



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 1021/96	(51) Int.Cl.6	G 01 N 23/083
(22) Indleveringsdag: 18 sep 1996		G 01 B 15/00
(41) Alm. tilgængelig: 19 mar 1998		G 01 N 23/10
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 27 apr 1998		G 01 N 33/12
(86) International ansøgning nr.: -		G 01 T 1/20
(30) Prioritet: -		
(73) Patenthaver: *Slagteriernes Forskningsinstitut; Møgløgsvej 2; 4000 Roskilde, DK		
(72) Opfinder: Freddy *Petersen; DK, Claus *Borggaard; DK, Allan J. *Rasmussen; DK		

(74) Fuldmægtig: -

(54) Detektorindretning for røntgenstråling og anlæg til bestemmelse af egenskaber af et emne ved hjælp af røntgenstråling

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

1021-96

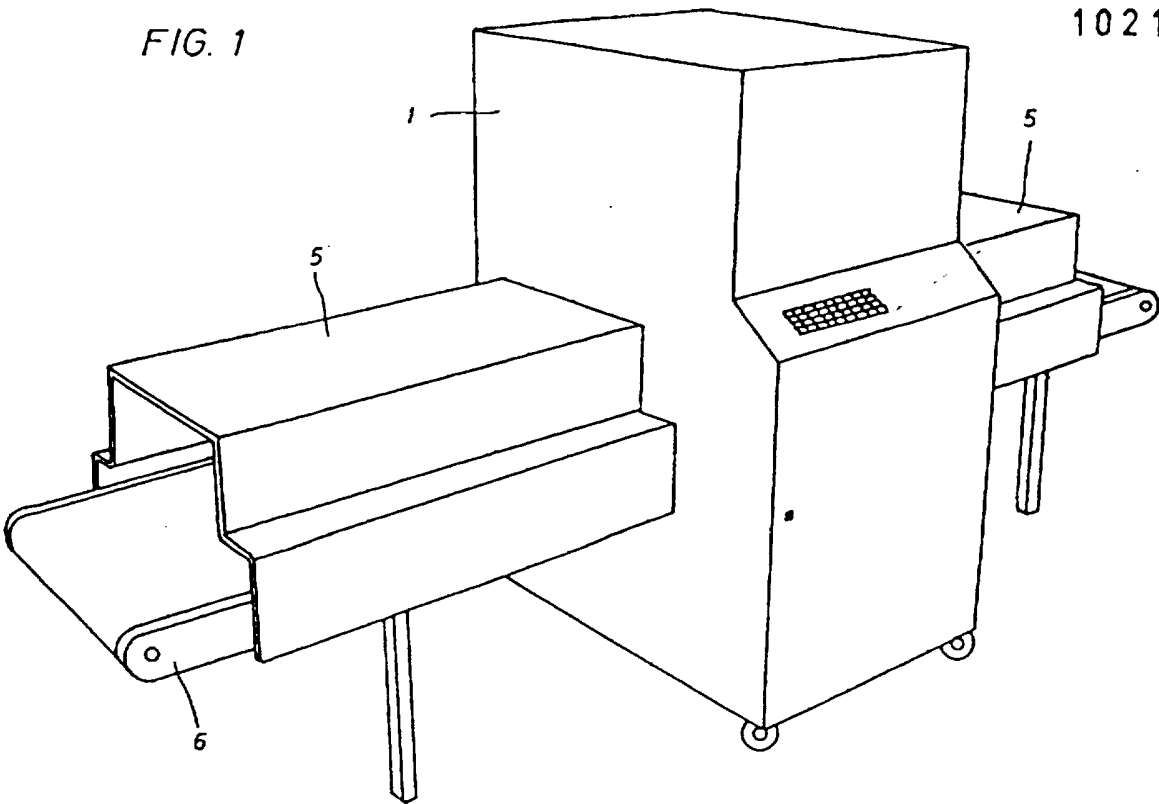
Opfindelsen omhandler et anlæg til at bestemme et emnes egenskaber ved hjælp af røntgenstråling. Anlægget omfatter en røntgenkilde (2) til udsendelse af en røntgenstråle, en transportør (6) for emnet til at føre det gennem røntgenkildens stråle, en under emnets transportbane anbragt røntgendetektorindretning (3) omfattende en liniedetektor med en række lysfølsomme fotodioder, der er forsynet med et scintillationsmateriale til at omsætte indfaldende røntgenstråling til synligt lys, og en beregningsenhed (4) til at registrere liniedetektorens signaler og bestemme emnets egenskaber. Detektorindretningen omfatter to liniedetektorer, som er anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende parvis ud for hinanden og hovedsagelig parallelt med hinanden, således at røntgenstrålen først rammer liniedetektoren nærmest røntgenkilden og dernæst, efter at den har passeret gennem denne liniedetektor, rammer liniedetektoren længst fra kilden.

Ved hjælp af anlægget er det muligt in-line at bestemme fedtprocenten i såvel nedhakkede kødvarer som hele udskræinger under produktionsforholdene, der råder på kødforarbejdende virksomheder, dvs. med kødet liggende uens fordelt i bakker, som fremføres i en takt på ca. 20 bakker pr. minut.

fortsættes

FIG. 1

1021-96



Den foreliggende opfindelse angår en detektorindretning for røntgenstråling omfattende to eller flere liniedetektorer, der hver har en række lysfølsomme fotodioder forsynet med et scintillationsmateriale til at omsætte indfaldende røntgenstråling til synligt lys. Desuden angår opfindelsen et anlæg til bestemmelse af egenskaber af et emne ved hjælp af røntgenstråling, hvilket anlæg omfatter en røntgenkilde til udsendelse af en røntgenstråle, en transportør for emnet til at føre det gennem røntgenkildens stråle, en under emnets transportbane anbragt røntgendetektorindretning omfattende to eller flere liniedetektorer, der hver har en række lysfølsomme fotodioder, som er forsynet med et scintillationsmateriale til at omsætte indfaldende røntgenstråling til synligt lys, og en beregningsenhed til at registrere liniedetektorernes signaler og bestemme emnets egenskaber.

Inden for kødbranchen er der et stort behov for at kunne bestemme fedtindholdet i kødvarer. Der findes allerede forskellige måleudstyr, men de har alle forskellige ulemper eller begrænsninger, afhængigt af den anvendte måleteknik. De kan f. eks. være langsomme eller upræcise, kræve nedhakning af kødvaren, eller kan kun anvendes på bestemte kødvarer.

De fleste af de kendte måleprocedurer skal anvendes off-line eller at-line, således at kun en mindre del af varen undersøges. Ved disse teknikker fastlægges prøvens fedtprocent ofte med en nøjagtighed på ca. 1 vægtprocent, hvilket inden for kødbranchen sædvanligvis anses for tilfredsstillende. Off-line- og at-line-målinger er dog ofte langsommelige og arbejdskrævende, idet en operatør f. eks. skal udtage en prøve af kødvaren og homogenisere den, inden målingen kan udføres.

Der kendes også målemetoder, der kan anvendes in-line, så der måles direkte på kødvaren, der fremføres på produktionslinien. Det kan f. eks. være en nedskrottet råvare, der transporteres i et rør, eller en farsråvare, der fremføres i bakker på bånd. Måling in-line har den fordel, at prøveudtagning undgås, at hele materialet inddrages i målingen, og at fedtprocenten foreligger næsten momentant. Ulempen er imidlertid, at de forskellige målemetoder ofte ikke kan anvendes, fordi de er langsommelige og unøjagtige, eller stiller krav til kødvarens tilstand (nedhakket, ufrosset, usaltet).

En af de kendte målemetoder er baseret på sammenhængen mellem fedtprocenten og synligt fedt. Der optages et elektronisk billede af en farsråvare i bakke, og det registrerede billede evalueres med henblik på at bestemme fedtprocenten, se f. eks. DK-B-161.049 (Slagteriernes Forskningsinstitut). Metoden er hurtig, men kræver en nøje viden om
5 kødwarens art.

En anden kendt målemetode til bestemmelse af en kødwarens fedtindhold er baseret på tolkning af varens nærinfrarøde refleksions- eller transmissionspektrum, se f. eks. DK-B-171.153 (Slagteriernes Forskningsinstitut). Metoden vil i mange tilfælde være tilstrækkelig hurtig til måling in-line af nedskrottede farsråvarer, men er uegnet til hele kødudskæringer
10 af store dimensioner.

En tredje kendt målemetode bestemmer fedtprocenten ved hjælp af kødwarens dæmpning af en røntgenstråle, se f. eks. US-patent 2.992.332 (Madigan) og US-patent 4.504.963 (Johnson), der begge beskriver måling på en nedskrottet kødprøve i en prøvebeholder (off-line), og US-patent 4.171.164 (Groves et al), der omhandler røntgenmåling på en
15 nedhakket kødprøve, som fremføres i et rør (in-line). Disse måleapparater er uegnede til at måle fedtprocenten i hele udskæringer eller kødvarer i bakker.

SE-A1-9203711 (Forsblom et al) beskriver en indretning til bestemmelse af fedtindholdet i kødråvarer og -blandinger i bakke. Indretningen omfatter en to-energirøntgenkilde og et transportbånd, der fører bakken med kødvaren gennem kildens røntgenstråle. Under
20 transportbåndet findes en detektor, der registrerer strålens dæmpning i kødmaterialet ved de to energiniveauer. Røntgenstråling med to energier tilvejebringes enten af to adskilte røntgenrør eller af ét rør med et filter, der skiftevis er inde i og fjernet fra strålegangen. I princippet kan indretningen anvendes in-line, men da der skal skiftes mellem to energiniveauer, er indretningen i praksis kun egnet til linier med hastigheder, der ligger
25 væsentligt under det sædvanlige i kødforarbejdende virksomheder. Indretningens konstruktion og funktion er desuden sådan, at målingerne ved de to energiniveauer bliver lidt forskudt i forhold til hinanden, hvilket kan give unøjagtige resultater.

Inden for fødevarerindustrien er det endvidere kendt at anvende røntgenstråling til at detektere og eventuelt lokalisere fremmedlegemer, f. eks. metaldele, ben og lignende. Dette

er betydeligt enklere end at bestemme fedtprocenten i et kødmateriale, idet forholdet mellem fremmedlegemets og kødwarens dæmpning af røntgenstrålingen er meget betydelig, medens der kun er lille forskel mellem røntgendæmpningen i rent kød og fedt. Endvidere skal udstyret kun kunne detektere eller påvise fremmedlegemer og behøver ikke kunne beregne andelen af et stof. De kendte apparater til at detektere/lokalisere fremmedlegemer er derfor normalt baseret på en-energirøntgen.

Kendte udstyr af denne type er beskrevet i forskellige fabrikanters brochurer om apparater til røntgeninspektion af fødevarer. I brochuren "A Guide to X-ray Inspection" (Elbicon Inc., Denver, Colorado, USA) er f. eks. beskrevet et apparat til inspektion af emner, der fremføres på et transportbånd. Under båndet er anbragt en kilde, der udsender en vifteformet røntgenstråle. Over båndet findes en række røntgenfølsomme fotodioder, som rammes af strålen, efter at den har passeret emnerne på båndet. Ved hjælp af de registrerede diodesignaler dannes et billede, der kan afsløre mulige defekter i emnerne. I WO-92/05703 (Frigiscandia Food Process System AB) er beskrevet et mere specielt udstyr, der bestemmer positionen af ben i en fiskefilet ved hjælp af røntgen og derefter styrer udskæringen af fileten, så bendelene bortskæres.

Til måling og registrering af røntgenstråling kan anvendes liniedetektorer, der omfatter en række detektorelementer, som er følsomme over for strålingen. Flere sådanne liniedetektorer kan være anbragt ved siden af hinanden, så emnet måles i mange punkter, og der dannes et røntgenbillede af emnet. Hver liniedetektor kan bestå af en række pladeformede fotodioder, der er forsynet med et scintillationsmateriale, som omsætter røntgenstråling til synligt lys. Dette kan derefter registreres af fotodioden, hvis signal kan lagres og underkastes en databehandling. Det er kendt at anvende sådanne liniedetektorer ved detektering af fremmedlegemer i f. eks. fødevarer og til billeddannede røntgenskanning (CT) af især mennesker. Konstruktionen er beskrevet forskellige steder.

Det skal desuden nævnes, at det er kendt at bestemme menneskekroppens fedtprocent ved to-energiskanning af kroppen, se f. eks. J. Haarbo et al "Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)", *Clinical Physiology* (1991), 11, 331-341. Artiklen angiver, at kroppen først skannes ved et energiniveau og derefter ved et andet energiniveau i en 20 minutter lang skanningsprocedure.

Med udgangspunkt i den kendte teknik er det et af den foreliggende opfindelses formål at muliggøre in-line bestemmelse af fedtprocenten i såvel nedhakkede kødvarer som udskæringer, under produktionsforholdene, der råder på kødforarbejdende virksomheder, det vil især sige med kødet liggende uens fordelt i bakker, som fremføres på en proceslinie
5 i en takt på 10-20 bakker pr. minut. Herved skal i hovedsagen alt kødet kunne være genstand for målingen, måleproceduren skal kunne gennemføres hurtigt uden nedsættelse af procesliniens arbejdstakt, fedtprocenten skal kunne bestemmes med god nøjagtighed, og måleudstyret skal være billigt og stabilt.

Denne opgave kan opfyldes ved hjælp af en detektorindretning af den i indledningen
10 angivne art, der ifølge opfindelsen er kendetegnet ved, at de to liniedetektorer er anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende parvis over for hinanden og liggende hovedsagelig parallelt med hinanden, og at der imellem liniedetektorerne er anbragt en plade af røntgendæmpende materiale. Detektorindretningen kan anvendes i et anlæg af den indledningsvis angivne art, der ifølge opfindelsen er kendetegnet ved, at detektorindretningens
15 to liniedetektorer er anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende parvis over for hinanden og liggende hovedsagelig parallelt med hinanden, at der imellem liniedetektorerne er anbragt en plade af røntgenstråledæmpende materiale, og at liniedetektorerne er således placeret i røntgenstrålen, at denne først rammer liniedetektoren nærmest røntgenkilden og dernæst, efter at den har passeret gennem denne liniedetektor og pladen af røntgenstråle-
20 dæmpende materiale, rammer liniedetektoren længst fra kilden.

Ved anbringelse af de to liniedetektorer med de lysfølsomme fotodioder liggende parvis over for hinanden og hovedsagelig parallelt med hinanden, således at røntgenstrålen - efter at den har passeret igennem emnet - først rammer dioderne på den ene liniedetektor og derefter dioderne på den anden, kan der inden for et meget kort tidsrum opnås røntgen-
25 dæmpningsdata for et tværsnit af kødmateriale ved to forskellige røntgenenergier. Et fotodiodesæts måledata refererer herved til hovedsagelig samme kødsøjle i tværsnittet og kan således uden nogen tids- eller positions-mæssige korrektioner anvendes til nøjagtig beregning af kødsøjle's fedtprocent. På grund af liniemålingens og registreringens hurtighed kan proceduren gentages så snart transportøren har bragt nyt kød ind i
30 røntgenstrålen. På denne måde kan hele emnet skannes, f. eks. kødindholdet i en bakke, og på grundlag af de beregnede fedtprocenter kan derefter bestemmes den søgte

fedtprocent. Anlæggets røntgendel kan konstrueres udelukkende af stationære komponenter, hvilket medfører høj hastighed, god nøjagtighed, stabilitet og lave omkostninger til anskaffelse og vedligeholdelse.

Liniedetektorerne kan være anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende hovedsagelig ud for hinanden, set vinkelret på fotodiodernes plan, og fortrinsvis hovedsagelig vinkelret på røntgenstrålen, således at dioderne rammes af samme røntgenstråle.

^h
Plade imellem liniedetektorerne er fortrinsvis en metalplade. Det bliver herved muligt at detektere røntgenstråling for to væsentligt forskellige energiniveauer, idet pladen filtrerer røntgenstrålingen og omdanner den til højenergirøntgen, inden den rammer detektoren
10 længst fra røntgenkilden.

Scintillationsmaterialet på liniedetektoren længst fra røntgenkilden kan være væsentligt tykkere end på liniedetektoren nærmest røntgenkilden, fortrinsvis 1,5 gange så tyk eller mere, f. eks. så diodesignalerne bliver af samme størrelsesorden.

Scintillationsmaterialet på liniedetektoren længst fra røntgenkilden kan have en sådan
15 tykkelse, at reststrålingen, efter at røntgenstrålen har passeret nævnte detektor, er mindre end 10 procent af intensitet af strålen før den rammer detektorindretningen. Det meste af røntgenstrålingen udnyttes herved til dannelse af synligt lys, hvilket giver et forbedret støj/signal-forhold.

Liniedetektorerne kan være monteret på hver sin side af en elektrisk isolerende plade, f.
20 eks. en printplade.

De to liniedetektorer og pladen af røntgenstråledæmpende materiale kan være udformet som en enhed, der fortrinsvis er opbygget som en sandwich, hvis lag omfatter: første liniedetektor, plade af røntgenstråledæmpende materiale og anden liniedetektor.

Beregningsenheden i anlægget kan være indrettet til at bestemme indholdet (andelen) af
25 et stof i de enkelte dele af emnet, der ligger mellem røntgenkilden og detektorindretningens enkelte par af lysfølsomme fotodioder, til at gentage denne bestemmelse efterhånden som

transportøren fører emnet gennem røntgenstrålen, og til på grundlag af disse bestemmelser at beregne hele emnets indhold af stoffet.

Selv om opfindelsen i det foreliggende hovedsagelig er beskrevet i forbindelse med bestemmelse af fedtprocenten i kødvarer, kan den også anvendes i andre sammenhænge, f. eks. ved bestemmelse af fremmedlegemer i samme materialer, eller ved undersøgelse af lukkede kasser for indhold, f. eks. i bagageskannere, eller til undersøgelse af patienter, f. eks. til bestemmelse af deres fedme, knoglemasse og/eller andre materielle forhold, såsom svulster.

En særlig anvendelse er til klassificering af hele eller halve slagtekroppe eller hele udskæringer til bestemmelse af sammensætningen eller formen af slagtekroppen eller slagtekropdelen, f. eks. kød-, fedt- og knogleindholdet. En anden særlig anvendelse inden for kødbranchen er til bestemmelse af positionen af anatomiske fikspunkter og til bestemmelse af geometriske karakteristika ved en slagtekrop eller slagtekropdel, f. eks. muskelstørrelsen og placeringen, hvilket navnlig kan bruges ved automatiske udskæringsprocesser.

I det foreliggende er angivet, at de to rækker fotodioder skal ligge hovedsagelig parallelt med hinanden. Ved "hovedsagelig" forstås i denne sammenhæng, at rækkerne er parallelle eller danner en indbyrdes vinkel på højst 10° , fortrinsvis højst 2° .

I det foreliggende er ligeledes angivet, at liniedetektorerne kan være anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende hovedsagelig ud for hinanden. Ved "hovedsagelig" skal i denne sammenhæng forstås, at et sæt dioder helt eller delvist dækker hinanden, set vinkelret på dioderne, med en overlappning på mere end 70 %, fortrinsvis mere end 95 %.

Fotodioderne ligger fortrinsvis hovedsagelig vinkelret på røntgenstrålen. Ved "hovedsagelig" skal i denne forbindelse forstås, at de danner en vinkel med røntgenstrålen på mindst 70° .

Fotodioderne i en række ligger fortrinsvis tæt ved hinanden, således at mest muligt materiale bliver omfattet af en skanning. Afstanden bør være mindre end diodernes bredde,

så væsentligt mere end halvdelen af materialet skannes, fortrinsvis mere end 70 % af materialet.

Ved et scintillationsmateriale skal i der foreliggende forstås ethvert materiale, der kan omdanne røntgenstråling til synligt lys. Ved fotodioder skal forstås ethvert aggregat, der er baseret på halvledermateriale og er indrettet til at omsætte indfaldende lys til en elektrisk strøm. Som fotodiode anvendes fortrinsvis siliciumdioder, da disse er særlig følsomme i det synlig område.

Opfindelsen beskrives nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, hvori

- 10 fig. 1 viser et røntgenmåleanlæg ifølge opfindelsen til måling af fedtprocenten af farsråvarer eller hele udskæringer, der transporteres i bakker på en båndtransportør, fig. 2 anlægget set fra siden, til dels i snit, fig. 3 anlægget set fra enden af transportøren, til dels i snit, fig. 4 en røntgendetektorindretning ifølge opfindelsen, 15 fig. 5 indretningen i forstørret målestok, set fra enden, og fig. 6 et afsnit af indretningen set fra siden.

Anlægget i fig. 1-3 omfatter en røntgenmåleenhed 1 med en røntgenkilde 2, en detektorindretning 3 og en beregningsenhed 4. På måleenheden findes to kanalafsnit 5, der er fremstillet af rustfri stålplade og afskærmer mod strålingen fra røntgenkilden. En båndtransportør 6 løber gennem måleenheden 1 og kanalafsnittene 5. Alternativt kan anvendes en rulletransportør.

Røntgenkilden 2 drives kontinuerligt og har en kollimator 2a, der giver en tynd, vifteformet røntgenstråle, som strækker sig i hele båndtransportørens bredde (fig. 2 og 3). En styreindretning 2b, der også indeholder røntgenkildens strømforsyning, sørger for stabilisering af røntgenstrålen.

Måleenhedens detektorindretning 3, der måler materialers dæmpning af røntgenstråler, er anbragt under transportørens fremløbsbånd. Indretningen har røntgenfølsomme områder og er således anbragt, at disse rammes af røntgenstrålen. Indretningen er fortrinsvis beskyttet

af et aluminiumshus med en formindsket vægtykkelse i området, der rammes af røntgenstrålen.

Detektorindretningen (fig. 4-6) er en integreret enhed, der har to rækker strømgenererende fotodetektorer med tilhørende ladningsintegrerede forstærkere og et logikmodul til kontrol og styring af integrationstid, udlæsning og reset af de enkelte detektorer samt et interface til beregningsenheden. Nærmere bestemt omfatter detektorindretningen en dobbeltsidet printplade 10, på hvis overside er monteret en række pladeformede Si-fotodioder 11, der er 7 x 7 mm. Pladerne er anbragt med ca. 1,5 mm's afstand. Der er ialt 64 dioder, således at dioderækkes længde bliver ca. 55 cm. Oven på hver diode er monteret et ca. 1 mm tykt krystal 12 af et scintillationsmateriale, f. eks. CsF(Tl), som omsætter indfaldende røntgenstråling til synligt lys. Dette opfanges af fotodioden 11, som omsætter lyset til et elektrisk signal. Dette signal forstærkes og udlæses af et integreret kredsløb 13.

På printpladens underside er monteret en ca. 1 mm tyk kobberplade 14, og under denne findes en tilsvarende række fotodioder 15 som på oversiden af printpladen 10. Hver af fotodioderne 15 er forsynet med et ca. 3 mm tykt krystal 16 af scintillationsmateriale (f. eks. CsF(Tl)) og er ligeledes forbundet med et integreret kredsløb til forstærkning og udlæsning af diodens signaler. Detektorindretningen er således anbragt i røntgenstrålen, at strålen først rammer krystallerne 12 på oversiden af printkortet under omsætning af en del af strålingen til lysenergi. Derefter passerer røntgenstrålen gennem fotodioderne 11 og printpladen 10 uden nævneværdig dæmpning og går gennem kobberpladen 14 under filtrering og omdannelse til en højenergistråle. Røntgenstrålen passerer derpå fotodioderne 15 på undersiden af printkortet 10 og rammer krystallerne 16 på printpladens underside, hvori den omsættes til lysenergi. Krystallernes 12 og 16 lysenergi opfanges af de respektive fotodioder 11 og 15 og omdannes til et elektrisk signal, hvis størrelse er proportional med røntgenstrålingens intensitet.

Når de integrerede kredsløb 13 får et klarsignal fra beregningsenheden 4 (fig. 2), udlæser de serielt signaler fra dioderækkerne til en elektronisk hukommelse i beregningsenheden.

Detektorindretningen er særdeles følsom, reagerer hurtigt og har et stort dynamikområde. Den kræver så at sige ingen vedligeholdelse eller kalibrering, når den først er installeret, og den er let at montere og udskifte.

- Ved en alternativ udførelsesform har printpladen 10 og kobberpladen 14 buet facon, f. eks.
- 5 svarende til krumningen af cirklen, der kan tegnes med centrum i røntgenkilden og en radius svarende til afstanden mellem røntgenkilden og detektorindretningen. Ved en tredje udførelsesform er detektorindretningen delt i flere separate afsnit, f. eks. tre afsnit, der hver er anbragt, så den tilsvarende del af røntgenstrålen træffer hovedsagelig vinkelret på afsnittenes midte. Ved disse udførelsesformer undgås eller formindskes parallaksen, der
- 10 især optræder ved printpladens ender.

Anlægget anvendes på følgende måde til bestemmelse af fedtprocenten i en kødvare, der fremføres i en bakke 7 på båndtransportøren 6:

- Bakken bevæges med en jævn hastighed på f. eks. 40 cm/sek. Et lysrelæ eller lignende afgiver et startsignal, når forenden af bakken med kød kommer ind i røntgenstrålen.
- 15 Målingen påbegyndes. Signalerne fra de to rækker dioder 11 og 15 udlæses serielt og lagres i beregningsenhedens 4 hukommelse. Dette tager f. eks. 5 msek. I den tid har bakken 7 bevæget sig ca. 2 mm fremad, og nyt kødmateriale er blevet bragt ind i røntgenstrålen. Måleproceduren gentages med det ny materiale, idet signalerne fra dioderne udlæses og lagres igen. Således skannes linie for linie, så der punkt for punkt opnås
- 20 information om kødwarens røntgendæmpning ved lavt og højt energiniveau. Måleproceduren gentages indtil lysrelæet registrerer, at bakken har forladt røntgenstrålen, og der sendes et signal til beregningsenheden 4 om, at den kan påbegynde beregningsproceduren.

- Denne omfatter forskellige databehandlinger. Fra den lagrede datamængde fjernes først
- 25 måledata, der ikke indeholder noget dæmpningsbidrag fra kødvaren (dvs. data for områder, der ligger uden for bakken, og data, som alene indeholder transportbåndets og bakkebundens dæmpning. Derefter korrigeres de resterende data for dæmpningen fra båndet og bakkebunden. Der er ingen bånddæmpning at tage hensyn til, hvis der anvendes en rulletransportør i stedet for båndtransportøren. Desuden kan der korrigeres for varierende

følsomhed af fotodioderne, variation i røntgenstrålingen, geometriske forhold, og lignende. På denne måde opnås et korrigeret datasæt, der alene vedrører materialet i bakken (kødvaren). Datasættet anvendes til beregning af kødwarens fedtprocent i hvert punkt set fra røntgenkilden, dvs. i hvert kødområde, der passerer af et strålebundt og derefter rammer et krystalsæt på detektorindretningen. De til beregningen anvendte formler er velkendte. De kan være suppleret med forsøgsdata og empirisk bestemte konstanter eller være erstattet af algoritmer, der er udviklet på grundlag af statistisk signifikante forsøgsdata. Fortrinsvis anvendes en fedtprocentalgoritme udviklet på basis af statistisk dækkende måledata sammenholdt med laboratorieanalyse af fedtprocenten.

- 10 Inden anlægget tages i brug udføres fortrinsvis en geometrisk og elektrisk kalibrering. Til kalibreringen kan benyttes et testobjekt i form af en beholder med kendt indhold og geometri, f. eks. beholdere med olie og vand i varierende forhold.

Når fedtprocenten i hvert punkt er fundet, kan fedtprocenten for kødvaren som helhed beregnes som gennemsnittet af de fundne fedtprocenter. Forinden vægtes procenterne dog fortrinsvis med kødwarens masse i de respektive punkter. Dette er navnlig en fordel, når kødvaren er hele udkæringer af meget varierende form og tykkelse.

De beskrevne databehandlinger og beregninger kan gennemføres på meget kort tid, og det betyder, at fedtprocenten for varen i bakken kan foreligge umiddelbart efter målingen, på mindre end et sekund. Fedtprocenten kan vises på et display på måleenheden 1 og sendes som et digitalt elektrisk signal til systemer, der styrer kødwarens videre bearbejdning, dosering, mærkning, prissætning, osv.

Anlægget er i stand til at håndtere og måle 1320 bakker i timen med ca. 25 kg kød i hver bakke og beregne fedtprocenten med en nøjagtighed på ca. 1 procent absolut eller bedre. Kødet passerer hurtigt gennem røntgenstrålen, og der er derfor ikke fare for, at den for fødevarer maksimalt tilladte røntgenstråling på 0,1 Gy overskrides.

Anlægget kan uden videre installeres på eksisterende produktionslinier, det kan betjenes af ufaglært personale, og det er konstrueret, så råvarerne kan passere uhindret gennem anlægget, hvis måleudstyret er ude af drift. Hvis røntgenmåleenheden forsynes med hjul

og udformes åben eller uden bærende dele i den ene side, kan den let fjernes fra produktionslinjen for service eller reparation.

De opnåede dæmpningsdata kan anvendes til detektion af områder i varen med væsentligt større dæmpning end kød og fedt. Det ene eller begge sæt dæmpningsdata kan dermed f. eks. afsløre, om og i givet fald hvor varen indeholder f. eks. metal eller ben.

De lagrede to datasæt giver betydeligt flere informationer om det undersøgte emne end ét datasæt alene (en-energidata). Det betyder, at det beskrevne anlæg med fordel kan anvendes som bagageskanner, idet de to datasæt gør det muligt at skelne væsentligt flere materialer fra hinanden end traditionelle en-energianlæg. Anlæggets evne til at skelne materialer fra hinanden er også væsentligt bedre end af kendte to-energianlæg, da detektoren er konstrueret, så samhörende måledata stammer fra hovedsagelig samme område af materialet, og detektorens hurtighed muliggør høj opløsning.

Det skal bemærkes, at den opnåede fedtprocent for kødvaren ikke er påvirket af, om varen er frosset eller ufrosset, om den er hakket eller foreligger som udskæringer, om fedtet er ensartet eller uensartet fordelt i varen, eller om lagtykkelsen er varierende. En væsentlig fordel ved røntgenmålemetoden er, at den kan måle på disse materialer, også selv om der er tale om tykkelser på op til 30 cm eller eventuelt mere. Ved to-energimåling kan kødet være uregelmæssigt fordelt i bakkerne, uden at det påvirker målenøjagtigheden. Hvis der anvendes tilsætningsstoffer i varen, såsom salt, påvirker dette imidlertid målenøjagtigheden af fedtprocenten. I disse tilfælde er det nødvendigt at vide, hvor meget salt der er tilsat, da fedtprocenten ellers kan blive stærkt fejlbehæftet.

Der er fundet en ny enkel metode til at eliminere saltets indflydelse på måleresultatet for ansaltede kødvarer, og den består i at lade kødets vægt indgå i algoritmerne, der bestemmer fedtprocenten. Den ansaltede kødvarens vægt skal altså blot indlæses i beregningsenheden, hvorefter fedtprocenten kan beregnes med tilfredsstillende nøjagtighed.

En anden mulighed for at mindske tilsætningsstoffers indflydelse eller opnå yderligere oplysninger om materialet, er at anvende tre rækker fotodioder, der hver er forsynet med krystaller og er anbragt over hinanden med mellemliggende metalplader. På denne måde

kan der måles ved tre energiniveauer og opnås tre sæt måledata, som kan indgå i algoritmerne. Om ønsket kan opbygges detektorindretninger med fire, fem eller flere rækker fotodioder, der hver er forsynet med krystaller og er anbragt over hinanden med mellemliggende metalplader.

Patentkrav

1. Detektorindretning for røntgenstråling omfattende to eller flere liniedetektorer, der hver har en række lysfølsomme fotodioder (11) forsynet med et scintillationsmateriale (15) til at omsætte indfaldende røntgenstråling til synligt lys, kendetegnet ved, at de to linie-
5 detektorer (11,12,15,16) er anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende parvis over for hinanden og liggende hovedsagelig parallelt med hinanden, og at der imellem linie-
detektorerne er anbragt en plade af røntgenstråledæmpende materiale (14).
2. Indretning ifølge krav 1, kendetegnet ved, at liniedetektorernes fotodioder ligger hovedsagelig ud for hinanden, set vinkelret på fotodiodernes plan.
- 10 3. Indretning ifølge krav 1, kendetegnet ved, at liniedetektorerne er monteret på hver sin side af en elektrisk isolerende plade (10).
4. Indretning ifølge krav 1, kendetegnet ved, at de to liniedetektorer og pladen af røntgenstråledæmpende materiale er udformet som en enhed, der fortrinsvis er opbygget som en sandwich, hvis lag omfatter: første liniedetektor (11,15), plade af røntgenstråle-
15 dæmpende materiale (14) og anden liniedetektor (12,16).
5. Anlæg til bestemmelse af egenskaber af et emne ved hjælp af røntgenstråling, hvilket anlæg omfatter en røntgenkilde (2) til udsendelse af en røntgenstråle, en transportør (6) for emnet til at føre det gennem røntgenkildens stråle, en under emnets transportbane anbragt røntgendetektorindretning (3) omfattende to eller flere liniedetektorer, der hver har en
20 række lysfølsomme fotodioder (11), som er forsynet med et scintillationsmateriale (12) til at omsætte indfaldende røntgenstråling til synligt lys, og en beregningsenhed (4) til at registrere liniedetektorernes signaler og bestemme emnets egenskaber, kendetegnet ved, at detektorindretningens (3) to liniedetektorer (11,12,15,16) er anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende parvis over for hinanden og liggende hovedsagelig parallelt med
25 hinanden, at der imellem liniedetektorerne er anbragt en plade af røntgenstråledæmpende materiale (14), og at liniedetektorerne er således placeret i røntgenstrålen, at denne først rammer liniedetektoren (11,15) nærmest røntgenkilden og dernæst, efter at den har passeret

gennem denne liniedetektor og pladen af røntgenstråledæmpende materiale, rammer liniedektoren (12,16) længst fra kilden (2).

6. Anlæg ifølge krav 5, kendetegnet ved, at liniedetektorerne er anbragt med de lysfølsomme fotodioder liggende hovedsagelig ud for hinanden, set vinkelret på 5 fotodiodernes plan, og fortrinsvis hovedsagelig vinkelret på røntgenstrålen.

7. Anlæg ifølge krav 5, kendetegnet ved, at pladen imellem liniedetektorerne er en metalplade.

8. Anlæg ifølge krav 5, kendetegnet ved, at scintillationsmaterialet på liniedektoren 10 længst fra røntgenkilden er væsentligt tykkere end på liniedektoren nærmest røntgenkilden, fortrinsvis 1,5 gange så tyk eller mere.

9. Anlæg ifølge krav 5, kendetegnet ved, at scintillationsmaterialet på liniedektoren længst fra røntgenkilden har en sådan tykkelse, at reststrålingen, efter at røntgenstrålen har passeret nævnte detektor, er mindre end 10 procent af intensitet af strålen før den rammer detektorindretningen.

15 10. Anlæg ifølge krav 5, kendetegnet ved, at beregningsenheden er indrettet til at bestemme indholdet (andelen) af et stof i de enkelte dele af emnet, der ligger mellem røntgenkilden og detektorindretningens enkelte par af lysfølsomme fotodioder, til at gentage denne bestemmelse efterhånden som transportøren fører emnet gennem røntgenstrålen, og til på grundlag af disse bestemmelser at beregne hele emnets indhold 20 af stoffet.

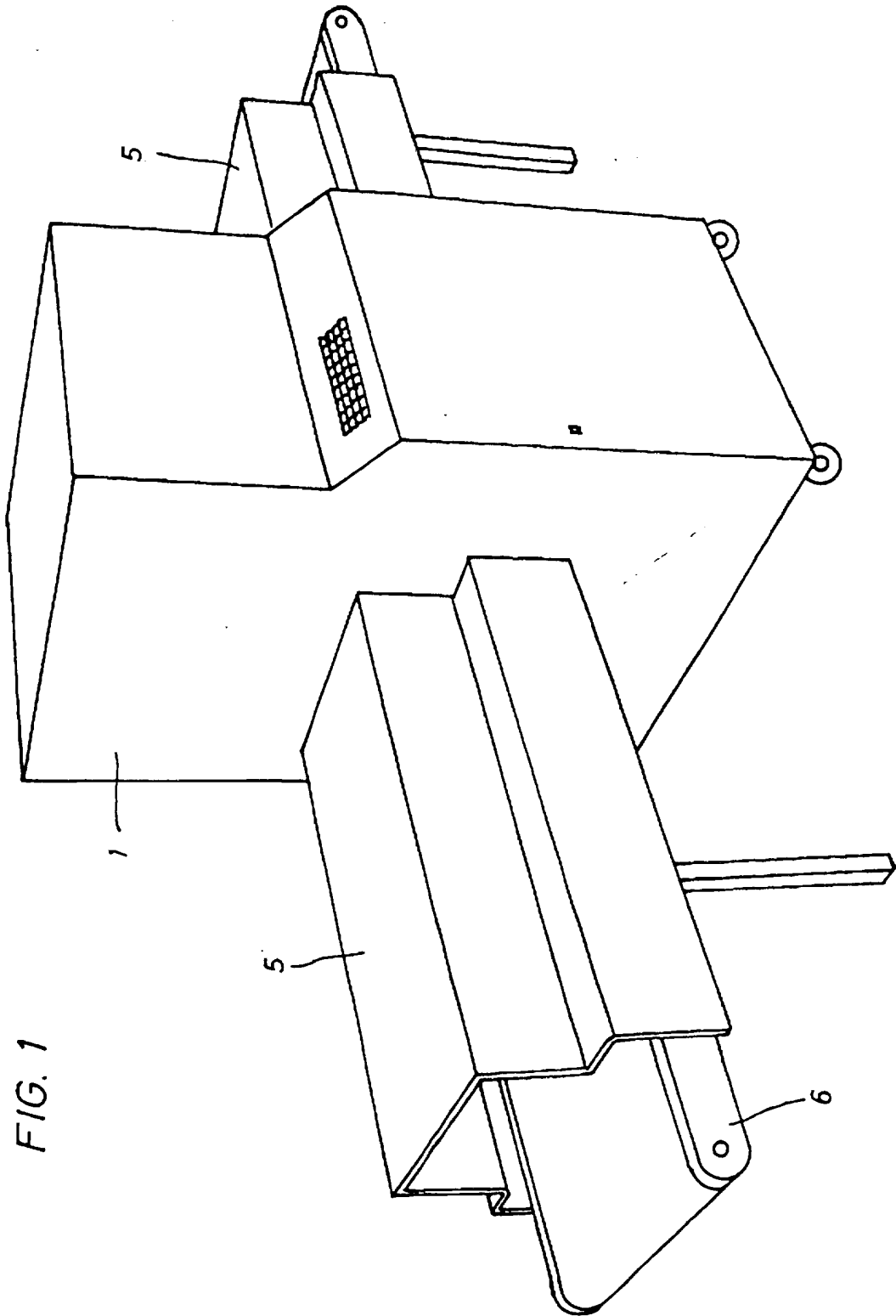


FIG. 1

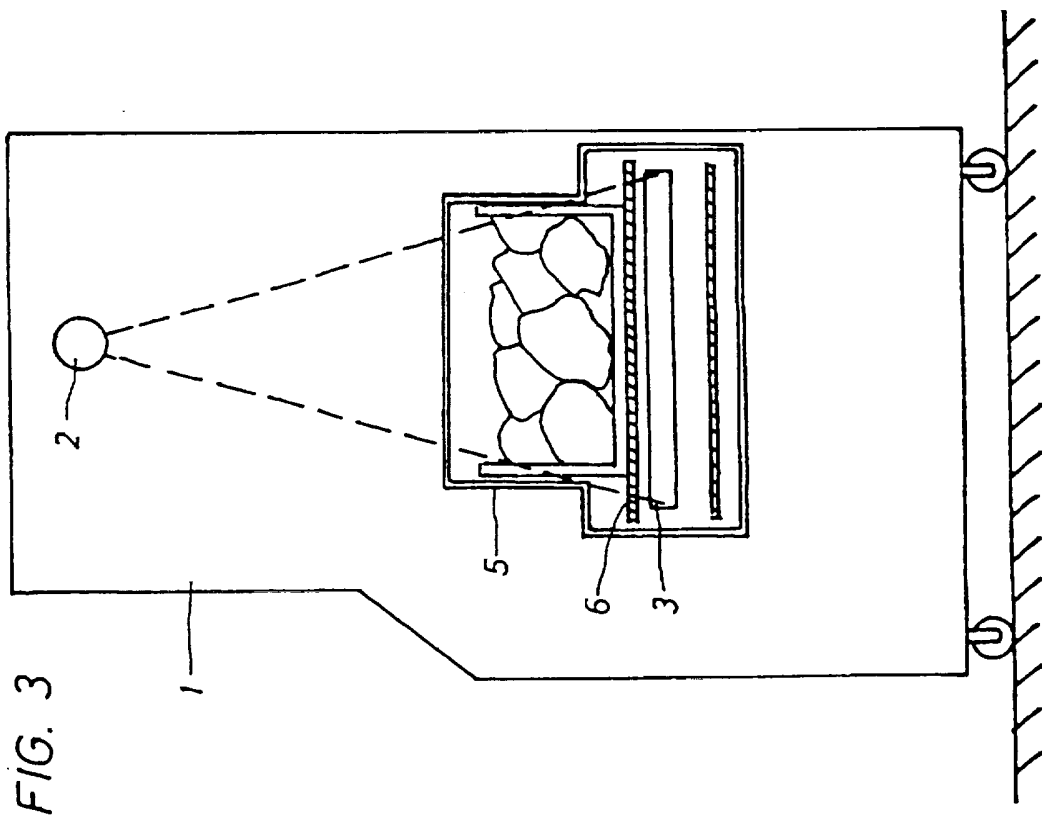


FIG. 3

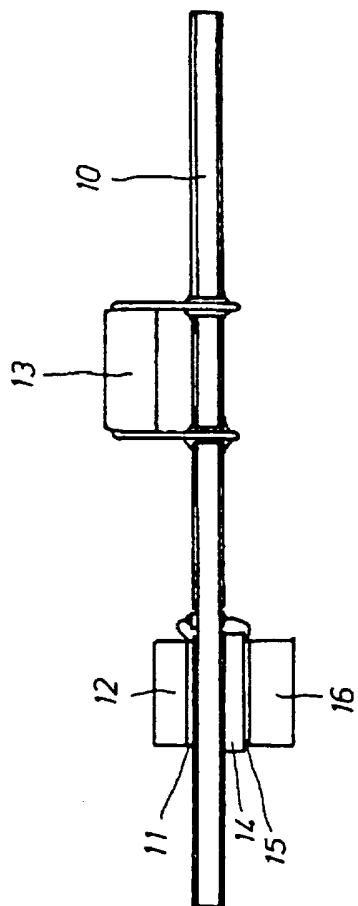


FIG. 5

FIG. 6

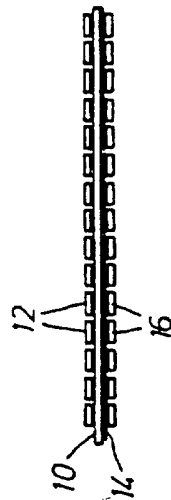


FIG. 6

FIG. 4

