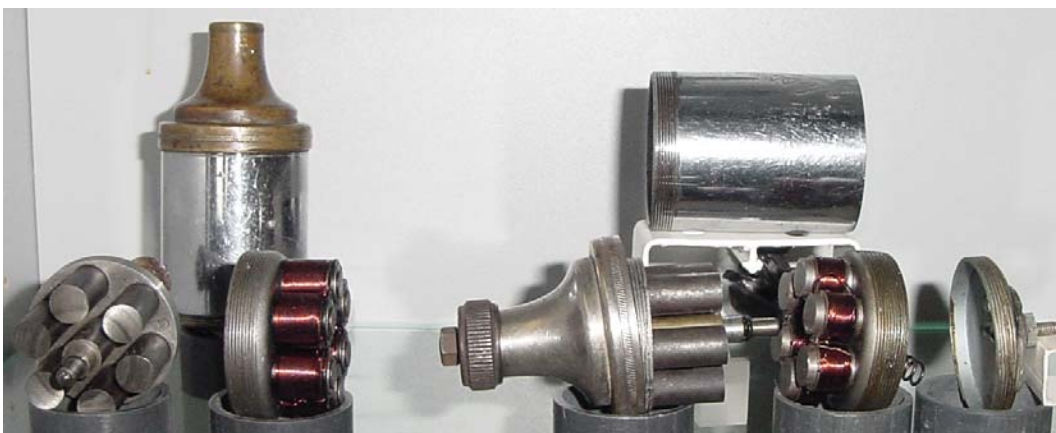
1.9 Säulenmagnetdynamo von Assmann

1.9.1 Firmenzuordnung der zwei vorliegenden Exemplare

Das Bild 1.41 zeigt zwei Säulenmagnetdynamos, von denen nur einer mit der Aufschrift „Assmann“ versehen ist. Obwohl das ursprünglich aufgenietete Leistungs- oder Firmenschild des zweiten Dynamos nicht vorhanden ist, wird er der Firma Assmann zugeschrieben, weil er sich nur in konstruktiven Details unterscheidet, die durch technologische Weiterentwicklungen entstanden sind. Demzufolge erhält der beschriftete Dynamo die Bezeichnung Ass 1 und der ohne Schriftzug Ass2. Betrachtet man die Baugruppen der Ausstellungsstücke (Bild 1.41) erscheinen die beiden Exemplare nahezu identisch, worauf sich die Annahme, dass beide von der gleichen Firma produziert wurden, stützt.



Bild 1.40: Säulenmagnetdynamos von Assmann: a) mit Schriftzug Ass 1, b) ohne Leistungs-oder Firmenschild Ass 2



a)

b)

Bild 1.41: Assmann-Säulenmagnetdynamos a) Ass 2, b) Ass1

Da die Kippvorrichtungen ein charakteristisches Merkmal der Firmen ist, können auch sie, die an beiden Exemplaren gleich sind, als Beweis herangezogen werden. Charakteristisch für die Dynamos von Assmann ist die Form der Blechteile der Kippvorrichtung (Bild 1.42), während die Verwendung nur einer Feder, die Positionierung des Zapfens im Drehbolzen und die Nut zur Arretierung des Dynamos auch in Ausführungen anderer Firmen üblich ist.



Bild 1.42: Kippvorrichtung mit einer Schraubenfeder

1.9.2 Ausführung Ass 1

Die fünf Baugruppen des Säulendynamos Lagerhals, Erregersystem, Gehäusemantel, Anker und Boden sind im Bild 1.43 dargestellt. Der Lagerhals wird zusammen mit dem Erregersystem an den Gehäusemantel, der am oberen Ende ein Außengewinde hat, angeschraubt. Am unteren Ende hat der Gehäusemantel ein Innengewinde, das sowohl den Anker als auch den Gehäuseboden aufnimmt. Im Lagerhals ist der Sitz eines Kugellagers. Ein Gleitlager ist zentrisch im Ankerjoch positioniert. Mit der Mutter unter dem Reibrad (Bild 1.44b) erfolgt die Einstellung des Lagerspiels im Lagerhals. Sie wird mit der Mutter des Reibrads (Bild 1.44a) gekontert, wodurch auch das Reibrad axial befestigt ist. Damit das Reibrad keine Lockerung der Verschraubung bewirkt, sind der Gewindebereich der Welle mit zwei parallelen Flächen (Bild 1.44b) und das Reibrad mit einem Langloch versehen.

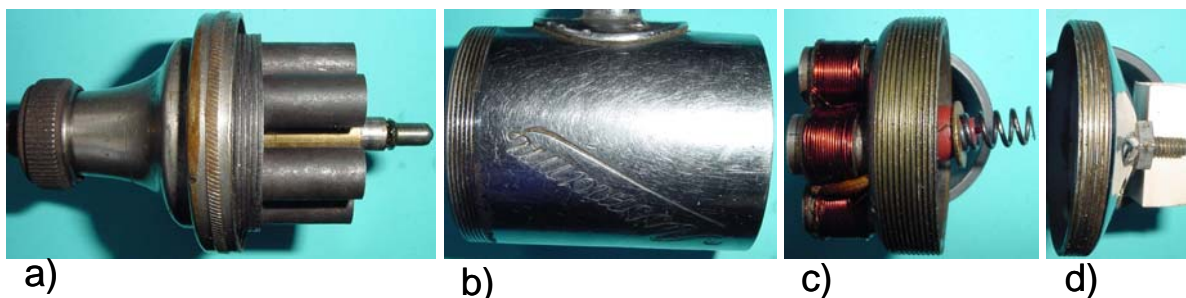


Bild 1.43: Baugruppen: a) Lagerhals mit Erregersystem, b) Gehäusemantel, c) Anker mit der Kontaktfeder d) Boden

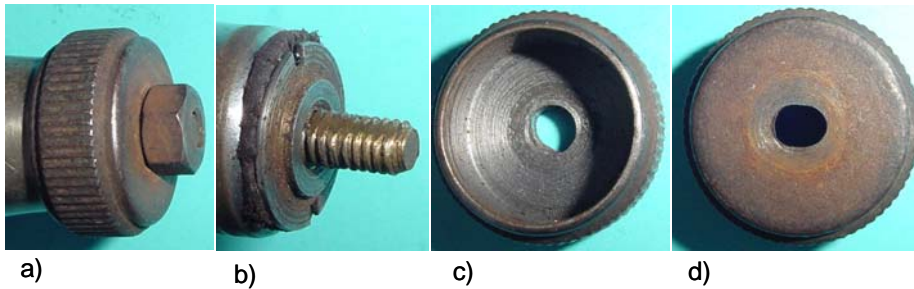


Bild 1.44: Reibrad und Mutter zur Einstellung des Lagerspiels

Welle und Luftspalteinstellung

Die Welle besteht aus zwei Teilen. Der Bereich, an dem die rotierenden Teile, Reibrad und Magnetsystem, befestigt sind, besteht aus Messing (Bild 1.45). An dem unteren Ende ist ein Wellenstumpf aus Stahl eingepresst, der in die Öffnung des Gleitlagers hineinragt und mit einer eingelassenen Kugel an der Stirnseite die axialen Kräfte aufnimmt. Das Spurlager (1.6a) ist mit einem Gewinde von der Bodenseite aus im Ankerjoch in axialer Richtung verstellbar (Bild 1.46b). Der gesamte Anker mit dem Spurlager ist mit dem Außengewinde am Ankerjoch und dem Innengewinde im Gehäusemantel in axialer Richtung im Gehäusemantel verschiebbar. Nach einer Justierung, die sich nach der Luftspaltlänge richtet, werden mit einer Schraube durch den hochgezogenen Rand des Ankerjochs Gehäusemantel und Anker gegeneinander arretiert (Bild 1.46). Während das Kugellager (Bild 1.45) im Lagerhals radiale Kräfte herrührend vom Reibradradgetriebe aufzunehmen hat, wird die Kugel des Spurlagers mit dem Gewicht des Rotors und den axialen magnetischen Zugkräften belastet.

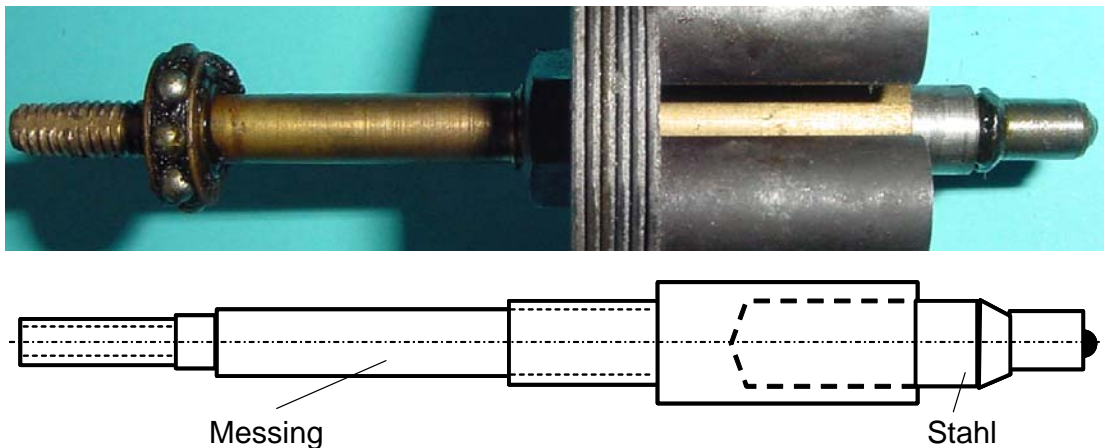


Bild 1.45: Welle aus Messing und Stahl

Mit dem Gleitlager wird die Feineinstellung des Luftspalts vorgenommen, der mit $\delta \leq 0,1 \text{ mm}$ sehr klein angestrebt wird, um den magnetischen Luftspalt so gering wie möglich einzustellen. Aufgrund der Belastung des Spurlagers kommt zur Verkleinerung des Luftspalts und zur Berührung der Magnete mit den Spulenkernen des Ankers. Der Boden des Dynamos ist im Gehäusemantel eingeschraubt und kann ent-

fernt werden, um den Luftspalt mit dem Gleitlager nach zu justieren. Mit einer Kontermutter wird der Sitz des Lagers gesichert.

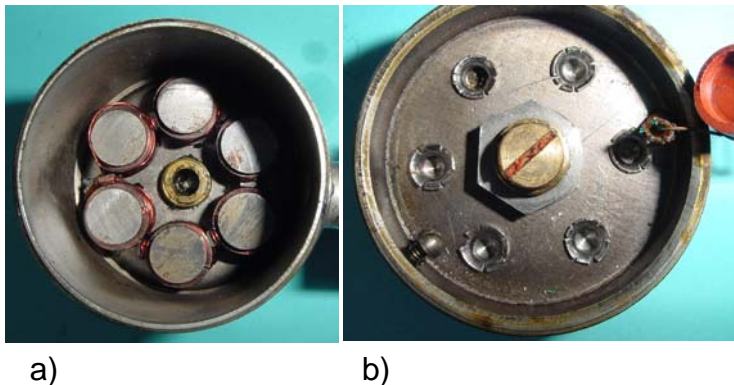


Bild 1.46: Gleitlager im Ankerjoch: a) Bohrung zur Aufnahme des Wellenendes, b) Drehschlitz und Kontermutter zur Feineinstellung des Luftspaltes

Ankerpole

Die Ankerpole haben einen kreisförmigen Querschnitt, sodass die Spulen ringförmig ausgebildet sind. Ihre Isolation stützt sich jeweils an einem Bund des Kerns an der Luftspaltseite und an der Jochseite ab.

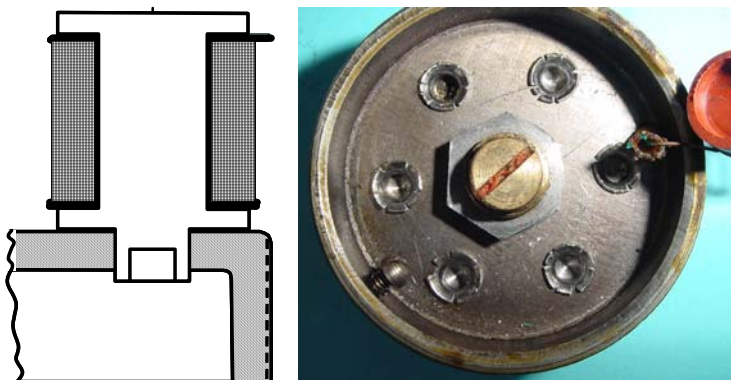


Bild 1.47: Querschnitt einer Ankerspule (Ass 1)

Die Spulenkern bestehen aus nicht gehärtetem Stahl, was für die Befestigung der Spulenkern auf der Ankerjochplatte in der Weise genutzt wird, dass die Bohrung im Kernfuß zur Befestigung der Pols aufgeweitet und die Ränder umgebörtelt werden. Wegen dieser Gestaltung des Kerns und des geringen Abstands der Polachsen, müssen die Kerne vor dem Einsetzen in die entsprechende Bohrungen des Jochs bewickelt werden. Assmann hat für diese direkt bewickelten Pole eine unterbrechungsfreie Bewicklung praktiziert (Bild 1.48). Im vorliegenden Exemplar sind allerdings auch zwei Spulenverbindungen durch Verdrillen der Drahtenden hergestellt worden. Vermutlich musste eine Spule schon während der Produktion ausgewechselt werden. Das Spulende ist immer am oben am Luftspalt und wird an einem Wickelstützpunkt festgelegt. Da der Wickelvorgang einer Spule an der Ankerjochseite be-

ginnt, ist der Verbindungsdraht von oben nach unten zu führen. Wegen der unmittelbaren Hintereinanderschaltung benachbarter Spulen haben diese unterschiedliche Wickelrichtungen. Ein Ende der Wicklung wird am Ankerjoch verstemmt (Bild 1.49) und bildet somit die Masseverbindung. Das zweite wird durch eine Bohrung im Ankerjoch geführt und an einen isoliert am Gleitlager fixierten Kontaktteller angelötet. Darauf steht eine Schraubenfeder (Bild 1.49 und Bild 1.50), in die der Kontaktbolzen von der anderen Seite eingreift. Da der Boden in den Gehäusemantel eingeschraubt wird (Bild 1.43d), hat der Kontaktbolzen keine Funktion bei der Montage des Gehäuses. Er wird isoliert durch den Boden geführt (Bild 1.51).

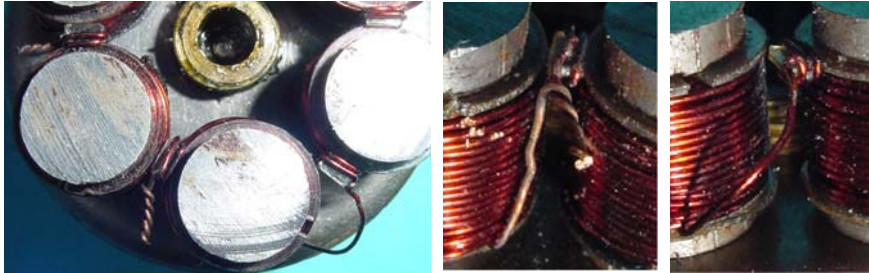


Bild 1.48: Verbindungen zwischen den Spulen

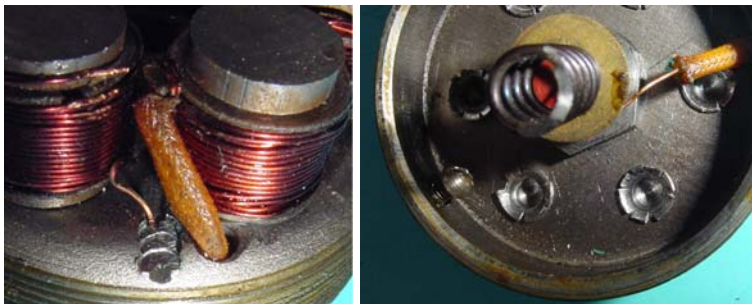


Bild 1.49: Kontaktierung der Wicklungsenden

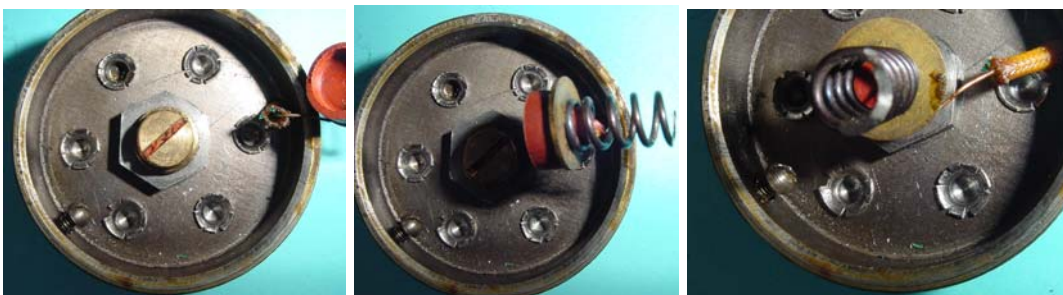


Bild 1.50: Verstellbares Gleitlager, Druckfeder, Spannung führender Anschluss der Spule und Arretierungsschraube

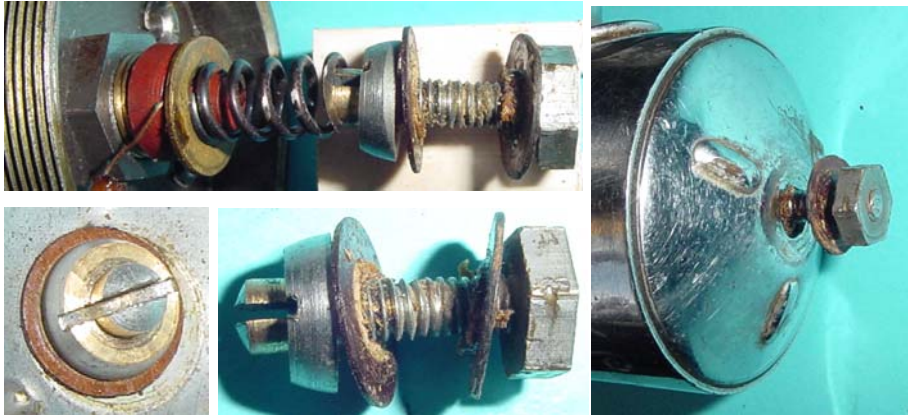


Bild 1.51: Kontaktteller, Schraubenfeder und Durchführung des Kontaktbolzens durch den Boden

Erregersystem

Die sechs Stahlmagnetsäulen mit dem Durchmesser von 10 mm sind in die Bohrungen des Erregerjochs eingepresst. Diese Presspassung ist erforderlich, weil die gehärteten Magnete nicht bearbeitet werden können und aus fertigungstechnischen Gründen eine zylindrische Oberfläche ohne spezielle Konturen haben. Um das Einpressen der Magnete zu erleichtern und einer Lockerung nach längerer Betriebsdauer vorzubeugen, besteht das Läuferjoch aus sechs 1 mm starken Stahlscheiben, die miteinander vernietet sind (Bild 1.52). Das Joch ist mit der Welle verschraubt.

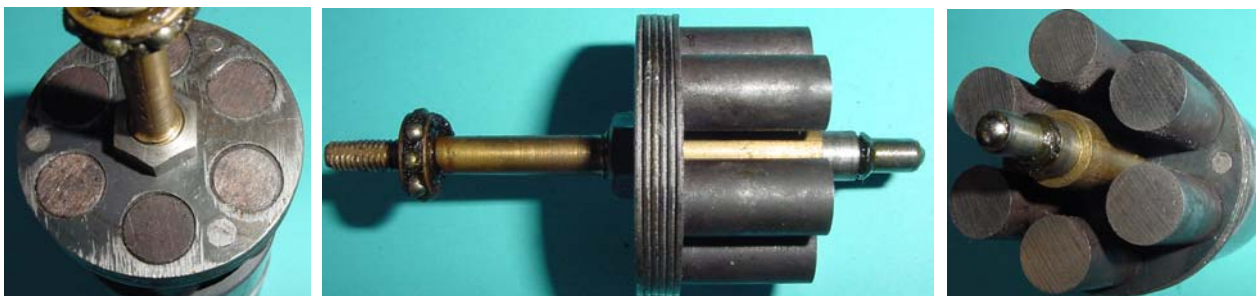


Bild 1.52: Säulenmagnetsystem (Ass 1)

1.9.3 Ausführung Ass 2

Die Darstellungen der Baugruppen von Ass 2 im Bild 1.53 bis Bild 1.58 stimmen mit denen von Ass 1 überein, sodass die Konstruktion und Montage des Dynamos nicht erneut beschrieben werden müssen. Das gilt auch für die Eigenschaften der beiden ausgeprägten Stellungen des Ankers relativ zum Erregersystem (Bild 1.59). Aufgrund der gewählten Durchmesser der Ankerpolflächen und der Magnete ist das Polführungsdrehmoment so klein, dass es nicht fühlbar ist, wenn am Reibrad gedreht wird. Allerdings bewirken die massiven Ausführungen der Spulenkerns und des 2mm starken Ankerjochs im Vergleich zu lamellierten, ferromagnetischen Abschnitten des magnetischen Kreises höhere Wirbelstromverluste und nicht zu vernachlässigende Absenkungen des Wirkungsgrades.



Bild 1.53: Magnetischer Kreis mit Welle

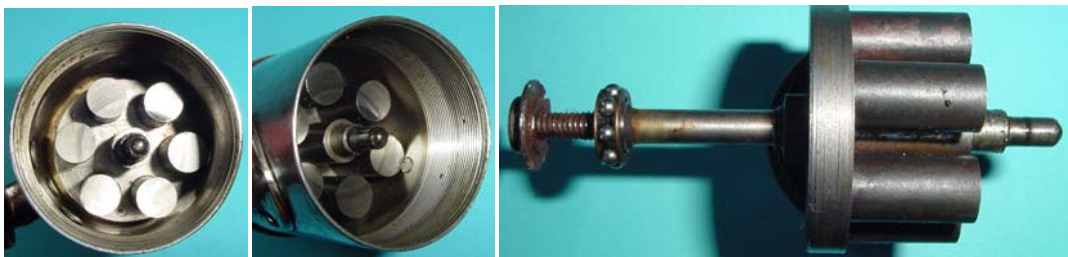


Bild 1.54: Rotierendes Erregersystem, Innengewinde im unteren Bereich des Gehäusmantels



Bild 1.55: Spurlager mit Justierschlitz und Kontermutter

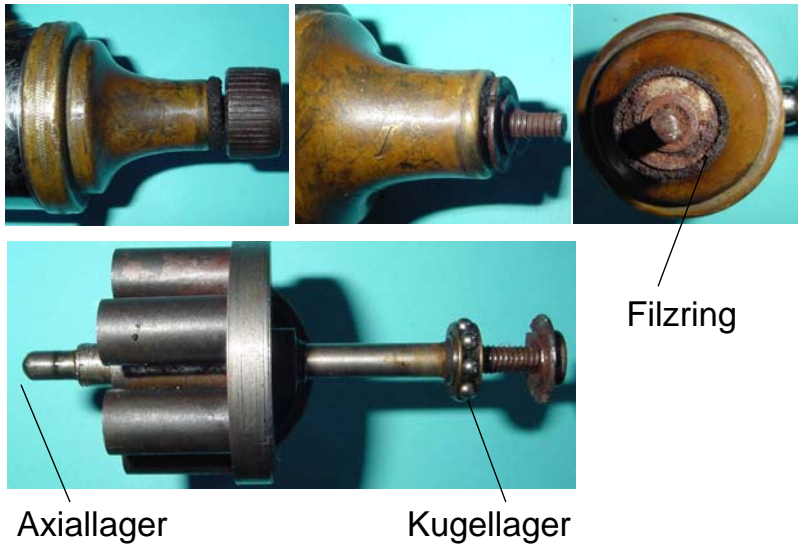


Bild 1.56: Lagerhals mit Rotor



Bild 1.57: Befestigung der Spulenkerne im Joch mit durch Nietung



Bild 1.58: Anordnung der sechs Zylindermagnete

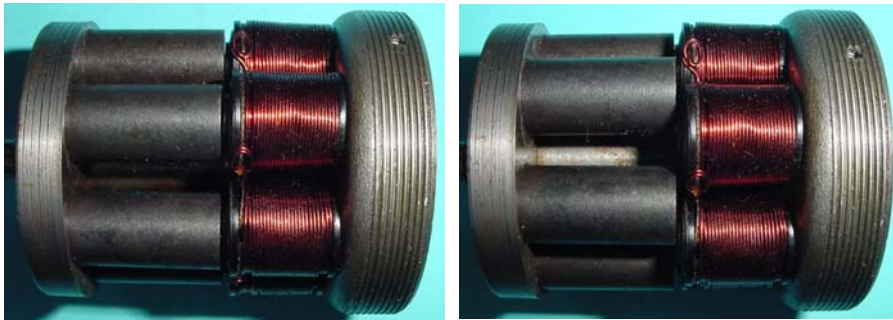


Bild 1.59: Zwei ausgeprägte Ankerstellungen

1.9.4 Vergleich der beiden Ausführungen

An den beiden Säulendynamos von Assmann lassen sich Unterschiede erkennen, die auf technologische Weiterentwicklungen zurückzuführen sind. Das betrifft die Wellenfertigung, die Gestaltung und Befestigung der Spulkerne am Ankerjoch, die Wickeltechnik und die Kontaktierung des Massekontakts.

Wellenfertigung

Die Welle hat zwei neue Merkmale, denn sie ist nur noch einteilig und aus Stahl gefertigt. Die bearbeitete Oberfläche des Erregerjochs hat kosmetischen Charakter.

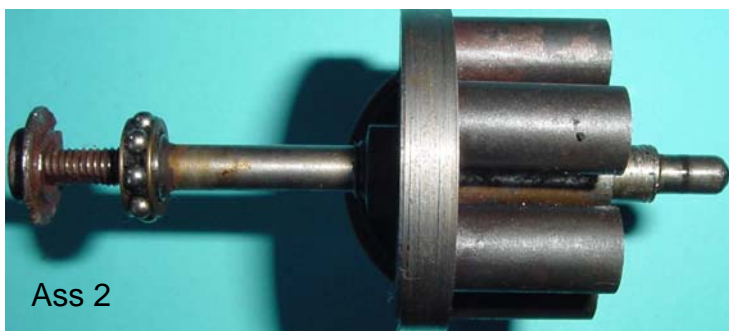
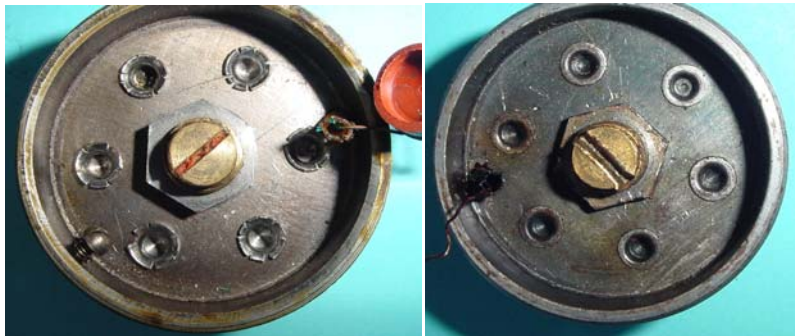


Bild 1.60: Veränderungen in der Wellenfertigung

Befestigung der Spulenkerne am Ankerjoch

Die Vernietung des der Spulenkerne der Variante von Ass 2 weist hinsichtlich der handwerklichen Ausführung eine bessere Qualität aus (Bild 1.61).



Ass 1

Ass 2

Bild 1.61: Unterschiedliche Ausführung der Nietung

Gestaltung der Ankerpole und der Wicklung

Der unmittelbar sichtbare Unterschied der Polflächen (Bild 1.62) ist auf eine verbesserte Spulenwickeltechnik zurückzuführen. Während die Pole des Dynamos Ass 1 direkt bewickelt werden, erfolgt beim Ass 2 zuerst die Bewicklung der Spulenkörper, die dann auf die Kerne aufgeschoben werden. Notwendig ist dann die Befestigung der Spulenkörper, was mit einer aufgelegten Scheibe und einem Stauchvorgang des Kerns erfolgt. Voraussetzung dafür sind stabile Spulenkörper und eine andere Gestaltung des Spulenkerns, wie sie im Bild 1.63 dargestellt ist. Verändert wurde auch die Drahtführung, die von Spule zu Spule an der Luftspaltseite erfolgt (Bild 1.64 und Bild 1.65).

Eine Verfahrensänderung ist auch bei der Herstellung der elektrischen Verbindung eines Wicklungsendes mit dem Ankerjoch erfolgt (Bild 1.66). Der Prozess beim Verstemmen, ohne den Draht abzuklemmen, wurde offensichtlich optimiert.



Ass 1

Ass 2

Bild 1.62: Vergleich der Polflächen

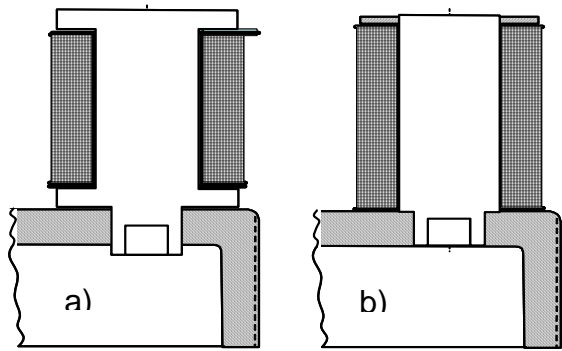
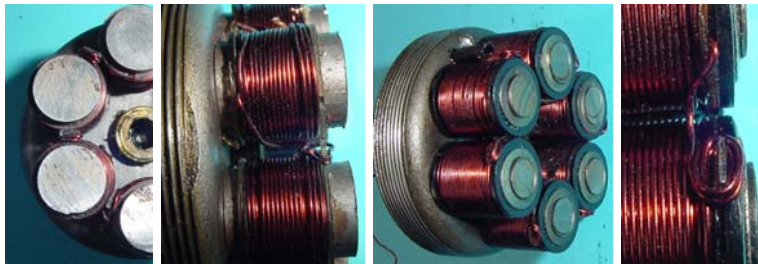


Bild 1.63: Querschnitte der Ankerpole
a) Ass 1, b) Ass 2



Ass 1

Ass 2

Bild 1.64: Verbindungen benachbarter Spulen

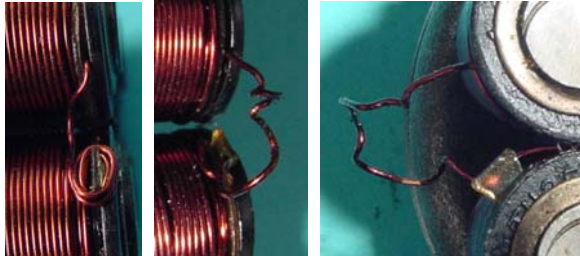
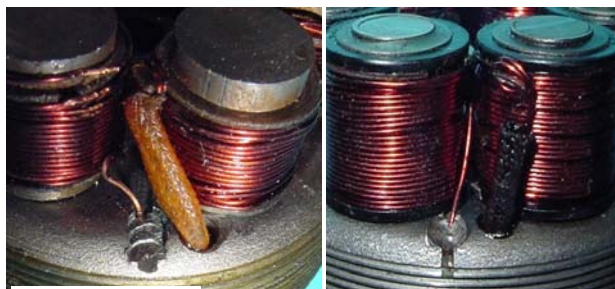


Bild 1.65: Unterbrechungsfreie Herstellung der Wicklung (Ass 2)



Ass 1

Ass 2

Bild 1.66: Masseanschluss und Durchführung des Spannung führenden Spulenan-
schlusses

1.10 Berko-Dynamo mit Fliehkraftschalter (um 1935)

Im „Knochenschüttler“ 2/2010 hat Gerhard Eggers eine Zeichnung einer Lichtanlage aus dem Jahr 1935 veröffentlicht, die als „Selbstschalter-Anlage“ bezeichnet wird, zu der ein im Bild 1.68 gezeigter Dynamo gehört.

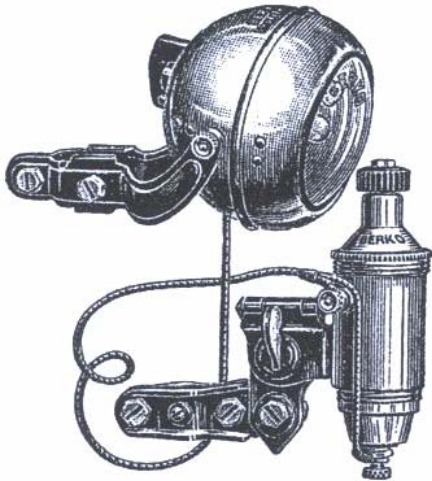


Bild 1.67: Selbstschalter-Anlage mit Kugelblender (Scheinwerfer)

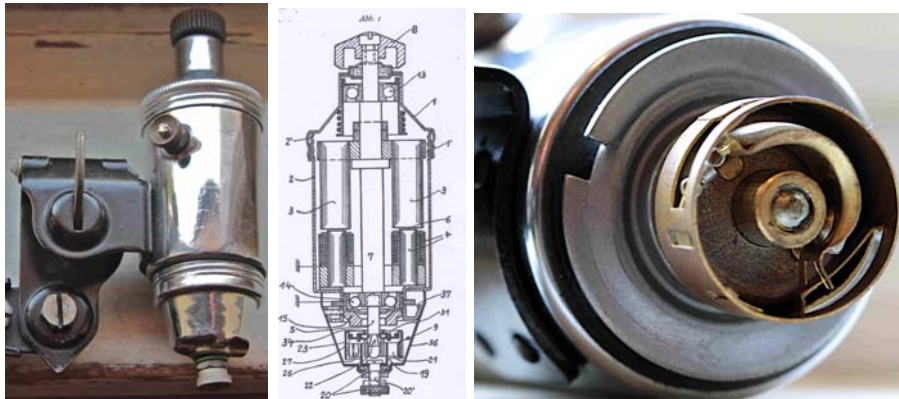


Bild 1.68: Dynamo mit verlängertem Boden zur Unterbringung eines Fliehkraftschalters

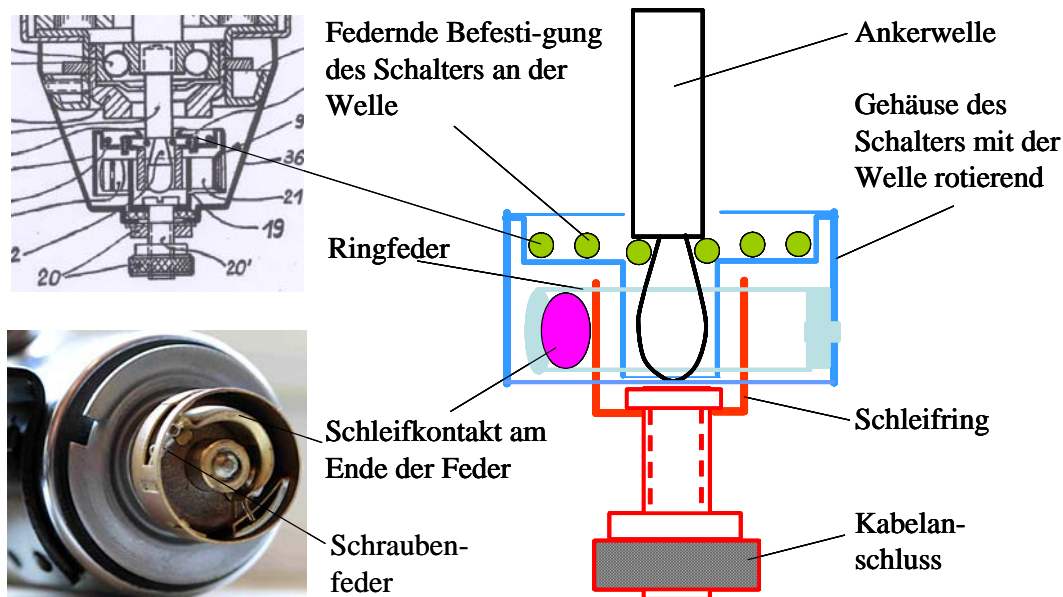


Bild 1.69: Einzelteile des Fliehkraftschalters

Offensichtlich gab es noch 1935 größere Stabilitätsprobleme der Spannung, sodass bei zu hohen Drehzahlen die Lampen durchbrannten, was mit einem Fliehkraftregler verhindert werden sollte. Er ist im Boden des Gehäuses untergebracht. In der vorliegenden Konstruktion ist nicht nur der Spannung führende Kontakt sondern auch der Massekontakt herausgeführt. Dadurch unterscheidet sich der Gehäusmantel von den beiden Typen ohne Fliehkraftregler. **Für die Einschätzung der magnetischen Kreise müssen entsprechende Exemplare geöffnet werden.**

Um die Beleuchtung des Fahrrades auch im Stillstand zu gewährleisten, wurden Batterien in einen separaten Batteriekasten oder in die Lampe eingebaut, die bei Bedarf die Speisung der Lampe übernahm. Dabei ist zu beachten, dass im Dynamo eine Wechselspannung induziert wird, die nicht in den Gleichstromkreis der Batterie eingeschaltet werden darf. Zur Schonung der Batterie hat Fritz Eichert im Patent Nr.563 616 vorgeschlagen, eine zweite Lampe mit höherem Widerstand im Batteriestromkreis vorzusehen (Bild 1.70). Ein im Dynamo eingebauter Fliehkraftregler soll bei ausreichend hoher Geschwindigkeit den Batteriestromkreis öffnen. Im Dynamo-Stromkreis befindet sich kein Schalter, sodass bei langsamer Fahrt beide Lampen leuchten. Mit einem Schalter an der Lampe lässt sich der Gleichstromkreis unterbrechen, wenn das Fahrrad abgestellt wird.

Für eine solche Anlage ist, der Zeichnung im Patent entsprechend, ein Säulenmagnetdynamo verwendet worden, bei dem der Fliehkraftschalter im Lagerhals untergebracht ist, wo auch die beiden Schalterkontakte herausgeführt sind. Der Spannung führende Kontakt ist oberhalb der Kippvorrichtung im Gehäusmantel positioniert.

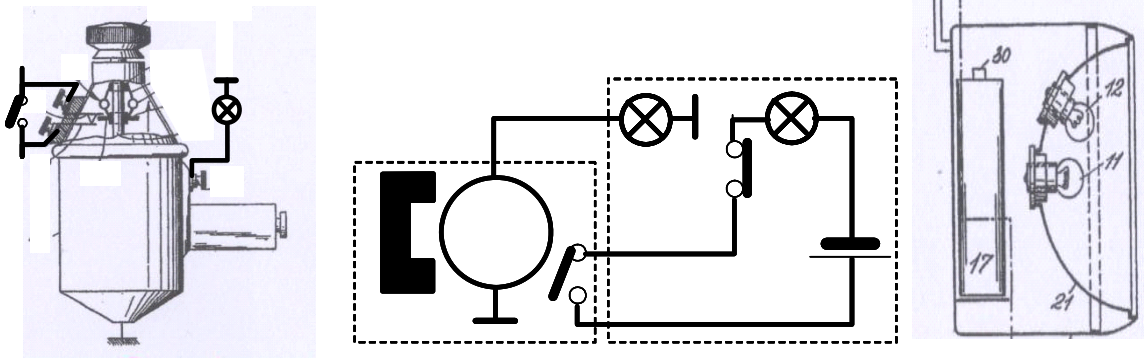


Bild 1.70: Fahrradbeleuchtung mit Batterie und Dynamo

Das Problem der Stillstandsbeleuchtung wurde mit der Patentanmeldung Nr.611264 vier Jahre nach der Patentanmeldung Nr.563 616 weiter Bearbeitet. Darin wird auch das Rücklicht in die Stillstandsbeleuchtung einbezogen. Im Rücklicht wurden in einer Birne zwei geerdete Glühfäden eingesetzt, die einmal vom Dynamo und zum anderen von der Batterie gespeist werden (Bild 1.71).

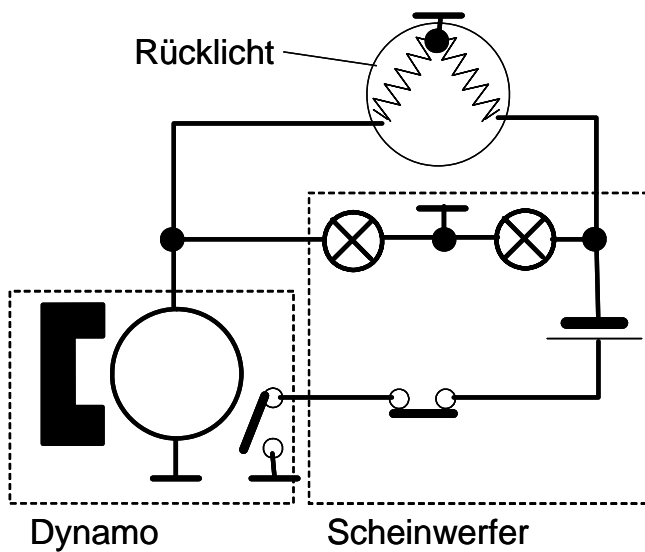


Bild 1.71: Lichtanlage mit Stillstandsbeleuchtung vorn und hinten