

# Transportable Meßeinrichtung zur Bestimmung von Rad- und Achslasten

Dr.-Ing. K. Bernhardt, KDT/Dipl.-Ing. W. Recker, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Eine sehr häufig auftretende Meßaufgabe ist die Bestimmung der Rad- und Achslasten sowie der Gesamtmasse von Fahrzeugen und Arbeitsmaschinen. Hierzu werden gegenwärtig Brückenwaagen oder andere stationäre Wägeeinrichtungen genutzt.

Ein wesentlicher Nachteil ist dabei, daß bei Untersuchungen in der Praxis zwischen dem Untersuchungsort und der Waage mit den Fahrzeugen und Arbeitsmaschinen zum Teil größere Entfernungen zurückzulegen sind. Deshalb mußten bisher große Zeit- und Kraftstoffaufwendungen in Kauf genommen werden, oder bei zu großen Entfernungen mußte man auf die notwendigen Messungen verzichten.

Durch eine transportable Meßeinrichtung können diese Nachteile beseitigt werden.

Ein Lösungsvorschlag für eine transportable Meßeinrichtung wurde im Rahmen eines Neuererwortschlages erarbeitet (Bild 1). Im folgenden sollen diese Meßeinrichtung beschrieben und einige Anwendungsmöglichkeiten genannt werden.

## 2. Aufbau und Wirkungsweise

Die transportable Radlastmeßeinrichtung besteht aus folgenden Elementen (Bild 2):

- Grundkörper a
- Auffahrkeile b
- Meßkabel c
- Anzeigeeinrichtung d
- Stromversorgungsgerät e.

Die Messung erfolgt dann, wenn das Rad des Fahrzeugs auf dem Grundkörper a steht.

Der Grundkörper a besteht aus einer Grund- und einer Deckplatte, die durch zwei Oktagonalringgeber verbunden sind. Die Oktagonalringgeber tragen je 4 Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen, die zu einer Meßbrücke geschaltet werden. Die Wirkungsweise solcher Oktagonalringgeber wird u.a. in [1] [2] beschrieben.

Die durch das Rad auf die Deckplatte übertragene vertikale Kraft hat eine ihrer Größe

proportionale Verformung der Oktagonalringgeber und damit Widerstandsänderungen der Dehnungsmeßstreifen zur Folge, die wiederum eine der Last proportionale Brückenspannung bewirken.

Die Grund- und die Deckplatte sind mit zusätzlichen Versteifungen versehen sowie so gestaltet und abgedichtet, daß die Oktagonalringgeber mit den Dehnungsmeßstreifen vor mechanischen Einwirkungen und vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Die Auffahrkeile b ermöglichen ein weitgehend stoßfreies Auf- und Abfahren der Räder und sind während der Messung über eine lösbare Verbindung mit dem Grundkörper a fest verbunden. Für den

Transport sind diese Keile gesondert zu bewegen.

Das Meßkabel c übernimmt die Übertragung der Meßgröße zur Anzeigeeinrichtung. Es kann über Steckverbindungen mit dem Grundkörper und der Anzeigeeinrichtung verbunden werden. Als Anzeigeeinrichtung d können je nach der meßtechnischen Ausrüstung der Anwendungsbetriebe und der erforderlichen Meßgenauigkeit ein einfaches Voltmeter, Millivoltmeter oder auch Digitalvoltmeter, ein Schleifenoszillograph oder ein anderes Anzeigegerät, aber auch ein Registriergerät angewendet werden.

Die zwei 12-V-Batterien dienen zur Speisung

Bild 1  
Transportable Meßeinrichtung zur Bestimmung von Rad- und Achslasten

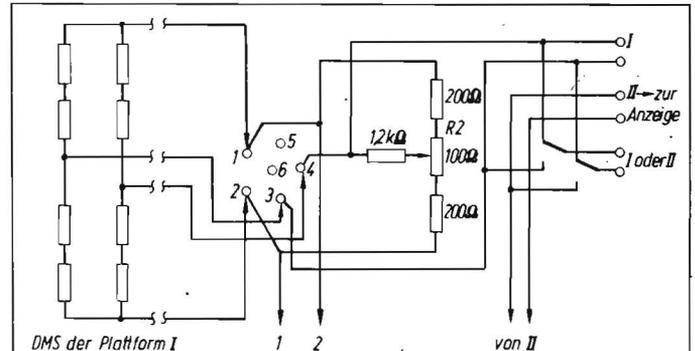


Bild 2  
Schematische Darstellung zur Meßeinrichtung: Erläuterung im Text

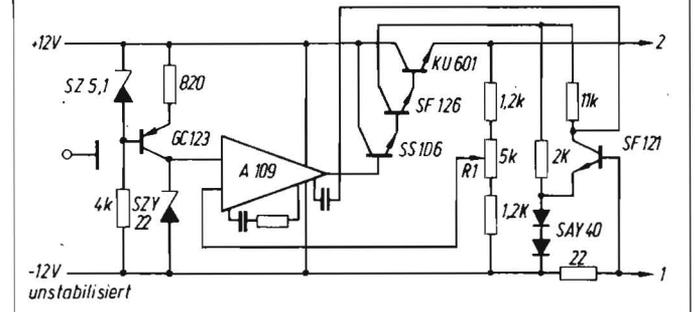
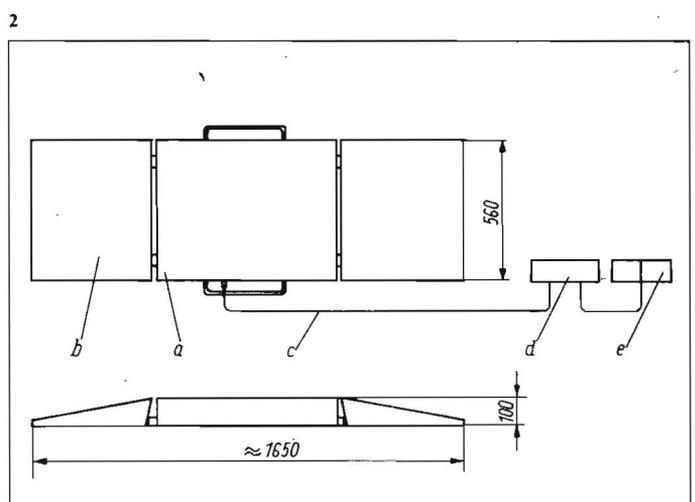
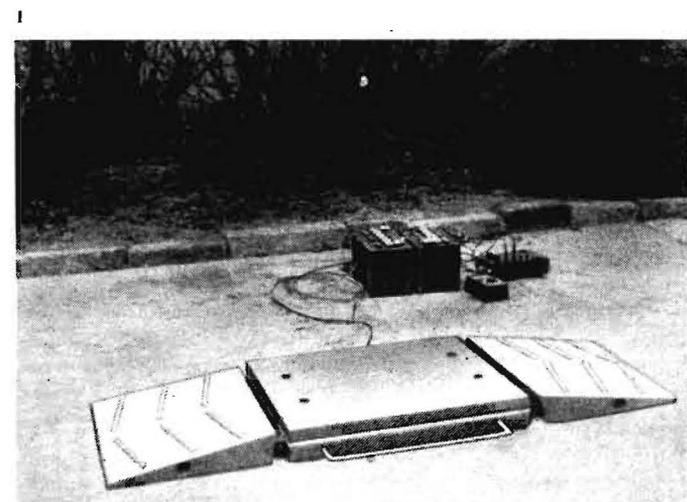


Bild 3  
Stabilisierungsschaltung bei Batteriebetrieb der Meßeinrichtung



der Meßbrücke. Um die Brückenspeisespannung unabhängig vom Ladezustand der Batterien zu erhalten, ist der Einsatz einer Stabilisierungsschaltung zu empfehlen (Bild 3). Es handelt sich dabei um eine normale Serienstabilisierung. Die Eingangsspannung ( $2 \times 12$  V) wird gleichzeitig als Speisespannung für den als Differenzverstärker eingesetzten Operationsverstärker verwendet. Die Referenzspannung über der Referenzdiode wird durch Speisung dieser Diode mit einem Konstantstrom extrem stabil gehalten. Der Regler R1 gestaltet die Einstellung der Ausgangsspannung, so daß eine einfache Zuordnung von Anzeigewert und Kraft möglich ist. Die im Bild 3 gezeigte Abgleichschaltung läßt erkennen, daß eine Nebenschlußbrücke für den sogenannten Nullabgleich eingesetzt wurde. Mit Hilfe von R2 ist die Anzeige bei unbelasteter Meßeinrichtung auf den Wert Null einzustellen. Weitere Ausführungen zu solchen Schaltungen sind in [3] enthalten. Dort sind auch ausführliche Betrachtungen zu auftretenden Fehlern dargestellt.

Für den Grundkörper und für die Auffahrkeile liegen Übersichts- und Einzelteilzeichnungen vor.

Die Meßeinrichtung wurde für eine maximale senkrechte Kraft von 40 kN ausgelegt. Werden von den Anwenderbetrieben Forderungen nach noch größeren maximalen Kräften gestellt, so sind Oktagonalringe mit größeren tragenden Querschnitten einzusetzen.

Die Masse der Meßeinrichtung beträgt ohne Stromversorgungs- und Anzeigegerät etwa 100 kg.

### 3. Anwendungsmöglichkeiten der Meßeinrichtung

Die entwickelte Meßeinrichtung ist vielseitig anwendbar. Je nach den von den Anwendern zur Anzeige oder Registrierung eingesetzten Geräten ist es auch möglich, sehr kleine Kräfte zu messen. So können beim Einsatz der Universalmeßeinrichtung UM 111 oder 311 und dem Acht-Kanal-Lichtschreiber 12 LS-1 Kräfte in der Größe von 1 N angezeigt werden.

Beim Einsatz eines Vielfachmeßgeräts (0,03 bis 600 V) als Anzeigegerät, wie es während des Probebetriebs mit der Meßeinrichtung bereits praktiziert wurde, ist bei einem angenommenen Ablesefehler von  $\pm 1$  Skalenteil mit einem maximalen Meßfehler von  $\pm 5\%$  vom Maximalwert zu rechnen. Dieser relativ kleine Meßfehler und die Möglichkeit, die Meßeinrichtung auch im Batteriebetrieb zu speisen, erschließen vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. Dabei muß aber darauf hingewiesen werden, daß die vorgestellte Meßeinrichtung

keine Waage im herkömmlichen Sinn darstellt, sondern als Meßeinrichtung zu betrachten ist. Mit der Meßeinrichtung ist es möglich, Rad- und Achslasten sowie Gesamtmassen von Fahrzeugen aller Art (Pkw, Anhänger, Traktoren sowie andere Maschinen) im Bereich von 0 bis 4000 kg Einzellast zu ermitteln.

Zum Bestimmen der Radlast eines Fahrzeuges wird mit dem Rad auf den Grundkörper gefahren und der Anzeigewert abgelesen. Ist die Bestimmung der Achslast notwendig, so ist die Messung mit dem anderen Rad zu wiederholen. Auf diese Art und Weise kann auch die Fahrzeugesamtmasse bestimmt werden. Weiterhin ist die Möglichkeit gegeben, zwei Radlastmeßeinrichtungen zur Bestimmung der Achslast in einem Versuch zu kombinieren (Bild 4).

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der vorgestellten Meßeinrichtung dort, wo sich keine Brückenwaage in der Nähe befindet. Dann können zusätzliche Umwegfahrten zu einer Waage und damit sowohl Diesel- oder Vergaserkraftstoff als auch Arbeitszeit eingespart werden. Unter besonderen Bedingungen kann — wegen der relativ geringen Anschaffungskosten — die entwickelte Meßeinrichtung auch eine Brückenwaage ersetzen.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit der Meßeinrichtung liegt in der Bestimmung der Masse von Stückgut oder Behältern. Bei einigen Meßaufgaben, insbesondere in Forschungseinrichtungen, ist es auch notwendig, eine Masse als Funktion der Zeit zu erfassen. Beispiele hierfür sind die Änderung der Radlasten eines Fahrzeuges während des Be- oder Entladevorganges oder auch eines Kranes während des Hebens und Senkens oder beim Losreißen des Gutes. Mit der entwickelten Meßeinrichtung ist die Realisierung dieser Meßaufgaben möglich.

Bereits dargestellt wurde, daß mit der Meßeinrichtung auch im Freien gearbeitet werden kann. Die Oktagonalringe mit den Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen sind vor Schmutz und Wasser geschützt. Allerdings sollte die Meßeinrichtung nicht in Pfützen oder Schlamm aufgestellt werden. Bei weichem Untergrund ist das Unterlegen von Stahlträgern oder Holzbalken und eine zusätzliche Verankerung der Meßeinrichtung auf der Unterlage zu empfehlen.

### 4. Hinweise für Bau und Betrieb der Meßeinrichtung

Bei der Fertigung der ersten Muster wurde für den Bau einer Radlastmeßeinrichtung entsprechend den Bildern 1 und 2 eine Kapazität

von rd. 250 Stunden (einschließlich Elektroarbeiten) benötigt. Die Gesamtkosten für den Bau einer Radlastmeßeinrichtung ohne Anzeigegerät und Stromversorgungsgerät betragen 1850 Mark (ohne Gemeinkostenzuschlag).

Bei einem Nachbau der Meßeinrichtung sind diese Kosten unter den jeweiligen betrieblichen Bedingungen neu zu kalkulieren.

Besondere Anforderungen bezüglich der Fertigung stellen die Oktagonalringe dar. Das trifft besonders auf die hohe zu fordernde Maßhaltigkeit und auf die notwendige Wärmebehandlung zu. Es kommt darauf an, daß die Oktagonalringe bei hoher Maßhaltigkeit spannungsfrei hergestellt werden.

Da für die Geber verschiedene Werkstoffe (St 60, St 70, C 45, 50 CrV 4, 15 CrNi 6, 30 CrNiMo 8) verwendet werden können und die Maßnahmen der Wärmebehandlung und der mechanischen Fertigung werkstoffspezifisch sind, kann an dieser Stelle nicht darauf eingegangen werden. Wenn im Betrieb des Nachnutzers auf diesem Gebiet keine Erfahrungen vorliegen, ist eine entsprechende Beratung notwendig und möglich.

Ähnlich hohe Anforderungen stellt das Aufkleben der Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen und das Zusammenschalten zur Meßbrücke. Auch hier sollten, wenn notwendig, bereits vorhandene Erfahrungen genutzt werden.

Durch die Arbeitsqualität während des Baues der Meßeinrichtung kann die erreichbare Meßgenauigkeit wesentlich beeinflusst werden. Deshalb wird empfohlen, bei Nachnutzung der Neuerleistung die bereits im Forschungszentrum für Mechanisierung vorliegenden Erfahrungen zu nutzen.

Die Bedienung der Radlastmeßeinrichtung wird bestimmt durch die zur Anzeige oder Registrierung eingesetzten Geräte. Bei der Messung sind die in der Bedienungsanleitung dieser Geräte enthaltenen Hinweise zu beachten.

Zur Vorbereitung und Durchführung einer Messung sind folgende Arbeitsgänge notwendig:

- Einebnen des Bodens an der Meßstelle, um ein sicheres Aufliegen aller Teile der Meßeinrichtung zu gewährleisten
- Ablegen und Verbinden (4 Steckverbindungen) des Grundkörpers und der beiden Auffahrkeile
- Anschluß des Meßkabels an der Steckverbindung des Grundkörpers und am Meßgerät
- Einschalten des Anzeige- oder Registriergeräts und der Stromversorgung
- Auflegen einer bekannten Masse zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Meßeinrichtung und zum Vergleich des Anzeigewertes mit den Werten der Kalibrierkurve (eventuell erneute Kalibrierung durchführen).

Nach Durchführung dieser Arbeiten können die Messungen beginnen. Dabei ist darauf zu achten, daß die zu messende Last vollständig auf dem Grundkörper der Meßeinrichtung aufliegt, ohne sich noch auf den Auffahrkeilen oder an anderen Stellen abzustützen. Die Abmessungen des Grundkörpers (560 mm  $\times$  760 mm) wurden bereits so gewählt, daß auch bei Fahrzeugen mit Zwillingsbereifung Messungen möglich sind. Bei der Kombination mehrerer Radlastmeßeinrichtungen zur Bestimmung der Achslasten o. ä. ist zu sichern, daß sich die Meßeinrichtungen nicht gegeneinander verschieben. Vor Inbetriebnahme der Meßeinrichtung ist eine Kalibrierung notwendig. Sie erfolgt durch Auflegen unterschiedlich großer

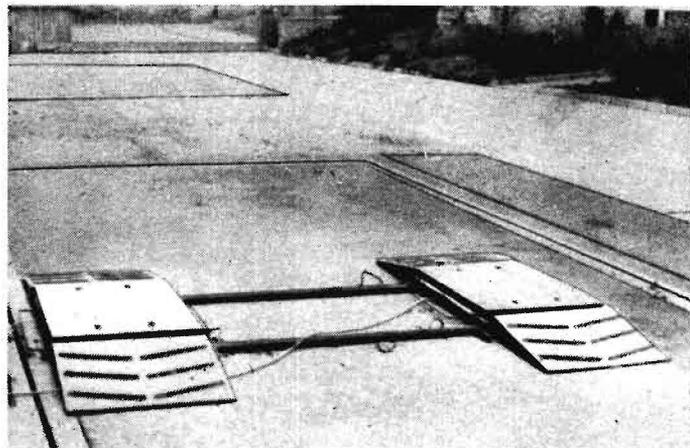


Bild 4  
Kombination von zwei Radlastmeßeinrichtungen zur Bestimmung der Achslast

Fortsetzung auf Seite 317

# Umschlag palettierter Pflanzenschutzmittel in ACZ

Dr. B. Hübner/Dipl.-Agr.-Ing. E. Pee, VEB Ausrüstungen Agrochemische Zentren Leipzig

Die agrochemischen Zentren (ACZ) müssen zur Zeit etwa 60 bis 80 verschiedene Pflanzenschutzmittel (PSM) einschließlich Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse in einer Gesamtmenge von etwa 150 000 bis 250 000 kg je ACZ umschlagen, zwischengelagern und ausbringen. Bei etwa einem Drittel aller PSM werden nur Mengen von weniger als 100 kg je Sorte und ACZ erreicht. Die PSM werden in verschiedenen Verpackungen (Kanister, Korbfässer, Säcke, Blechbehälter, Fässer, Wellpappe-Versandschachteln usw.), in unterschiedlichen Abpackgrößen (1, 5, 10, 20, 25, 30, 50, 100 und 200 kg) sowie in verschiedenen Formen und Verpackungsmaterialien (Glas, Plaste, Papier, Pappe usw.) angeliefert. Die PSM werden in der Mehrzahl der ACZ ohne technische Hilfsmittel, also manuell, umgeschlagen.

Zur Rationalisierung der Umschlag- und Lagerprozesse und zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen in den ACZ, aber auch in den VEB Kombinat für materiell-technische Versorgung (mtV) der Landwirtschaft, und zur Einsparung von Verpackungsmaterialien (Tankpaletten) wurde, aufbauend auf den Erfahrungen in anderen Volkswirtschaftszweigen, begonnen, die PSM mit Hilfe von Paletten zu Ladeeinheiten zusammenzufassen, die mit Förderzeugen umgeschlagen und gestapelt werden können. Erfahrungen zum Einsatz von Paletten liegen sowohl in einigen Lagern der VEB Kombinat für mtV als auch in ACZ vor, wo in der Hauptsache Philadelphia-, Faß- und Tankpaletten eingesetzt werden.

Mit der vorliegenden Arbeit sollen die geeigneten Palettenarten, Flurförderzeuge und Technologien aufgezeigt werden.

## 1. Palettenarten und ihre Eignung für den PSM-Umschlag

An die Paletten sind Anforderungen zu stellen, die sich aus den Bedingungen der Verpackungsarten und der Eignung des Umschlages mit Förderzeugen ergeben.

Für den PSM-Umschlag werden vorwiegend standardisierte Paletten mit einer nutzbaren Grundfläche von 800 mm x 1200 mm angewendet, die maximal eine Tragfähigkeit von 1 000 kg aufweisen. Das sind:

- Philadelphiapaletten (Bild 1)  
Philadelphiapaletten als Vier-Wege-Paletten mit standardisierter Grundfläche und zusammenlegbarem Aufsteckrahmen unterschiedlicher Höhe (rd. 800 mm, 1 000 mm oder 1 300 mm) werden vorwiegend für Großverpackungen (Säcke, Trommeln, Kanister u. ä.) mit Abpackgrößen über 10 kg bzw. 10 l eingesetzt. Philadelphiapaletten sind nicht kranbar und lassen maximal eine Vierfachstapelung bzw. eine Stapelhöhe von 4 m zu [1].
- Boxpaletten (Bild 2)  
Boxpaletten werden zur Lagerung von Kleinverpackungen mit Abpackgrößen unter 10 kg bzw. 10 l angewendet. Sie

bestehen aus Stahlblech mit Versteifungssicken, weisen eine Nutzmasse von maximal 900 kg auf, sind nicht kranbar und lassen eine Vierfachstapelung zu; die maximale Stapelhöhe beträgt rd. 3 200 mm [2].

- Faßpaletten (Bild 3)  
Faßpaletten sind Spezialpaletten für den Transport und Umschlag von Rollstücken bzw. Rollreifenfässern mit einer Nutzmasse von jeweils 180 bis 200 kg. Sie bestehen aus zwei gepreßten Seitenwänden aus Blech und vier Rohren, die als Distanzstücke und Tragholme mit den Seitenwänden verschweißt sind. Sie gestatten ein Nebeneinanderlagern von 2 Fässern, weisen die für Paletten typischen Einfahröffnungen für Stapelgeräte sowie Vorrichtungen zum Stapeln auf und sind kranbar; eine Vierfachstapelung ist möglich; die maximale Stapelhöhe der Paletten beträgt 3 100 mm [3].
- Flachpaletten (Bild 4)  
Die Flachpaletten als Vier-Wege-Palette mit standardisierter Grundfläche kommen nur für starres Stückgut mit hoher Eigenstabilität (z. B. Polyäthylen-Spundlochfässer, Blechtrommeln usw.) zum Einsatz. Sie sind nicht kranbar, eine Vierfachstapelung ist möglich, und eine Stapelhöhe von 4 000 mm sollte nicht überschritten werden [4].
- Tankpaletten (Bild 5)  
Tankpaletten sind im Gegensatz zu den oben

Fortsetzung von Seite 316

bekannter Maßen und Erfassen des Anzeigewertes auf dem Anzeige- oder Registriergerät. Die Kalibrierung sollte immer über den gesamten vorgesehenen Meßbereich erfolgen. Sie ist in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Kontrollmessungen in kürzeren Zeitintervallen zu wiederholen.

Bei ordnungsgemäßer Arbeit mit der Meßeinrichtung sind keine umfangreichen Wartungsarbeiten notwendig. Diese beschränken sich nur auf eine regelmäßige Reinigung der Radlastmeßeinrichtung von anhaftendem Schmutz. Besonders zu beachten ist, daß das Dichtungsmaterial zwischen der Grund- und der Deckplatte des Grundkörpers die vollständige Abdichtung des Innenraumes gewährleistet.

### Literatur

- [1] Bernhardt, K.: Eine Meßeinrichtung zur Bestimmung von Kräften zwischen Traktor und Gerät. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 220—221.
- [2] Tropens, D.: Grundlagen der Meßtechnik bei Landmaschinenuntersuchungen. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 7, S. 338—341.
- [3] Erier, W.; Walther, L.: Elektrisches Messen nichtelektrischer Größen mit Halbleiterwiderständen. Berlin: VEB Verlag Technik 1973.

A 2023

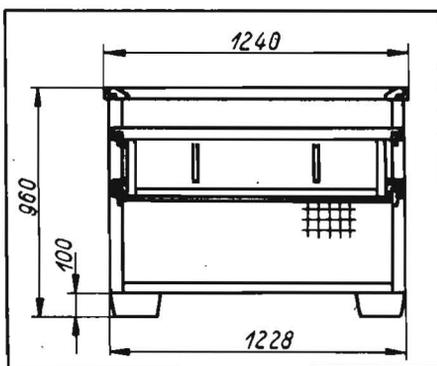
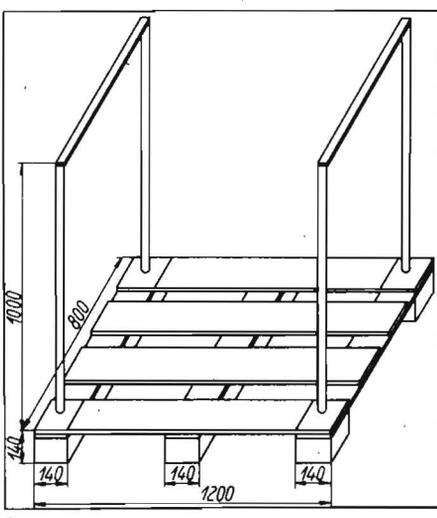


Bild 1. Philadelphiapalette als Vier-Wege-Palette  
Bild 2. Boxpalette  
Bild 3. Faßpalette  
Bild 4. Flachpalette als Vier-Wege-Palette

