

lität vorgehalten werden. Auch das Verzeichnis der "Forschungsstätten im Bereich Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in der Bundesrepublik Deutschland" der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI) soll künftig als Datenbank online angeboten werden.

Stärkere Berücksichtigung sollen in Zukunft Faktendatenbanken finden, die nach der Erweiterung der Retrievalsprache GRIPS um das Statistikpaket SPSS ausreichend recherchiert werden können. Vorbereitungen für die Bereiche Nahrungs-, Futter- und Pflanzenschutzmittel sowie für Genbankdaten sind bereits angelaufen.

Auch DIMDI wird den Zugriff auf Datenbanken erleichtern. Die zwar leistungsstarke, aber kompliziert aufgebaute Datenbanksprache GRIPS wird durch eine menügesteuerte Abfragemöglichkeit erweitert, die es auch ungeübten Benutzern gestattet, brauchbare Rechercheergebnisse zu erzielen. Weiterhin wäre ein freier Zugriff ohne Online-Nutzungsvertrag auf das Angebot des DIMDI denkbar, wenn die Kosten beim Zugriff über Bildschirmtext direkt über kostenpflichtige Seiten abgerechnet oder von Dritten übernommen werden, wie dies bei anderen Externen Rechnern im Btx-System schon länger praktiziert wird.

Ein vereinfachter Zugriff kann auch mit Hilfe eines Expertensystems möglich werden. Dabei würde eine mehr oder weniger im Klartext eingegebene Suchanfrage vom Programm analysiert und ein Vorschlag für die in diesem Fall vorzugsweise zu

recherchierenden Datenbanken gemacht. Die Recherche würde von dem Programm allein oder interaktiv mit dem Benutzer durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden auf Dubletten geprüft und in einer vom Benutzer gewünschten Form ausgegeben.

Die Nutzung von Datenbanken muß heute jedoch nicht mehr unbedingt über einen Großrechner erfolgen. Die enorme Steigerung der Leistungsfähigkeit der Personalcomputer sowie neue Speichertechnologien haben dazu geführt, daß auch große Datenbanken mit einem PC bearbeitet werden können. Hier sind vor allem die optischen Speichermedien zu nennen, die die zur Zeit größte Speicherdichte auf kleinstem Raum ermöglichen. Auf der vom Musikbereich bekannten Compact Disc (CD) werden die Informationen digital gespeichert. Daher bot sich die CD auch als Speichermedium für große Datenmengen an. Das Laufwerk für die nur 12 cm große Scheibe, die CD-ROM, hat die gleichen Abmessungen wie die eines herkömmlichen Diskettenlaufwerkes und kostet nur unwesentlich mehr. Im Gegensatz zu den Floppy Disks, auf denen je nach Qualität zwischen 170 KB und 1,44 MB gespeichert werden können, erlaubt die CD das Speichern von 600 MB. Dies bedeutet, daß beispielsweise die Datenbank AGRIS inklusive des Suchprogrammes und aller Register auf drei CD gespeichert werden kann. Damit können große Datenbanken auch mittels eines PC genutzt werden. Von den agrarwissenschaftlichen Datenbanken sind derzeit AGRICOLA, AGRIS, ASFA

und CAB auf CD erhältlich bzw. in Vorbereitung.

Zumindest heute noch bestehende Nachteile dürfen jedoch nicht unerwähnt bleiben. Die bei der Herstellung anfallenden hohen Grundkosten sowie die noch zu geringen Auflagen bedingen einen hohen Preis für Datenbanken auf CD-ROM, von dem jedoch erwartet werden kann, daß er in der Zukunft noch weiter fällt. Bei großen Datenbanken ist eine Segmentierung notwendig, da nur eine CD zur Zeit gelesen werden kann. Auf eine CD kann normalerweise nicht von mehreren Nutzern gleichzeitig zugegriffen werden.

Auch die zwischenzeitlich schon fast in Vergessenheit geratene Bildplatte scheint als Speicher großer Datenmengen wieder im Gespräch zu sein. Die Daten werden jedoch nach einem anderen System gespeichert und verarbeitet als bei der CD-ROM. Daher können neben Texten auch Bilder oder kurze Filme in hervorragender Qualität wiedergegeben werden. Bevorzugte Einsatzbereiche sind die Archivierungen von Texten, Bildern und Faksimiles. Der gezielte Zugriff wird mit einem Suchprogramm auf einem Rechner ermöglicht, die Ausgabe erfolgt auf einem Fernsehmonitor oder einem Laserdrucker.

*Dr. Carl Ulrich Koehler und  
Dipl.Ing.agr. Ute Winkelmann  
Zentralstelle für Agrardokumentation und  
-information (ZADI)  
Villichgasse 17, 5300 Bonn 2*

## Anwendung veränderter Atmosphären zur Frischhaltung leicht verderblicher Lebensmittel

### Gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen

Bei der Lagerung frischer pflanzlicher Lebensmittel versteht man unter einer kontrollierten oder modifizierten Atmosphäre eine Lageratmosphäre, die gegenüber der Außenluft in ihrer Zusammensetzung verändert ist. Diese Veränderung betrifft jedoch nur die Anteile der natürlicherweise in der Luft enthaltenen Hauptkomponenten Stickstoff, Sauerstoff und Kohlendioxid ohne Hinzufügung von Fremdgasen. Die Wirkung wird dabei durch starke Verminderung des Sauerstoffangebotes (O<sub>2</sub>) und durch Erhöhung des Kohlendioxidanteils (CO<sub>2</sub>) erreicht.

Von "modifizierten Atmosphären" (MA) spricht man, wenn die Anteile der Gase nicht in einem exakt einzuhaltendem Mischungsverhältnis vorliegen. Dies ist z.B. bei der Aufbewahrung von Früchten in ge-

schlossenen Folienbeuteln der Fall. Durch die Atmung der Früchte steigt der CO<sub>2</sub>-Gehalt an, während der O<sub>2</sub>-Gehalt abnimmt, bis sich ein Gleichgewicht einstellt. Demgegenüber werden "kontrollierte" oder "ge-

regelte Atmosphären" (engl. controlled atmospheres = CA) durch besondere Meß- und Regeleinrichtungen in ihrer Zusammensetzung konstant gehalten. Als weitere Variante, die hier jedoch nur am Rande



betrachtet werden soll, kann schließlich die Lagerung unter sogenannten Schutzgasatmosphären angesehen werden. Diese keineswegs auf Lebensmittel beschränkte Maßnahme zielt zumeist auf die Verhütung oxidativer Veränderungen ab.

Das klassische Einsatzgebiet für modifizierte oder kontrollierte Atmosphären auf dem Lebensmittelsektor ist die Lagerung

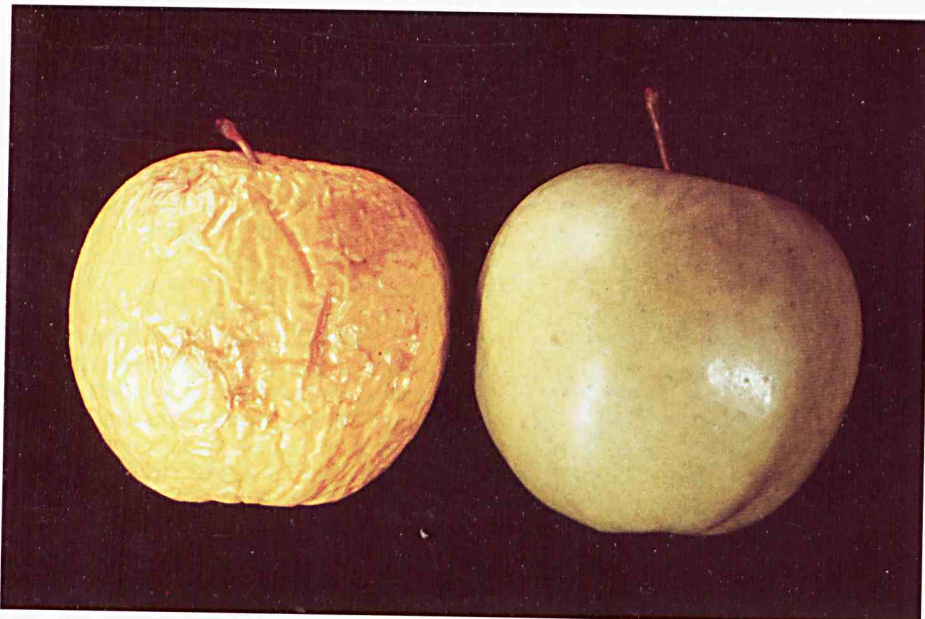
von frischem Obst und Gemüse. Sie sind lebende Pflanzenorgane und verfügen somit über einen eigenen Stoffwechsel. Die stoffwechselphysiologisch bedingten Veränderungen im Sinne von Alterungsvorgängen beeinträchtigen die Qualität geernteter Früchte oft mehr als pathogene Mikroorganismen. Verlangsamung der Stoffwechselaktivität und damit der Alterungsprozesse der höheren Pflanze

selbst, d.h. der isolierten, von der Mutterpflanze getrennten Teile ist daher für die längerfristige Lagerung das vorrangige Anliegen. Durch geeignete Veränderung der Lageratmosphäre kann die Atmungsaktivität des Erntegutes um 50 bis 75 % gegenüber der Aktivität in normaler Luftatmosphäre gleicher Temperatur gedrosselt werden.

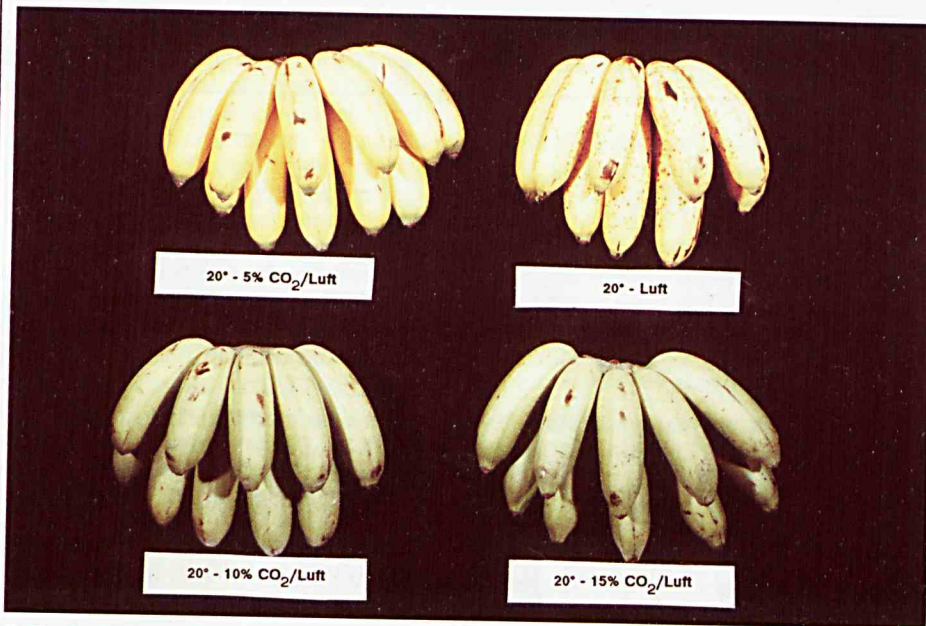
Die Bedeutung der Gaszusammensetzung der Atmosphäre für die Atmungsvorgänge von Pflanzen und Pflanzenorganen ist seit langem bekannt. Bereits 1896 wurde über die Hemmung der Atmung keimender Samen und Wurzelknollen durch  $\text{CO}_2$  berichtet. In den 20er und 30er Jahren dieses Jahrhunderts durchgeführte Versuche stellen die Grundlage der modernen Lagerung in geregelter oder kontrollierter Atmosphäre dar. Erst im Laufe von reichlich drei Jahrzehnten haben die wissenschaftlich-experimentellen und die technischen Vorarbeiten allerdings den Stand erreicht, der die CA-Lagerung Eingang in die Großpraxis finden ließ. Heute werden in Europa ca. 2,7 Mio. Tonnen Obst und Gemüse in gasdichten Kühlräumen unter kontrollierten Atmosphären gelagert.

Der praktische Nutzen der Lagerung unter kontrollierten Atmosphären wird inzwischen so hoch eingeschätzt, daß sie als eine der bedeutendsten technologischen Entwicklungen in der Landwirtschaft nach dem 2. Weltkrieg bezeichnet wird. Technische Schwierigkeiten bestehen zum einen in der Errichtung hinreichend gasdichter Räume und zum anderen in der Einstellung und Aufrechterhaltung der gewünschten Gaszusammensetzung. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Beseitigung überschüssigen Kohlendioxids, wofür heute verschiedene Verfahren der Ab- wie auch der Adsorption und schließlich der Stickstoffspülung Anwendung finden.

Die einzelnen Obst- und Gemüsearten und -sorten weisen unterschiedliche Atmungsaktivitäten auf. Darüber hinaus sind die einzelnen Produkte gegenüber erhöhten  $\text{CO}_2$ - und verminderten  $\text{O}_2$ -Konzentrationen verschieden empfindlich. Dementsprechend waren und sind umfangreiche Lagerungsversuche zur Ermittlung der jeweils optimalen Bedingungen hinsichtlich Zusammensetzung der Gasatmosphäre, Relativer Luftfeuchtigkeit und der Temperatur erforderlich. Die meisten Erfahrungen liegen über die CA-Lagerung von Kernobstfrüchten, insbesondere Äpfeln, vor. Als Richtwerte für eine geeignete Zusam-



1: Golden Delicious - Äpfel, die von Mitte Oktober bis Mitte April gelagert wurden (links nur gekühlt, rechts in kontrollierter Atmosphäre)



2: Nachreifung von Bananen bei 20°C unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen (o.r.: normale Außenluft, o.l.: Luft + 5%  $\text{CO}_2$ , u.l.: Luft + 10%  $\text{CO}_2$ , u.r.: Luft + 15%  $\text{CO}_2$ )



mensetzung der Atmosphäre haben hier lange Zeit jeweils 3 % CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> gegolten, während das Restvolumen von Stickstoff eingenommen wurde. Eingehende wissenschaftliche Arbeiten u.a. in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, haben indessen gezeigt, daß viele Apfelsorten erheblich geringere Sauerstoffkonzentrationen bis herab zu 1 % ohne Schaden vertragen und daß dies zu einer erheblich besseren Qualitätserhaltung führt. Nachdem auch die Fortschritte im Lagerbau und in der Steuerungstechnik der Atmosphäre die exakte Einhaltung der vorgegebenen Bedingungen erlauben, hat man sich auch in der Lagerungspraxis nach und nach auf diese Bedingungen eingestellt.

Wesentliche Merkmale der besseren Qualitätserhaltung sind:

- Starke Verzögerung des Chlorophyllabbaus, wodurch die grüne Farbe erhalten bleibt (Abb. 1 u. 2)
- Erhaltung der Konsistenz
- Erhaltung der Saftigkeit
- Stark verzögerter Abbau der Fruchtsäuren
- Verlangsamter Zuckerabbau
- Geringerer Verlust an Vitamin C
- Bessere Erhaltung des Geschmacks.

Durch die Unterdrückung der Biosynthese und der Wirkung des Pflanzenhormons Ethylen werden die autokatalytische und die wechselseitige Stimulation von Reifungs- und Alterungsprozessen gemeinsam gelagerter Produkte unterbunden (Abb. 3 u. 4).

Dank Verzögerung und Verlangsamung der Alterungsprozesse erlaubt die Lagerung unter CA-Bedingungen eine spätere Ernte, d.h. eine bessere Ausreifung der Früchte am Baum, ohne daß dabei eine drastische Verringerung der Haltbarkeit in Kauf genommen werden müßte.

Die insgesamt bessere Erhaltung des ursprünglichen Zustandes bedeutet zugleich eine bessere Aufrechterhaltung der natürlichen Resistenz gegenüber Schwächeparasiten, d.h. solchen Fäulnisregenern, die nicht in der Lage sind, das intakte, frische Produkt zu befallen, sondern entweder Wunden als Eingangspforten oder aber ein durch Alterung geschwächtes Gewebe benötigen. Ein weiterer positiver Effekt kontrollierter Atmosphären besteht in der Verbesserung der Resistenz gegenüber verschiedenen physiologischen Erkrankungen wie z.B. nekrotischen Veränderungen im Schalenbereich



3: Rosenkohl nach 3wöchiger Lagerung in Luft bei 3,5°C (links Rosenkohl allein, rechts Rosenkohl gemeinsam mit Äpfeln gelagert, die eine Ethylenkonzentration von ca. 5l/l Luft verursacht haben)

von Äpfeln (Schalenbräune), die anderenfalls bei empfindlichen Sorten nur durch den Einsatz von Chemikalien (Antioxidantien) unter Kontrolle zu halten sind.

Seit Anfang der 70er Jahre haben kontrollierte Atmosphären nicht nur für die Langzeitlagerung weiterer Produkte, vor allem von Kohlarten, an Bedeutung gewonnen; das Verfahren hat auch Eingang

in die mittelfristige Lagerung leichtverderblicher Obst- und Gemüsearten gefunden. Häufig werden dabei hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (bis zu 30 %) angewandt, mit dem Ziel, auch die pathogene Mikroflora in ihrer Entwicklung zu hemmen.

Voraussetzungen für die Erschließung neuer Anwendungsgebiete sind die zuverlässige Erstellung gasdichter Räume, vor allem durch Verwendung von Fertigbauteilen (Paneelen), wirtschaftliche und energiesparende Verfahren für eine rasche Einstellung der gewünschten atmosphärischen Bedingungen sowie zuverlässige und preisgünstige Meß- und Regeleinrichtungen für die Kontrolle der Lageratmosphären. Die Lagerung unter kontrollierten Bedingungen wird dadurch zunehmend auch für die Lagerung und den Transport von Weichobst und empfindlichen, kurzlebigen Gemüsearten, z.B. Spargel oder Speisepilzen, interessant. Für die Lagerung kalteempfindlicher Pflanzenteile (viele tropische Früchte) stellt sie nicht nur eine Ergänzung, sondern bis zu einem gewissen Grade auch eine Alternative zur Kühlung dar. Durch den Transport empfindlicher Güter in CA-Containern wird einerseits die Qualitätserhaltung über längere Zeitspannen verbessert (z.B. bei Äpfeln aus Neuseeland), andererseits wird ein Seetransport bei Produkten möglich, die sonst nur auf dem Luftweg in guter Kondition den Empfänger erreichen. Das trifft sowohl für viele tropische Früchte als auch für Schnittblumen zu. Weiterhin wird



4: Rosenkohl gelagert unter dem Einfluß von 1 l Ethylen / l (links in Luft, rechts in kontroll. Atmosphäre mit 5% CO<sub>2</sub> / 2% O<sub>2</sub> / 93% N<sub>2</sub>)



die gemeinsame Lagerung verschiedener Güter, auch in Transportcontainern, möglich, die einander in normaler Luftatmosphäre durch Stoffwechselprodukte, vor allem Ethylen, in Reifung und Alterung stimulieren und daher den Verderb begünstigen (Abb. 3 u. 4).

Viele Einzelfragen, vor allem hinsichtlich des physiologischen Verhaltens zahlreicher tropischer und subtropischer Obst- und Gemüsearten, die zunehmend auf die Märkte der nordischen Industrieländer gelangen und die sich möglicherweise für einen Transport unter CA-Bedingungen eignen, bedürfen noch eingehender Untersuchungen.

Der Bedeutung der Atmosphäre für die Frischhaltung von Lebensmitteln wird in zunehmendem Maße auch durch die Art

der Verpackung kleiner Einheiten Rechnung getragen. Frisches Obst und Gemüse bauen in Beuteln aus Kunststoff-Folien durch den Verbrauch von Sauerstoff und die Ausscheidung von Kohlensäure eine Atmosphäre mit erhöhtem CO<sub>2</sub> und vermindertem O<sub>2</sub>-Gehalt auf. Hierbei ergibt sich die Zusammensetzung der Atmosphäre aus der Atmungsaktivität des Pflanzenmaterials und der Durchlässigkeit der Folie für die einzelnen Komponenten der Atmosphäre.

Als eine Variante dieser Kleingebinde mit modifizierten Atmosphären läßt sich bereits die erwähnte Verpackung zahlreicher empfindlicher Lebensmittel unter Schutzgasatmosphären betrachten. Auch dabei spielen der Ausschluß von O<sub>2</sub> zur Verhinderung oxidativer Veränderungen und in geringerem Maße eine CO<sub>2</sub>-Anrei-

cherung als Schutzmaßnahme gegen mikrobiellen Verderb die wesentliche Rolle. Mit gutem Erfolg werden modifizierte Atmosphären zum Schutz trockener Güter wie Getreide, Trockenfrüchte und Samen, Tabak, Gewürze, Tee u.a. gegen Schadinsekten, z.B. Kornkäfer, und andere Tiere angewandt, wodurch die Behandlung dieser Produkte mit giftigen Chemikalien überflüssig wird. Dieser Aspekt ist von besonderer Bedeutung, da das Verfahren zu keinerlei Belastung und Gefährdung des Verbrauchers oder der Umwelt führt, da keine Fremdstoffe eingesetzt werden.

Dr. H. Bohling  
Bundesforschungsanstalt für Ernährung  
Engesserstr. 20  
7500 Karlsruhe

## Elektrobetäubung von Schlachtschweinen

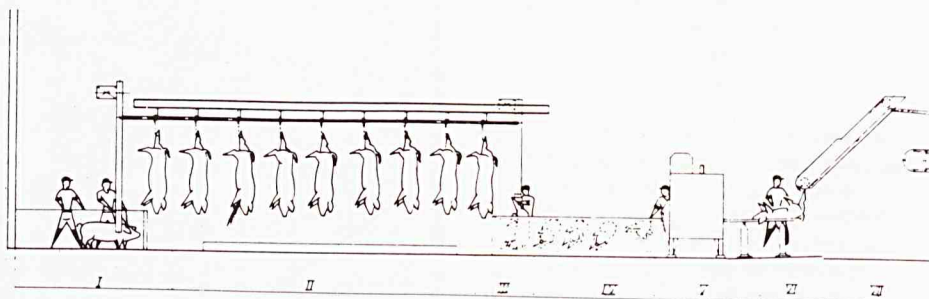
### Aspekte des Tierschutzes und der Fleischqualität

Der Mensch hat die ethische Pflicht, die ihm anvertrauten Tiere vor Leiden und Schmerzen zu bewahren. Diese Pflicht ist in den Tierschutzgesetzen der westlichen Industriestaaten verankert und betrifft auch den Umgang mit Schlachttieren. Um Schlachttieren Leiden und Schmerzen beim Anbringen des Stiches zum Entbluten zu ersparen, müssen die Tiere betäubt werden. Die Betäubung soll durch die Entblutung unmittelbar in den Tod übergehen, ohne daß die Tiere Bewußtsein und Schmerzempfindung wiedererlangen. Der weitaus größte Teil der in den westlichen Industrieländern geschlachteten Schweine wird vor dem Blutentzug mit elektrischem Strom betäubt. Diese Betäubungsart kann jedoch die Fleischqualität verringern. Tierschutz und Forderung nach hoher Fleischqualität waren Anlaß für die Entwicklung eines neuen Elektrobetäubungsgerätes in der Bundesforschungsanstalt für Fleischforschung in Kulmbach.

Das Arbeitsprinzip der zur Zeit verwendeten Geräte ist gleich und relativ einfach: Die Netzspannung wird mit Hilfe eines Transformators in die Betäubungsspannung umgeformt. Die Betäubungsspannungen reichen in den verschiedenen Ländern von 70 Volt bis 300 Volt. Das Maß für die Elektrobetäubung ist somit die eingesetzte Stromspannung.

Kritische Stimmen zur Tierschutzkonformität der Elektrobetäubung wurden - im Gegensatz zur Betäubung der Schweine mit Kohlendioxid - nur vereinzelt laut. Bei oberflächlicher Betrachtung ist die schlagartige Wirkung des elektrischen Stromes durchaus beeindruckend. Werden Schweine mit der Betäubungszange gefaßt, kommt es zu einer sofortigen starken Verkrampfung der Muskulatur; die Tiere sind zu einer Laut- bzw. Schmerzáußerung nicht fähig. Dieser Zustand wird sowohl

von Laien als auch von Fachleuten als Bewußtlosigkeit gedeutet. Es wird die durch den elektrischen Strom bewirkte Immobilisierung mit Empfindungslosigkeit



- I Betäuben
- II Stechen und Entbluten
- III Entfesselein
- IV Brühen
- V Enthaaren und Abflammen
- VI Aufhängen
- VII Nachschaben

1: Schematische Darstellung des Arbeitsablaufes bei der Schweineschlachtung