



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: B 07 B

1/38

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(12) PATENTSCHRIFT A5

631 092

(21) Gesuchsnummer: 4754/78

(73) Inhaber:
Gebrüder Bühler AG, Uzwil

(22) Anmeldungsdatum: 02.05.1978

(24) Patent erteilt: 30.07.1982

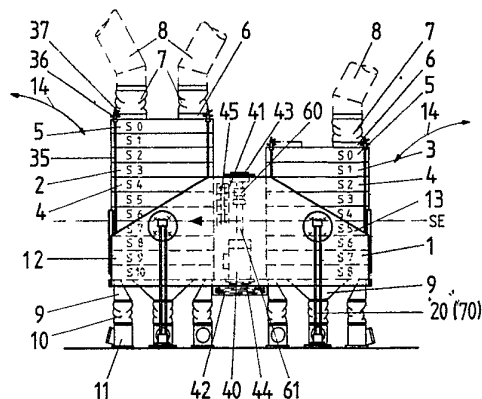
(45) Patentschrift
veröffentlicht: 30.07.1982

(72) Erfinder:
Alois Keller, Uzwil

(54) Freischwinger Plansichter.

(57) Der Plansichter dient der Gewinnung und Sortierung einzelner Mahlprodukte wie Backmehl, Griess etc. in einer Mühle.

Zwei Siebstapel (2 bzw. 3) werden nebeneinander und die Unwucht (41) zwischen die beiden Stapel (2 bzw. 3) derart angeordnet, dass die resultierende Kraft der Unwucht (41) in etwa der horizontalen Schwereebene (SE) des Plansichters (1) wirkt. Durch schnelles Durchlaufen der Auslauf- und der Anlaufphase kann aufgrund des baulichen Konzeptes der Plansichter (1) als Freischwinger ausgebildet werden. Im Plansichter (1) können pro Siebstapel 6 bis 15 einzelne Siebe (4) angeordnet werden, wobei die Siebfläche wesentlich grösser ist als bei den herkömmlichen Zwangssichtern. Trotzdem werden eine grössere Betriebssicherheit und weniger Kräfte nach aussen abgegeben, als bei den bisher verwendeten Zwangssichtern. Das Plansichtergehäuse (12) wird vorzugsweise in einer Trogform ausgebildet, wobei der Trog (13) im Bereich der Siebstapel (2 bzw. 3) nach oben offen ist. Die Siebe (4) können einzeln oder als ganzer Stapel (2 bzw. 3) eingesetzt werden. Der ganze Plansichter ist als Freischwinger auf elastischen Stützen (20) abgestützt, oder an elastischen Stäben aufgehängt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Freischwingender Plansichter mit zwei nebeneinander angeordneten Siebstapeln mit je wenigstens sechs einzelnen Sieben, wobei die Stapel bis auf fünfzehn Siebe ergänzbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungserreger mit rotierender Unwucht und Antriebsmotor mitschwingend in dem Plansichtergehäuse zwischen den Siebstapeln befestigt sind, und dass die resultierende horizontale Kraft der Unwucht in etwa in der Horizontalebene durch den Schwerpunkt des Plansichters wirksam ist, und die Antriebsmittel für die kreisende Unwucht derart geregelt und ausgebildet sind, dass die Auslaufphase und die Anlaufphase schnell durchlaufen werden.

2. Plansichter nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Plansichtergehäuse symmetrisch und je im Bereich der Siebstapel als ein nach oben geöffneter Trog ausgebildet ist.

3. Plansichter nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Plansichtergehäuse einen durchgehenden Trogboden aufweist, an dem bevorzugt der Antriebsmotor befestigt ist.

4. Plansichter nach Patentanspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die seitlichen Wände der Tröge nur die untere Hälfte der vollen Höhe der Siebstapel umfassen.

5. Plansichter nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Unwucht und der Antrieb durch das Plansichtergehäuse eingeschlossen sind und dieses mit Decke und Boden einen Antriebskasten von ca. $\frac{2}{3}$ der vollen Höhe der Siebstapel bildet.

6. Plansichter nach den Patentansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die seitlichen Wände der Tröge senkrechte, vorzugsweise montier- und demontierbare Stapelhalterschienen aufweisen, die sich über eine Höhe von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der vollen Stapelhöhe erstrecken und bei den vier vertikalen Ecken des Plansichters angeordnet sind.

7. Plansichter nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Plansichter als Freischwinger ausgebildet ist, wobei das Plansichtergehäuse an elastischen Stäben aufgehängt ist.

8. Plansichter nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Plansichtergehäuse an vier Stabpaketen aufgehängt ist, die jeweils, über die Horizontale gesehen, im Bereich der seitlichen Stapelmitte am Plansichtergehäuse angreifen.

9. Plansichter nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigung der Stabpakete, über die Vertikale gesehen, im Bereich des Trogbodens angeordnet ist.

10. Plansichter nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Siebstapel, bevorzugt an den vier oberen Eckpunkten angreifende Spannvorrichtungen aufweist, womit die Stapel auf den Boden des Plansichtergehäuses bzw. der Tröge fest spannbar sind.

11. Plansichter nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Plansichter als Freischwinger ausgebildet ist, wobei das Plansichtergehäuse auf stehenden, vorzugsweise direkt am Boden befestigten Stützen gelagert ist.

12. Plansichter nach Patentanspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass jede Stütze zusammengesetzt aus mehreren elastischen Einzelstäben gebildet ist.

13. Plansichter nach Patentansprüchen 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Plansichtergehäuse auf Kunststoffstäben abgestützt ist.

14. Plansichter nach Patentanspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Kunststoffstäbe für eine Stütze zusammengefasst, und das Plansichtergehäuse auf insgesamt vier Stützen gelagert ist.

15. Plansichter nach Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Befestigung der Stützen in etwa

in der Höhe der Horizontalebene durch den Schwerpunkt des Plansichters angeordnet ist.

16. Plansichter nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Befestigung der Stützen, über die Horizontale gesehen, in der seitlichen Mitte der Stapel liegt.

17. Plansichter nach Patentanspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffstäbe oben und unten mit Klemmen befestigt und die Klemmen spitzenlos sind und der runden Form der Kunststoffstäbe angepasste Ausnehmungen aufweisen.

18. Plansichter nach Patentanspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Kunststoffstäbe als runde Vollstäbe ausgebildet sind.

Die Erfindung betrifft einen freischwingenden Plansichter mit zwei nebeneinander angeordneten Siebstapeln mit je wenigstens sechs einzelnen Sieben, wobei die Stapel bis auf fünfzehn Siebe ergänzbar sind.

Der Plansichter ist eine der wenigen Maschinen, die allen bisherigen Anstrengungen des Erfindergeistes während bald einem Jahrhundert standgehalten und nach wie vor auf derselben Grundtechnik unübertroffen für dieselbe Zweckbestimmung, nämlich die Gewinnung und Sortierung der einzelnen Mahlprodukte wie Backmehl, Griess usw. in der Mühle dient.

Der Plansichter wird als ganzes in eine horizontale kreisende Bewegung versetzt, damit wird neben der eigentlichen Sichtarbeit auch die Produktförderung von Sieb zu Sieb und zu den im voraus bestimmten Kanälen und Ausläufen bezweckt. Die Sichterlagerung und der Antrieb können derart ausgebildet sein, dass der Plansichter als Freischwinger oder als Zwangssichter arbeitet.

Einer der Nachteile beim Zwangsantrieb, insbesondere bei grossen Sichtern, wird jedoch gerade in den für den Zwangsantrieb notwendigen Führungen gesehen, d.h. in dem ganzen dafür notwendigen Mechanismus, Kurbelantrieb mit Schmier- und Wartungsproblemen. Beim Zwangssichter werden im Verhältnis zu dem Freischwinger mehr Schwingungskräfte nach aussen abgegeben. Plansichter sollen baulich so ausgelegt sein, dass sie bei Störungen keinen Schaden nehmen, auch dann nicht, wenn sie teilweise oder vollständig mit Produkt vollgefüllt in Betrieb bleiben.

Betrachtet man die momentane Marktsituation, so stellt man eine gewisse Standardisierung der Plansichter fest. Der Grossplansichter, der fast ausschliesslich als Freischwinger ausgebildet ist, dominiert eindeutig in der Anzahl. An zweiter Stelle in der Häufigkeit dürfte wohl der Kleinplansichter als Zwangssichter ausgebildet und mit nur einem einzigen offenen Siebstapel, stehen.

Der Sichter mittlerer Grösse mit in der Regel zwei Siebteilen bzw. Stapeln, dem man natürlicherweise die Hauptmenge zuschreiben würde, ist verhältnismässig selten anzutreffen. Als Gründe dafür werden hoher Preis, mangelnde Wirtschaftlichkeit und konstruktive Mängel genannt, ohne aber dass bisher ein eigentliches Kernproblem herausgefunden werden konnte.

Es ist eine in der Fachwelt anerkannte Tatsache, dass der An- und Auslauf eines freischwingenden Plansichters, ohne Aussenantriebswelle nicht resonanzlos verläuft. Mit der Näherungsformel $\omega^2 = g/l$ (wobei l die Länge der Pendelaufhängung ist), kann die Winkelgeschwindigkeit bzw. der Resonanzbereich abgeschätzt werden, und man bekommt praktische Werte z.B. im Bereich von 10 ./ 30 U./min für die

Drehzahl der Unwucht. Die Betriebsdrehzahl der Unwucht liegt in den allermeisten Fällen weit über diesen Werten, so dass der freischwingende Plansichter beim An- und Auslaufen den kritischen Resonanzbereich durchlaufen muss.

Beim Grossplansichter sind die Resonanzprobleme stark gemildert, da er eine grosse Anzahl Ein- und Ausläufe bzw. entsprechende Verbindungsstellen mit nicht-bewegten Konstruktions- und Gebäudeteilen aufweist, die hemmend für ein allzu grosses «Ausschlagen» des Plansichters wirken.

Anders nun sind die Verhältnisse beim Einstapel-Sichter. Alle Einflussfaktoren bezüglich Resonanzprobleme sind im Verhältnis zu dem Grossplansichter ungünstiger. Hiezu kommt, dass die Masse des zu sichtenden Gutes z. B. bei Kontrollsiebung einen viel grösseren Anteil am Gesamtgewicht des Plansichters ausmachen kann. Die mechanischen Probleme werden auch durch wechselnde Gewichte und Schwerpunktslagen besonders verschärft. Beim Einstapelsichter muss ein Kompromiss zwischen baulichem Konzept, Wechselbarkeit der Siebe usw. und der Anordnung der Unwucht eingegangen werden. Es ist eine allgemeine Ingenieur-Erfahrung, dass im Zusammenhang mit Naturkräften wie die, verursacht durch Resonanz, Kompromisse sehr gefährlich sind und oft genug zu schweren Schäden führen. Als Ausweg aus diesem Dilemma hat sich in der Praxis beim Klein- bzw. Einstapelsichter deshalb der Zwangssichter durchgesetzt, wobei der entsprechende Aufbau erlaubt, in allen Betriebszuständen die gefährlichen Resonanzbereiche auszuweichen bzw. auszuschalten. Allerdings müssen beim Einstapelsichter die Anzahl der übereinander gesetzten Siebe auf 6 bis höchstens 9 begrenzt sein, da sonst Taumelkräfte die Betriebssicherheit doch in Frage stellen. Die Anzahl der möglichen Separationen liegt beim Einstapelsichter meistens zwischen 2 und 6, und es werden Siebstapel mit eher kleinerer Gesamtfläche verwendet.

Positive Betriebserfahrungen während nun schon mehreren Jahrzehnten beweisen die Richtigkeit der beschriebenen Konzepte für Gross- und Klein-Plansichter. Nachdem sich aber der Freischwinger für Kleinsichter als ungeeignet und umgekehrt der Zwangssichter für Grossplansichter als ungeeignet erwiesen hat, stand der Konstrukteur bis heute vor der schwierigen Aufgabe, welches Konzept für die mittlere Grösse, insbesondere die Gattung der Zweistapelsichter das richtige sei. Es war nun Aufgabe der Erfindung, eine Lösung für das bis heute in nicht zufriedenstellender Weise gelöste Problem zu finden, insbesondere ein Konzept zu finden, das erlaubt, den Zweistapelsichter baulich einfach herzustellen und in allen möglichen Betriebszuständen befriedigend und betriebssicher zu betreiben und das Gewähr für eine lange Lebensdauer gibt. Zwar hat es in der Vergangenheit nicht an Versuchen dazu gemangelt. Entsprechende Lösungen sind bis heute jedoch immer an grundsätzlichen Punkten gescheitert. So dürfen z. B. beim Zweistapel-Zwangssichter nicht mehr Siebe bzw. nicht eine grössere Siebfläche verwendet werden als bei zwei Einstapelsichtern. Der zu einem Zweistapelsichter verkleinerte Grossplansichter ist wegen dem entsprechenden Rahmen und Gehäuseaufbau kostenmässig nicht mehr tragbar. Zwei übereinander gesetzte Siebstapel ergeben eine unbequeme Handhabung des Sichters im Betrieb usw.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungserreger mit rotierender Unwucht und Antriebsmotor mitschwingend in dem Plansichtergehäuse zwischen den Siebstapeln befestigt, und dass die resultierende horizontale Kraft der Unwucht in etwa in der Horizontalebene durch den Schwerpunkt des Plansichters wirksam ist, und die Antriebsmittel für die kreisende Unwucht derart geregelt und ausgebildet sind, dass die Auslaufphase und die Anlaufphase schnell durchlaufen werden.

Die Erfindung vermag nun tatsächlich diesen seit langem unbefriedigenden Zustand zu beheben. Die erfindungsgemässe Lösung hat es ermöglicht, die Gattung der mittleren Sichter mit der baulichen Einfachheit der Kleinsichter, jedoch allen funktionellen Vorteilen der Grossplansichter auszubilden. Der Kunde kann denn auch erstmals, von besonderen Fällen abgesehen, für den doppelten Preis eines Einstapelsichters bei einem erfindungsgemässen Plansichter die nahezu 3fache Sichtfläche mit den zwei Stapelsichtern kaufen. Er hat die Möglichkeit, neben dem fabrikationsmässig nach wie vor benötigten Einstapelsichter einen wirtschaftlich vorteilhafteren nächstgrösseren Sichter zu wählen, und damit die Wirtschaftlichkeit der ganzen Mühlenanlage verbessern.

Überraschenderweise ist gefunden worden, dass nicht nur die beschriebenen Nachteile mit der Erfindung behoben, sondern darüber hinaus neue sehr vorteilhafte Betriebsweisen und bauliche Wege eröffnet werden können.

Es ist bereits erwiesen, dass bei dem erfindungsgemässen Sichter gefahrlos auch nur ein Siebstapel allein in Betrieb gehalten werden kann. Die dadurch verursachte geringe Abweichung des Schwingungsbildes von der idealen Kreisform hat für die Sichtleistung keinen Einfluss. Mechanisch treten keine Nachteile auf.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das Plansichtergehäuse symmetrisch und im Bereich der Siebstapel als ein nach oben geöffneter Trog ausgebildet, in den die Siebstapel eingesetzt werden können. Daraus ergibt sich eine bequeme Handhabung des Plansichters bei Siebwechsel, Kontrolle usw. Der Gesamtschwerpunkt liegt tiefer und es wurde ein besonders ruhiges Verhalten des Plansichters bei allen praktisch anzutreffenden Betriebszuständen festgestellt.

Um den verschiedensten Sichtaufgaben gerecht zu werden, können grössere Einzelsiebe als bisher oder aber anstelle einzelner Grosssiebe die entsprechende Anzahl Kleinsiebe in jedem Siebstapel verwendet werden. Bedingung dabei bleibt, die prinzipielle Anordnung der Stapel und Unwucht, und dass An- und Auslaufphase schnell durchlaufen werden.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann das Plansichtergehäuse einen durchgehenden Trogboden aufweisen, auf dem bevorzugt der Antriebsmotor für die Unwucht befestigt ist. Funktionell, baulich und auch in der Handhabung des Sichter ergeben sich grosse Vorteile bei folgenden Ausführungsformen:

- Die seitlichen Wände der Tröge umfassen nur die untere Hälfte des höchstmöglichen Siebstapels.
- Die Unwucht und der Antrieb werden vom Plansichtergehäuse eingeschlossen, wobei Decke und Boden einen Antriebskasten von ca. $\frac{2}{3}$ der grössten Höhe der Siebstapel ergeben. Das heisst, wenn die noch sinnvolle kleinste Siebzahl eingesetzt wird, sind Stapel und Antriebskasten etwa gleich hoch.
- Die seitlichen Wände der Tröge sind mit senkrechten Stapelschienen ausgebildet, die sich über eine Höhe von $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$ der vollen Stapelhöhe erstrecken, und bei den vier vertikalen Ecken des Plansichters angeordnet sind. Die Trogform ist so voll erhalten, die Stapel bleiben am stirnseitigen Trogende zugänglich.

Der erfindungsgemässe Plansichter kann wie das bis anhin für Grossplansichter üblich ist, als Freischwinger an elastischen Stäben aufgehängt werden, bevorzugt an vier Stabpaketen, die jeweils im Bereich der seitlichen Stapelmitte am Plansichtergehäuse angreifen. Die Befestigung der Stabpakete kann je nach den gegebenen Raumverhältnissen, bzw. der Höhenlage der oberen Befestigung der elastischen Stäbe entweder im Bereich des Trogbodens erfolgen, oder aber etwa im Bereich der Stapelmitte über die Vertikale gesehen.

Eines der grossen Überraschungsmomente hat sich mit einer ganz besonders vorteilhaften Ausführungsform ergeben, bei der der Plansichter als Freischwinger auf stehenden, vorzugsweise direkt am Boden befestigten Stützen gelagert ist. Alle beteiligten Fachleute hatten anfänglich höchstens nur ein ungläubiges Lächeln dazu übrig, aber auch der Erfinder selbst war nicht restlos überzeugt bei dem Gedanken, ob es wohl gehen würde, den erfindungsgemässen Plansichter als Freischwinger auf Stützen zu lagern. Eine erste entsprechend ausgeführte Prototype wurde allgemein als sehr interessant beurteilt, mehr als nur eine kurze Lebensdauer wurde jedoch dem auf vier Stützen wackelnden Gebilde nicht gegeben. Die Fachleute kannten nur zu gut aus ihrer Erfahrung, dass was in Theorie möglich ist, in der Praxis noch lange nicht zu funktionieren braucht. Momentane Überlast verstärkt noch durch Ungleichgewichte des Siebgutes, die bei zwei nebeneinander angeordneten Stapeln von Natur aus gegeben sind, müssen nach kurzer Zeit insbesondere in der Anlaufphase zum Bruch der Abstützung führen. In wenigen Tagen oder Wochen, so meinten die Fachleute, wird der Plansichter, der ganz ohne Zwangsführung, Sicherheitskabeln und dergleichen ausgeführt ist, eines Morgens am Boden liegen. Das Ereignis ist aber, nach bald einem Jahr der Praxis nachgebildetem Dauerversuch und mit Überlast nicht eingetreten.

Es war noch nicht mit Sicherheit feststellbar, welches sozusagen die unabänderlichen Merkmale sind, die den überraschenden Erfolg der neuen Lösung garantieren. Als wesentlich wird erachtet, dass jede Stütze zusammengesetzt aus mehreren Einzelstäben ist. Es wird aber doch vermutet, dass eines der Geheimnisse des bisherigen Dauererfolges in der Gesamtkombination einerseits, sowie der Verwendung von Kunststoffstäben, bevorzugt glasfaserverstärkte Kunststoffstäbe bzw. Glasfaserstäbe andererseits liegt. Mehrere Kunststoffstäbe werden vorzugsweise zu einer Stütze zusammengefasst, und der ganze Plansichter insgesamt auf vorzugsweise vier elastischen Stützen als Freischwinger gelagert.

Die beste Lösung wurde bisher ermittelt, wenn die obere Befestigung der Stützen in etwa in der horizontalen Schwerpunktsebene des Plansichters, sowie in der seitlichen Mitte der Stapel angeordnet wird.

Auch Befürchtungen wegen des Kunststoffes wegen allfälligem Langzeitverhalten, insbesondere Fliessverhalten, konnten dadurch begegnet werden, dass bevorzugt die Kunststoffstäbe oben und unten mit Klemmen befestigt, und die Klemmen spitzenlos ausgeführt, und eine der runden Form der Kunststoffstäbe angepasste Ausnehmungen aufweisen. Bevorzugt werden die Kunststoffstäbe als runde Vollstäbe gebildet.

In der Folge wird nun die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen mit mehr Einzelheiten erklärt.

Fig. 1 zeigt einen Plansichter mit zwei Siebstapeln als Freischwinger auf vier Stützen gelagert in Ansicht.

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht der Fig. 1.

Fig. 3 zeigt einen schematischen Grundriss der Fig. 1.

Fig. 4 zeigt die trogförmige Ausbildung des Plansichtergehäuses.

Fig. 5 zeigt ein Befestigungsdetail der elastischen Stützen.

Fig. 6, 7 und 8 zeigen drei Möglichkeiten der freischwinger Lagerung des Plansichters, abgestützt Fig. 6 entsprechend Fig. 1, oder aufgehängt an den Deckenträgern Fig. 7, bzw. an einer Rahmenkonstruktion Fig. 8.

Der Plansichter 1 in Fig. 1–3 weist einen linken Siebstapel 2 mit von 1–10 nummerierten, einzelnen Sieben 4, sowie einen rechten Siebstapel 3 mit von 1–8 nummerierten Sieben 4 auf. Beide Siebstapel weisen einen oberen Abschluss 5 mit Einlaufstutzen 6 auf, die über flexible Manschetten 7 mit entsprechenden Produktzuführungen 8 verbunden sind. Die

einzelnen nach der Grösse fraktionierten Produkte verlassen unten die Siebstapel über Abläufe 9, die wiederum über flexible Manschetten 10 mit ortsfesten Ablaufrohren 11 verbunden sind.

Beim linken Siebstapel 2 sind beispielsweise zu den zehn Sieben 4, 2 Einlaufstutzen 6 in Betrieb, was mit den beiden dargestellten Manschetten 7 und Produktzuführungen 8 festgehalten ist. Der rechte Siebstapel wird dagegen nur von einem Produktzuführrohr 8 gespeisen. Daraus resultieren unterschiedliche Belastungsverhältnisse zwischen dem linken Stapel 2 und dem rechten Stapel 3.

Das dargestellte Plansichtergehäuse 12 stellt eigentlich kein Gehäuse im herkömmlichen Sinne mehr dar, es ist viel mehr nur noch ein halbes Gehäuse, das im Bereich der Siebstapel als nach oben geöffneter Trog 13 geformt ist (Fig. 4). Es ist damit die Möglichkeit gegeben, dass die beiden Siebstapel 2 und 3 als ganze Stapel in den Trog 13 in Richtung der Pfeile 14 ein- und ausgebaut werden können. Die Siebe können auch wie bis anhin einzeln von Hand in der gleichen Richtung gewechselt werden.

Es wird nun auf die Fig. 4 bezug genommen, wo vereinfacht und perspektivisch das als Trog ausgebildete Plansichtergehäuse 12 dargestellt ist. Das Plansichtergehäuse 12 weist über die beiden Längsseiten je eine Seitenwand 15 sowie einen durchgehenden Trogboden 16 auf. Die beiden für die Aufnahme der Siebstapel gebildeten Tröge sind in der Mitte durch einen Antriebskasten 17, welcher oben mit einer Decke 18 und unten mit dem Trogboden 16 zu einem Kasten geformt ist und ergibt so der Trogform die für die Schwingung notwendige Stabilität. An den äusseren vier Ecken ist ferner je eine Stapelhalteschiene 19 über eine Befestigungsschraube 19' angebracht. Die Stapelhalteschiene dient als Führung damit die Siebe, besonders das unterste, genau an der richtigen Stelle auf dem Trogboden 16 aufgesetzt wird, aber stellt gleichzeitig auch eine Sicherheitseinrichtung dar, für den Fall, dass vor der Inbetriebnahme vergessen wird, die Spannvorrichtung für die Siebe anzuziehen. Das Plansichtergehäuse 12 ist auf vier aufrechten Stützen 20 gelagert, welche an einer oberen Befestigung 21 sowie an unteren direkt auf den Boden aufgesetzten Befestigungen 22 gehalten sind.

In Fig. 1–4 sowie auch in Fig. 5 sind Einzelheiten der Lagerung dargestellt. Die obere Befestigung 21 ist über einen grossen, runden Flansch 23 über vier Schrauben 24 an der Seitenwand 15 befestigt. Diese Bauweise erlaubt, die obere Befestigung direkt an das Plansichtergehäuse 12 bzw. an die dünnwandige Seitenwand 15 anzubauen.

Ermüdungserscheinungen des Stützmaterials von der Lagerung ausgehend sind mit der in der Folge beschriebenen Ausführung nicht festgestellt worden. Die obere Befestigung ist in Fig. 5 in vergrössertem Massstab für die Ausführung mit Kunststoffstäben 25 dargestellt. Je vier Kunststoffstäbe 25 sind als ein Stabpaket 26 durch je eine Befestigung 21 oben bzw. 22 unten zusammengefasst und eingespannt. Bisher hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Einspannstelle starr mit dem Plansichtergehäuse 12 bzw. dem Boden zu verbinden. Für Extremfälle, wie z. B. für grössere Hubkreise kann es angezeigt sein, die Einspannstelle zusätzlich mit elastischen Gliedern bzw. nachgebend auszuführen. Die Befestigung 21 ist eine 3teilige Klemme, eine Klemmplatte 27, ein Mittenklemmteil 28 und eine Klemmgegenplatte 29, welche allesamt durch eine Schraube 30 zusammenspannbar sind. Alle Klemmenteile weisen entsprechend den Kunststoffstäben 25 geformte runde Ausnehmungen 31 auf, d.h. der Radius der Ausnehmungen 31 stimmt mit dem Radius der Kunststoffstäbe überein. Die bisherige Erfahrung hat gezeigt, und dies nach etlichen fehlgeschlagenen Versuchen, dass gerade der Befestigung der Kunststoffstäbe ebenso Beachtung ge-

schenkt werden muss, wie Dimensionen, Qualität und dem inneren Aufbau des Kunststoffstabes an sich. Der Kunststoffstab weist im Innern einen sehr hohen Prozentsatz an Glasfasern auf, die in Längsrichtung zum Kunststoffstab verlaufen, und in speziellem Kunstharz eingebettet sind.

Als Gesamtheit hat der Kunststoffstab ein zu Stahl ähnliches elastisches Verhalten. Im Gegensatz zu dem etwa nächstgelegenen Gedanken, an der Innenfläche der Klemmen Spitzen anzubringen, wie dies bei den bisherigen Meerrohrstäben der Fall ist, und die dann in das Material eindringen, hat sich bei den Kunststoffstäben bisher nur die spitzenlose Klemmung bewährt, d. h. die inneren Klemmflächen sollen im wesentlichen glatt sein. Bisher konnten mit der Ausführung weder Fliessprobleme, noch schädliche Schwund- oder Wachstumsprobleme festgestellt werden.

Die untere Befestigung 22 ist, da im wesentlichen dieselben Kräfte auftreten, sinngemäss zur Befestigung 21 ausgeführt. Auch hier ist eine 3teilige Klemme mit einem Mittenteil und zwei äusseren Briden ausgeführt und über einen Fuss 34 mit genügend Standfestigkeit auf dem Boden fixiert. Die vier Füsse müssen nicht mehr miteinander verbunden sein, wie dies bisher bei den entsprechenden, als Zwangssichter ausgeführten Ein- oder Zweistapelsichter der Fall war. Es wurde festgestellt, dass mit der beschriebenen Ausführungsform nur ein Bruchteil der Schwingkräfte im Verhältnis zu vergleichbaren Zwangssichtern über den Boden an die Umgebung bzw. das Gebäude abgegeben wird.

Wie in der Fig. 1 gezeigt wird, überragen die Siebstapel 2 und 3 das Plansichtergehäuse. Die genaue Anzahl der Siebe ist nicht grundsätzlich vom Konzept her, sondern mehr von der baulichen Ausführung her beschränkt.

Eine wirtschaftliche Anzahl, im Hinblick auf alle Einflussfaktoren liegt bei 6–15 übereinander gesetzter Siebe, wobei die Fläche der einzelnen Siebe wesentlich grösser sein kann im Vergleich zu dem herkömmlichen Zwangssichter. Je nach spezifischer Sichtungsaufgabe kann die Siebanzahl der Siebstapel ungleich sein. Nach dem Einsetzen der gewünschten Anzahl Siebe werden die Stapel durch Spannstrangen 35 nach unten fest auf den Trog gespannt. Spannschraube 36 sowie eine Sicherheitsschraube 37 werden fest angezogen. Für das Wechseln der Siebe können die Spannstrangen 35 etwas auf die Seite geschwenkt werden. Die Höhe des Antriebskastens 17 beträgt ca. $\frac{2}{3}$ der Höhe des grössten Siebstapels. Diese vorteilhafte Massnahme erlaubt einerseits ein Tiefhaltens des Gesamtschwerpunktes des Sichters, welcher für das Plansichtergehäuse ohne Siebstapel auf weniger als $\frac{1}{3}$ der grössten Siebstapelhöhe liegt.

Im gleichen Sinne wirkt auch das Befestigen des Antriebsmotors 40 am durchgehenden Trogboden 16 im Antriebskasten. Der Übertrieb vom Antriebsmotor 40 auf die Unwucht 41 wird vorzugsweise als direkter, mit Riemenantrieb unterhalb des durchgehenden Trogbodens 16 befindlichen Riemenscheiben 42 ausgeführt. Der Antriebsmotor könnte auch von unten her am Trogboden befestigt werden. Der Antriebsmotor mit Direktanlauf (meistens Δ -Schaltung), kommt auf diese Weise sofort auf seine Nenndrehzahl. Diese Massnahme hat sich bisher als günstig erwiesen, um die gefährliche Resonanz schnell genug zu durchfahren.

Es ist erwünscht, dass Antriebsmotor und Übertrieb mit den gegebenen Massen in ca. 1–2 sec auf volle Drehzahl gebracht werden und in höchstens etwas mehr als der doppelten Zeit der Bereich der kritischen Drehzahl durchfahren bzw. abgebremst wird mittels z. B. eines Stoppmotors.

Die Unwucht 41 ist in Lagern 43 und 44 an Decke und Boden des Antriebskastens gelagert. Die Unwucht besteht aus einem eisernen Unwuchtkörper 45, in welchen in die fächerartigen Vertiefungen Blei zur genauen Bestimmung der Unwuchtmasse und auch der genauen Lage der Resultieren-

den der Unwucht eingegossen bzw. eingeschraubt werden kann. Auf diese Weise kann die Resultierende sehr einfach in einen Bereich von $\frac{1}{4}$ bis fast zu $\frac{1}{2}$ der Höhe des Siebstapels angepasst bzw. eingestellt werden. Man erhält durch die ganze Bauweise genügend Spielraum, um die Resultierende der Unwucht für alle praktisch vorkommenden Fälle immer gemäss der Erfindung so auszurichten, dass sie in etwa in einer Horizontalebene SE, enthaltend den Gesamtschwerpunkt des Plansichters, wirksam ist. Da das ganze Konzept sozusagen «von Natur aus» einwandfrei ist, dürfen durchaus geringe Abweichungen der Schwerpunktlage bzw. der entsprechenden Wirkungsebene der Unwucht toleriert werden. Dies ist sogar eine der Grundvoraussetzungen, die an den Plansichter gestellt werden. Die Praxis kommt insofern dem erfindungsgemässen Plansichter entgegen, indem Mühlen mit wenig Überwachung, mehr automatisiert und meistens auch weniger Produktwechsel haben, d. h. hier lohnt sich ein sehr genaues Anpassen der Wirkebene der Unwucht, so dass der Plansichter im Leerzustande, d. h. mit der grössten Siebzahl jedoch ohne Produkt genau eingestellt wird. Im Betrieb trägt dieser Sichter dann grosse Abweichungen des Schwerpunktes, verursacht durch die Produktmasse. Für besondere Fälle ist vorgesehen worden, die Unwucht 41 über Klemmringe 60 auf der Welle 61 axial zu verschieben.

Baulich wie auch in der Handhabung bringt die Trogform des Plansichtergehäuses sehr viele Vorteile. Die seitlichen Trogwände erstrecken sich bei der bevorzugten Ausführungsform nur über ungefähr die halbe Höhe des Siebstapels. Die Zugänglichkeit und Sichtkontrolle wird dadurch noch verbessert, indem die Seitenwände vom Antriebskasten aus nach aussen abfallend ausgebildet werden. Die Stapelhalteschienen 19 können ohne weiteres die Seitenwände etwas überstehen. Weder Sichtkontrolle noch Bedienungskomfort wird dadurch nennenswert beeinträchtigt. Dagegen erlaubt diese Massnahme, dass der Schwerpunkt des Siebstapels höchstens nur geringfügig über den Stapelhalteschienen 19 zu liegen kommt, und der Siebstapel selbst, wenn die Stapelspannung nicht oder nicht genügend angezogen ist, bei der Inbetriebsetzung nicht aus dem Plansichter hinausgeschleudert bzw. geworfen wird.

Der erfindungsgemässe Plansichter kann wie in Fig. 9, 10 und 11 dargestellt ist, auch an elastischen Stäben 70 aufgehängt werden.

Bei der aufgehängten Variante ist die optimale Lösung für die meisten Anwendungen, wenn die untere Befestigung der Aufhängung am durchgehenden Trogboden angebracht ist. Dass die Trogform jedoch fast die Charakteristik eines Brückenträgers hat, kann auch die Befestigung in der Höhe gegebenenfalls den räumlichen Verhältnissen bzw. der notwendigen freien Stablänge der Aufhängung angepasst werden.

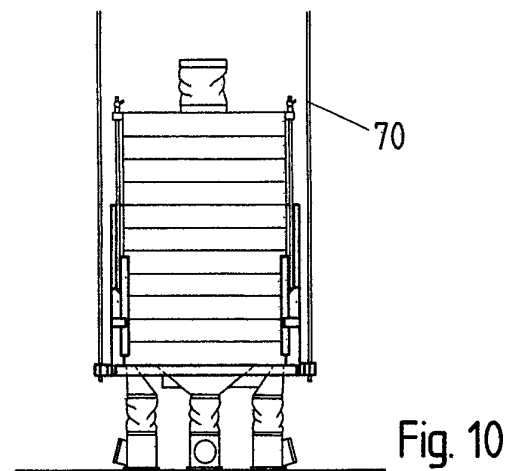
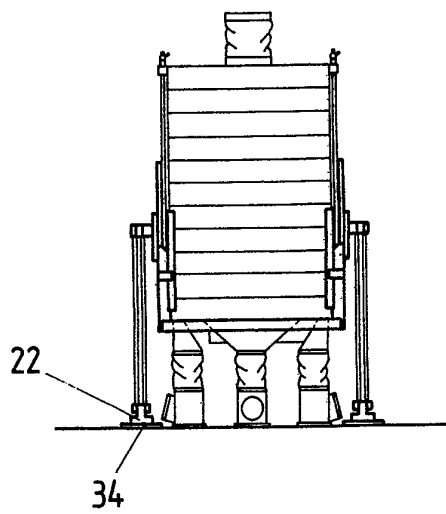
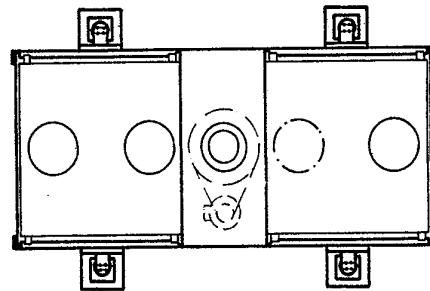
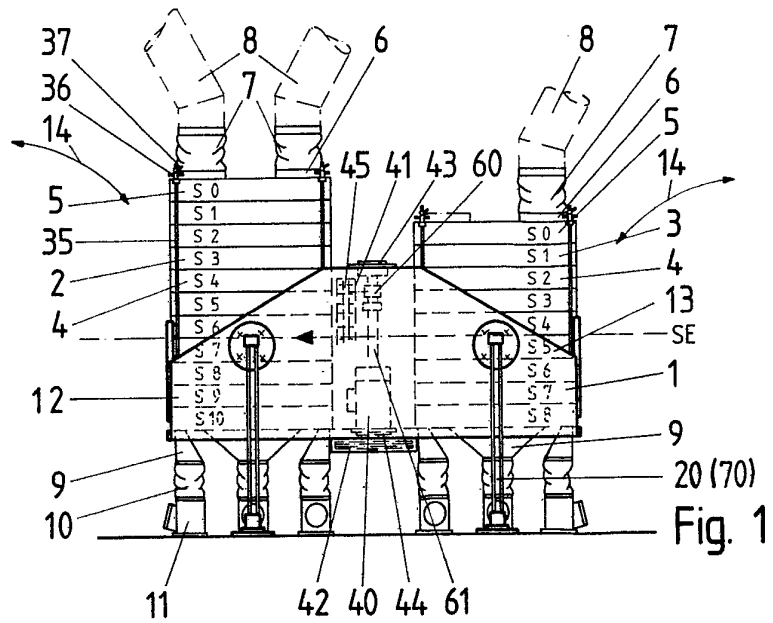
Als eines der hauptsächlichsten und auch überraschendsten Momente wird die universelle Anwendbarkeit angesehen. Es ist erstmalig gelungen, die Aufgabe des sowohl als auch, in bezug auf die hängende oder abgestützte Lagerung praktisch auszuführen bzw. zur freien Wahl des Kunden im Hinblick auf seine besonderen baulichen Verhältnisse zu offerieren. Ohne irgend einen Nachteil in Kauf nehmen zu müssen, besonders aber mit sehr vielen praktischen Vorteilen, kann derselbe Sichter entweder wie in Fig. 1–6 dargestellt, auf elastischen Stützen oder wie in den Fig. 7 und 8 dargestellt, als Freischwinger hängend an einem Rahmengerüst, Fig. 8, bzw. an Deckenelementen Fig. 7, wie dies bisher bei Grossplansichtern üblich ist, gelagert werden.

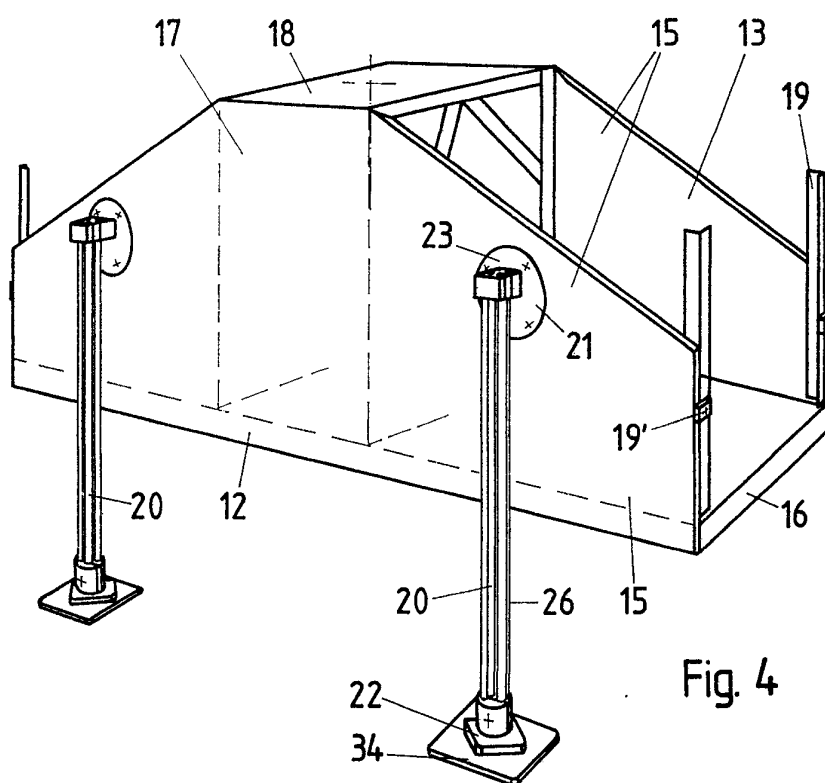
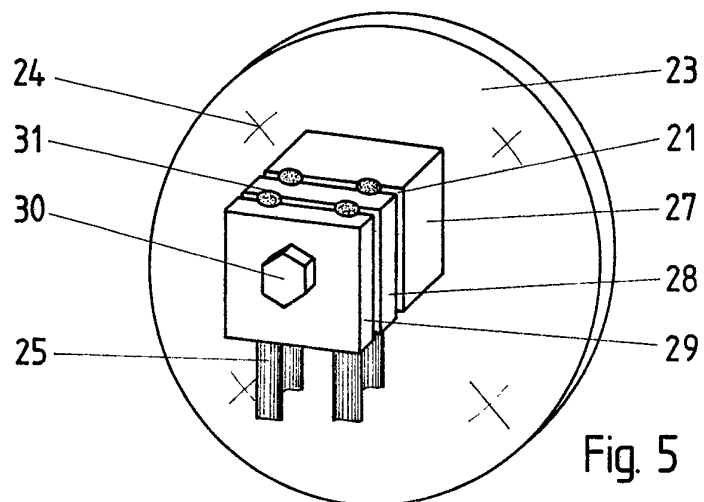
Ohne entscheidende Preiskonzessionen kann der erfindungsgemässe Sichter teilweise auch dort eingesetzt, wo bisher nur Grossplansichter gewählt werden konnten. Insbesondere aber eröffnet der erfindungsgemässe Plansichter

auch die Möglichkeit, Plansichter in Gebäude, in sogenannter Hangarbauweise einzubauen, z. B. für erdbebengefährdete Gebiete oder Zonen mit entsprechenden Vorschriften. Allen Varianten gemeinsam ist das erfindungsgemässe Konzept, insbesondere auch mit der Trogform des Plansichterhauses. Bei der hängenden Ausführung können wahlweise Kunststoffstäbe oder Meerrohrstäbe verwendet werden. Im Falle der Kunststoffstäbe soll jedoch erfindungsgemäss die Befestigung in beiden Fällen gleich erfolgen, d. h. diese Ausführung erlaubt sogar im Falle der Kunststoffstäbe, diese als Bausatz mitzuliefern, und die definitive Befestigung, ob abgestützt oder aufgehängt, erst an Ort und Stelle je nach den genauen baulichen Bedingungen zu wählen. Als Freischwinger werden derart wenig Schwingkräfte nach aussen abgege-

ben, dass es z. B. bei der Versuchseinrichtung ohne weiteres möglich war, diese direkt auf einem dicken Bretterboden in Betrieb zu halten. Bei der abgestützten Variante wurden sogar neue, bisher nicht gekannte Erscheinungen festgestellt. So ist z. B. bei gleicher Leistungsaufnahme des Motors, bei unveränderter Schwungmasse, ein schöneres und leicht grösseres Schwingungsbild bei der abgestützten Variante festgestellt worden.

Es konnten allerdings noch nicht alle Zusammenhänge geklärt werden, möglicherweise liegt neben dem sauberen Konzept doch auch einer der Gründe darin, dass bei der abgestützten Variante der Sichter von der höheren Ruhelage in eine tiefere Betriebslage kommt. Im Falle des hängenden Freischwingers ist dies gerade umgekehrt.





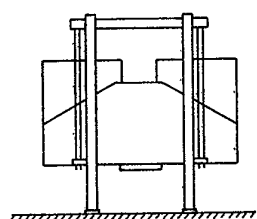


Fig. 8

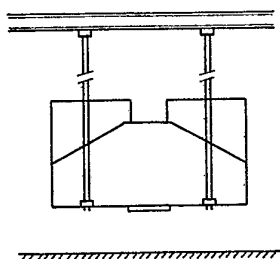


Fig. 7

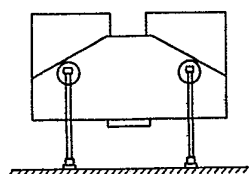


Fig. 6

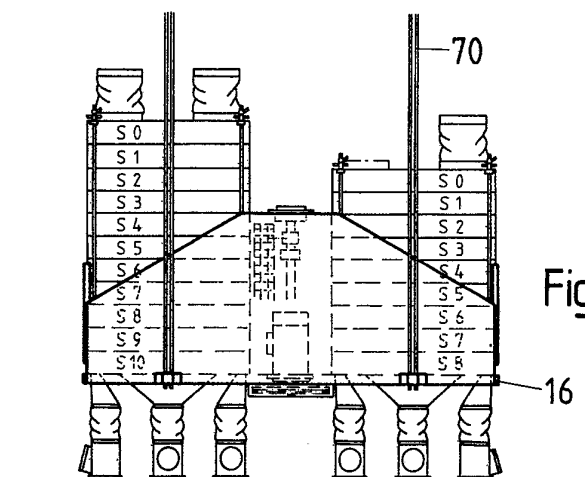


Fig. 9

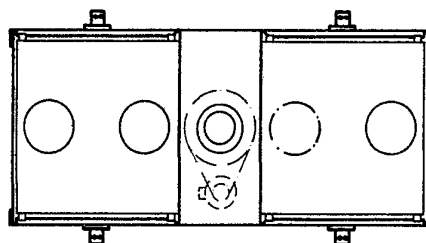


Fig. 11