



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 654 667 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 N 33/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 7046/81

㉔ Anmeldungsdatum: 04.11.1981

③① Priorität(en): 17.12.1980 DE 3047490

㉔ Patent erteilt: 28.02.1986

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1986

⑦③ Inhaber:
Pfister GmbH, Augsburg (DE)

⑦② Erfinder:
Görl, Reinhard, Neusäss (DE)

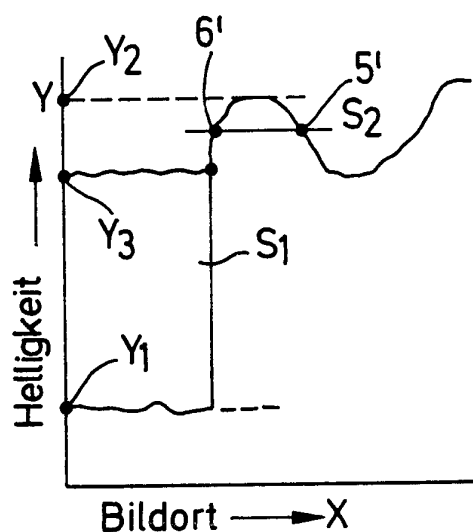
⑦④ Vertreter:
Hepatex-Ryffel AG, Zürich

⑤④ **Verfahren zur berührungsfreien Bestimmung von Qualitätsmerkmalen eines Prüfobjektes der Fleischwaren-Kategorie.**

⑤⑦ Das Bild des beleuchteten Prüfobjektes, insbesondere einer Schlachttierhälfte, wird von einer Video-Kamera erfasst. Das erfasste Bild wird mit einem unterscheidungstypischen Schwellwert (S_2) von solcher Helligkeit digitalisiert, dass alle vom Schwellwert (S_2) abweichenden helleren Gewebepartien, Fettgewebe, als weisse - oder im Umkehrverfahren schwarze - Bildteile dargestellt werden und alle dunkleren Gewebepartien, Fleischgewebe, als schwarze - bzw. im Umkehrverfahren weisse - Bildteile dargestellt werden.

Der unterscheidungstypische Schwellwert (S_2) wird wie folgt gefunden. Als Schwellwert (S_1) wird zunächst der Mittelwert der Helligkeit (Y_1) eines dunklen Hintergrundes und der Helligkeit (Y_2) der hellsten Partie des Prüfobjektes verwendet. Von diesem Anfangswert (S_1) ausgehend wird dann der Schwellwert in Richtung steigender Helligkeit verschoben, bis sich die Sprungfunktion der Helligkeit an der Kante des Prüfobjektes aus der Senkrechten neigt und zu verschieben beginnt, womit der unterscheidungstypische Schwellwert (S_2) erreicht ist.

Mit diesem Schwellwert (S_2) werden Fehler vermieden, die durch Unterschiede der Farbe von Prüfobjekt zu Prüfobjekt, Kamera- und Beleuchtungsinstabilitäten usw. verursacht werden könnten.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur berührungsfreien Bestimmung von Qualitätsmerkmalen eines Prüfobjektes der Fleischwaren-Kategorie, insbesondere zur Ermittlung des anteiligen Fett-Fleisch-Verhältnisses einer Schlachttierhälfte, wobei das Prüfobjekt beleuchtet und dessen Bild von einer Video-Kamera erfasst und das Fleisch- oder Fettgewebe nach Massgabe der relativen Helligkeit der entsprechenden Gewebepartien unterschieden wird, dadurch gekennzeichnet, dass das betrachtete Realbild der Probe mit einem unterscheidungstypischen Schwellwert von solcher Helligkeit digitalisiert wird, dass alle vom Schwellwert abweichenden helleren oder dunkleren Gewebepartien entweder als weisse oder annähernd weisse Bildteile oder als schwarze oder annähernd schwarze Bildteile dargestellt werden, und umgekehrt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der unterscheidungstypische Schwellwert so gewählt ist, dass alle helleren Gewebepartien dem Fettgewebe, und alle dunkleren Gewebepartien dem Fleischgewebe zugeordnet sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des unterscheidungstypischen Schwellwertes in folgenden Schritten durchgeführt wird:

(a) Die Probe wird gegen einen dunklen Hintergrund mit einer Schwarz-Weiss-Kamera zeilen- und bildweise optisch abgetastet und eine dabei scharf hervortretende Kontur am Helligkeitsübergang Hintergrund/Probe als Sprungfunktion in einem Helligkeits/Bildort-Y/X-Diagramm parallel zur Helligkeits-Y-Achse aufgezeichnet und/oder abgespeichert.

(b) Aus den Bildanteilen zu beiden Seiten der Sprungfunktion werden Helligkeitswerte der hellsten Partie P_h und der dunkelsten Partie P_d ermittelt, und in Zahlenwerte entsprechend der Helligkeitsskala an der Y-Achse umgerechnet, aus welchen ein erster Schwellwert der Helligkeit S_1 nach der Formel

$$S_1 = 0,5 \times (P_h + P_d)$$

errechnet wird.

(c) Der errechnete erste Schwellwert S_1 wird so weit in Richtung steigender Helligkeit an der Y-Achse nach oben verschoben, bis die Sprungfunktion aus der Senkrechten in eine geneigte endliche Funktion $y = n \cdot x$ übergeht.

(d) Mit dem dabei ermittelten neuen Schwellwert der Helligkeit S_y wird das Realbild zum Schwarz-Weiss-Bild digitalisiert.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebung des Schwellwertes in Richtung steigender Helligkeit durch Verstellung der Blende der Kamera in Schliessrichtung vorgenommen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebung des Schwellwertes in Richtung steigender Helligkeit durch Spannungsveränderung im Komparator der Video-Kamera vorgenommen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebung des Schwellwertes in Richtung steigender Helligkeit durch Verringerung der Beleuchtungsintensität des betrachteten Bildes vorgenommen wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur berührungsfreien Bestimmung von Qualitätsmerkmalen eines Prüfobjektes der Fleischwaren-Kategorie, insbesondere zur Ermittlung des anteiligen Fett-Fleisch-Verhältnisses einer Schlachttierhälfte,

wobei das Prüfobjekt beleuchtet und dessen Bild von einer Video-Kamera erfasst und das Fleisch- oder Fettgewebe nach Massgabe der relativen Helligkeit der entsprechenden Gewebepartien unterschieden wird.

Ein Verfahren der genannten Gattung ist aus der UK Patent Application GB 2 000 286 A bekannt. Bei diesem Verfahren wird das mit einer Video-Kamera erfasste Realbild einer Probe zur Unterscheidung von Fett und Fleisch mit einem Schwellwert digitalisiert, der dem Helligkeits-Mittelwert zwischen den hellsten und dunkelsten Bildorten entspricht. Obwohl mit dem bekannten Verfahren vielfach brauchbare Resultate erzielt werden, sind auch fehlerhafte Ergebnisse nicht auszuschliessen, die insbesondere durch folgende Ursachen hervorgerufen werden:

- unscharfe Übergänge von Fett zu Fleisch und umgekehrt in einem breiten Spektrum von Grautönen des Realbildes,
- unterschiedliche Färbungen verschiedener Gewebarten beim Fleisch, beispielsweise Muskelgewebe und Bindegewebe,
- Verunreinigungen der Fett-Schnittflächen, beispielsweise durch mangelhaftes Ausbluten bei der Spaltung des Tierkörpers,
- im Lendenspeck eingelagerte, durch Schläge verursachte Blutergüsse,
- Verfärbungen von Hautpartien beim Abkühlen des Tierkörpers,
- Kamerainstabilitäten im Prozentbereich, beispielsweise bei der Blendenstellung, Verschiebung der Weissempfindlichkeit durch Spannungsdekomensationen und ähnliches,
- Beleuchtungsinstabilitäten,
- unlineares Verhalten der digitalen Bildzerlegung im Rechner.

Der Gesamteinfluss dieser Fehler führte fallweise zu Fehlern bei der Digitalisierung, wobei insbesondere in den unscharfen Übergängen von Fett auf Fleisch Fettanteile als Fleisch oder Fleischanteile als Fett wiedergegeben wurden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, das bekannte Verfahren so zu verbessern, dass die erkannten Schwierigkeiten überwunden werden. Insbesondere sollen mit dem verbesserten Verfahren auch dann noch Unterscheidungsmerkmale für Fett und Fleisch sicher erkannt werden, wenn diese bei unscharfem Übergang von Fett zu Fleisch infolge der aufgezeigten erschwerenden Bedingungen nur undeutlich zu erkennen sind. Dabei soll die Erkennungsqualität der Video-optischen Einrichtung durch das verbesserte Verfahren so weit sensibilisiert werden, dass sie in etwa der Erkennungs- und Unterscheidungsfähigkeit des menschlichen Auges entspricht. Abgesehen von den auf den Zustand der Probe zurückzuführenden Unzulänglichkeiten sollen insbesondere auch diejenigen Fehler eliminiert werden, die auf Beleuchtungsinstabilitäten sowie gegebenenfalls auf Einstellungs- oder Umsetzungsmängel der Kamera-Einrichtung zurückzuführen sind.

Die Lösung der Aufgabe gelingt dadurch, dass das betrachtete Realbild der Probe mit einem unterscheidungstypischen Schwellwert von solcher Helligkeit digitalisiert wird, dass alle vom Schwellwert abweichenden helleren oder dunkleren Gewebepartien als weisse oder annähernd weisse Bildteile, oder als schwarze oder annähernd schwarze Bildteile dargestellt werden, und umgekehrt.

Zur Erläuterung sei an dieser Stelle ausgeführt, dass im Sinne der Erfindung unter Digitalisierung des Realbildes eine Aufbereitung der Helligkeitswerte des Bildes verstanden wird, bei der durch Festlegung einer oberen und/oder einer unteren Helligkeitsschwelle in einander überfließende Helligkeits- oder Grauwerte an einem definierten Schwellwert

gegeneinander scharf abgegrenzt werden. Es handelt sich also um eine Aufbereitung des Realbildes, das sich ursprünglich aus einer analogen Folge von Grauwerten eines Grauwert-Spektrums von hell bis dunkel zusammensetzt, zu einer binären Bildaussage, bei der alle Helligkeitswerte unterhalb einer willkürlich festgelegten Helligkeitsschwelle als Schwarz, oder im Umkehrverfahren als Weiss, und alle Helligkeitswerte oberhalb der Helligkeitsschwelle als Weiss, bzw. im Umkehrverfahren als Schwarz erscheinen. Das digitalisierte Bild enthält in letzter Konsequenz keine Grautöne mehr, sondern nur schwarze oder weisse Bildteile.

Mit der Erfindung ergibt sich demnach der Vorteil, dass durch die Einführung eines unterscheidungstypischen, für jede betrachtete Probe anderen Schwellwertes, die Trenngrenze zur exakten Erkennung der zu unterscheidenden Gewebetypen an einen solchen Helligkeitspegel gelegt wird, der auch unter ungünstigsten Verhältnissen noch erkennbare Merkmale für diese Gewebetypen ergibt.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass der unterscheidungstypische Schwellwert so gewählt ist, dass alle helleren Gewebepartien dem Fettgewebe, und alle dunkleren Gewebepartien dem Fleischgewebe zugeordnet sind.

Damit ergibt sich der Vorteil, dass insbesondere durch die genannten, der Probe zuzuordnenden Unschärfen wie Verunreinigungen der Fettschnittflächen durch Blut oder Blutergüsse im Lendenspeck oder unterschiedliche Helligkeitswerte im Fleisch etc. nicht mehr zu Auswertungsfehlern führen, da mit dem unterscheidungstypischen Schwellwert eine richtige Digitalisierung zur scharfen Kontrastierung auch dieser an sich unscharfen Proben-Partien aus den Grauzonen heraus ermöglicht wird. Desgleichen werden Beleuchtungsinstabilitäten oder Sensibilitäts-Verschiebungen in der Kamera und im Übertragungssystem kompensiert.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung ist vorgesehen, dass die Ermittlung des unterscheidungstypischen Schwellwertes in folgenden Schritten durchgeführt wird:

(a) Die Probe wird gegen einen dunklen Hintergrund mit einer Schwarz-Weiss-Kamera zeilen- und bildweise optisch abgetastet und eine dabei scharf hervortretende Kontur am Helligkeitsübergang Hintergrund/Probe als Sprungfunktion in einem Helligkeits/Bildort-Y/X-Diagramm parallel zur Helligkeits-Y-Achse aufgezeichnet und/oder abgespeichert.

(b) Aus den Bildanteilen zu beiden Seiten der Sprungfunktion werden Helligkeitswerte der hellsten Partie «P_h» und der dunkelsten Partie «P_d» ermittelt, und in Zahlenwerte entsprechend der Helligkeitsskala an der Y-Achse umgerechnet, aus welchen ein erster Schwellwert der Helligkeit «S₁» nach der Formel

$$S_1 = 0,5 \times (P_h + P_d)$$

errechnet wird.

(c) Der errechnete erste Schwellwert S₁ wird so weit in Richtung steigender Helligkeit an der Y-Achse nach oben verschoben, bis die Sprungfunktion aus der Senkrechten in eine geneigte endliche Funktion $y = n \cdot x$ übergeht.

(d) Mit dem dabei ermittelten neuen Schwellwert der Helligkeit «S_y» wird das Realbild zum Schwarz-Weiss-Bild digitalisiert.

Durch die dargestellte Ermittlung des unterscheidungstypischen Schwellwertes wird die Unterscheidungsgrenze der verschiedenen Gewebetypen an denjenigen Helligkeitshorizont gehoben, von dem aus mit Sicherheit und unter Vermeidung der vorgängig genannten Fehlerquellen eine kontrastscharfe Unterscheidung der einzelnen Gewebepartien möglich ist.

Dabei kann so vorgegangen werden, dass die Verschiebung des Schwellwertes in Richtung steigender Helligkeit durch Verstellung der Blende der Kamera in Schliessrichtung vorgenommen wird. Dadurch wird der Unschärfe-Bereich innerhalb der Grauzonen durch Verdunklung solcher Grauzonen in die helleren Partien verlagert.

Die gleiche Wirkung wird erreicht, indem die Verschiebung des Schwellwertes in Richtung steigender Helligkeit durch entsprechende Spannungsveränderungen im Komparator der Video-Kamera vorgenommen wird, und schliesslich kann eine gleiche Wirkung bei der Verschiebung des Schwellwertes in Richtung steigender Helligkeit durch Verringerung der Beleuchtungsintensität des betrachteten Bildes vorgenommen werden.

Im folgenden wird das Verfahren nach der Erfindung anhand von Systemdarstellungen in der Figur näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Realbild der Video-Kamera vom Lendenspeck einer Schlachtthierhälfte, stark vereinfacht,

Fig. 2 das Helligkeitsprofil an der Schnittlinie III-III in Fig. 1.

Fig. 1 zeigt stark vereinfacht das Realbild 1 der Lendenpartie einer Schlachtthierhälfte mit der Lendenspeckschicht 2, einer etwas dunkleren Fettgewebeschicht 4 und dazwischen eingeschlossen eine Partie Muskelfleisch 3. Die Darstellung des Realbildes 1 erfolgt gegen einen dunklen Hintergrund 7, gegenüber dem die Körperkante 6 des Realbildes 1 an der Grenze der Speckschicht 2 scharf profiliert hervortritt. Eine zweite Kontur 5 ergibt sich an der Grenzlinie zwischen Speck 2 und Fleisch 3 einerseits und Speck 2 und fettdurchsetztem Gewebe 4 andererseits.

Fig. 2 zeigt das Helligkeitsprofil an der Schnittlinie III-III in Fig. 1. Darin bezeichnet Y₁ den unteren Helligkeitswert als Produkt vom Dunkelton des Hintergrundes 7 und dem sogenannten Dunkelstrom der Kamera. An der Körperkante 6 ergibt sich zwischen dem dunklen Hintergrund 7 und der Lendenspeckschicht 2 eine Sprungfunktion «F» Helligkeitsverlauf, womit die Körperkante 6 vom Kameraobjektiv scharf am dunklen Hintergrund 7 abgebildet wird. Dabei hat zwar die Flanke der Kontur an der Körperkante 6 eine aus Bandbreite und Bildschärfe zusammengesetzten endlichen Anstieg, dieser ist jedoch so gering, dass er bei der Bildauswertung keine Rolle spielt. Wenn daher die Kontur an der Körperkante 6 mit dem Schwellwert S₁ nach der Formel

$$S_1 = 0,5 \times (Y_1 + Y_2)$$

gebildet wird, so würde sich zwar für die hell/dunkel-Übergänge der Körperkante 6 am dunklen Hintergrund 7 eine scharfe Unterscheidungslinie ergeben, nicht aber für die Bereiche unscharfer Grautöne beispielsweise bei Übergängen von helleren Fleischpartien in verunreinigte Fettgewebepartien. Deshalb wird nun der ursprüngliche Schwellwert S₁ durch die offenbarten Massnahmen der Verschiebung in Richtung steigender Helligkeit, das heisst, in Fig. 2 in Richtung des Pfeiles der XY-Achse nach oben verschoben, und zwar so weit, bis bei dem Schwellwert S₂ die Sprungfunktion in eine Neigung übergeht, und sich mit einer leichten Verrundung im Helligkeitsverlauf parallel nach rechts in X-Richtung zu verschieben beginnt. Dies ist das Indiz dafür, dass der unterscheidungstypische Schwellwert S₂ erreicht ist, bei dem auch die mit einem breiten, verwaschenen Spektrum von Grautönen ineinander übergehende Grenzlinie 5' relativ scharf abgebildet wird.

Wenn nunmehr das Realbild 1 mit dem neu gewonnenen,

unterscheidungstypischen Schwellwert S_2 digitalisiert wird, erscheinen alle dunkleren z.B. auch Grautöne Schwarz und alle helleren z.B. auch Grautöne Weiss, bzw. beim Umkehrverfahren alle helleren Töne Schwarz und alle dunkleren Töne Weiss. Bei dieser Schwellwertbildung werden demnach alle anfangs erwähnten, derzeit bekannten Fehlerursachen

eliminiert. Auch Fehleinstellungen des Kamera-Helligkeits-Sensibilitätspegels oder die Beleuchtungsintensität können keinen Einfluss mehr auf die Kontrastschärfe des Bildes haben, da das Verfahren mit dem unterscheidungstypischen Schwellwert S_2 entweder richtige oder keine Bildinformationen liefert.

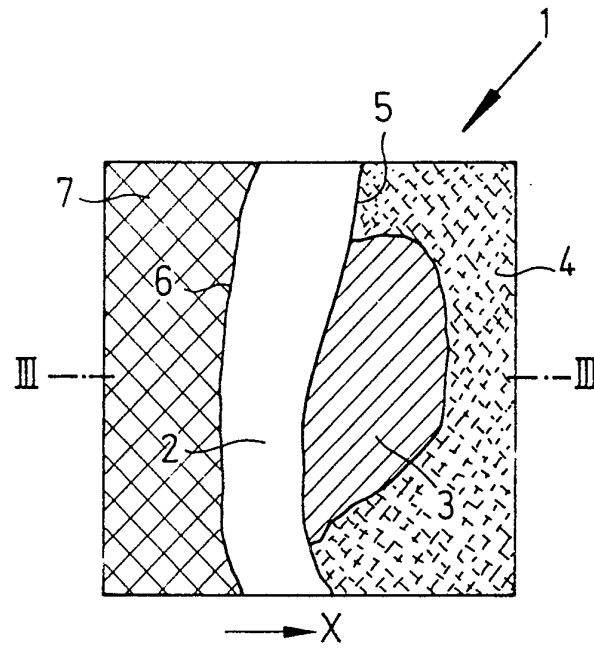


FIG. 1

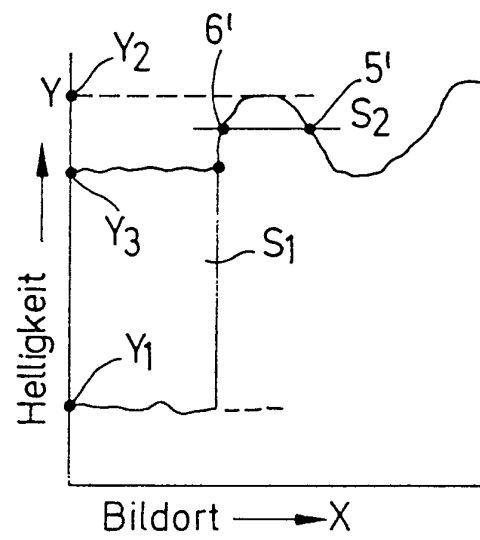


FIG. 2