

Kern exakt200!

Vom Messband zum Chip: die Entwicklung der Distanzmessung

13. November –
18. Dezember 2019



Die Foyerausstellung findet im Rahmen von 200years Swiss Geo x und #ZeitsprungIndustrie statt.

Messungen im Rutschgebiet von Peiden GR mit dem Kern-Mekometer ME3000, 1973.



www.200swissgeo.ch
www.zeitsprungindustrie.ch

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz

HEXAGON

SWISSLOS Kanton Aargau

Schlossplatz 23 | 5000 Aarau

Tel. 062 836 05 17 | museum@aarau.ch
www.stadtmuseum.ch

Di – Fr 11 – 18 Uhr | Do 11 – 20 Uhr
Sa + So 11 – 17 Uhr

Kern exakt200!

Vom Zirkel zum 3D-Scanner

Seit dem 1. September 2019 steht das Foyer ganz im Zeichen der ehemaligen Aarauer Firma Kern. Das Stadtmuseum Aarau nimmt die Gründung des Unternehmens vor exakt 200 Jahren zum Anlass, mit einer begehbaren Ausstellungsbox die technische Entwicklung der Vermessung und ihre gesellschaftliche Bedeutung bis heute zu ergründen und das Foyer als Begegnungsort mit Aktionstagen und wechselnden Vertiefungen zur Firmengeschichte zu gestalten. In Zusammenarbeit mit der engagierten Freiwilligengruppe von ehemaligen Mitarbeitenden (Arbeitsgruppe Kern) holen wir historische Distanzmessgeräte zum Ausprobieren, Feldstecher und Stereobetrachter, ein fotogrammetrisches Auswertungssystem und weitere spannende Objekte aus dem Depot ins Foyer.

Die modularen Vertiefungen beleuchten das breite Spektrum, in dem die Aarauer Firma Kern gewirkt hat. Den Auftakt machten wie schon vor 200 Jahren die Zirkel. Vom 13. November bis zum 18. Dezember rücken wir die Entwicklung der Distanzmessung in den Fokus.

Wie alles begann:

Jakob Kern, der Zirkelschmied
1. September – 23. Oktober 2019

Vom Messband zum Chip: die Entwicklung der Distanzmessung
13. November – 18. Dezember 2019

Vom Stereobild zur Karte: fotogrammetrische Auswertesysteme
12. Januar – 2. Februar 2020

Prismen, Linsen und Objektive: geschliffen und gestochen scharf
25. Februar – 12. März 2020

Kern nimmt Mass am Grossen: die Industrievermessung im Fokus
19. April – 17. Mai 2020



Reflektoren für die elektro-optische Distanzmessung. Diese stehen im Streckenendpunkt und reflektieren das Infrarotsignal.



Kommende Veranstaltungen

Sa, 16. November 2019, 10–12 Uhr
360 Grad Aarau
Erkunden Sie mit uns die Stadt mit dem 3D-Scanner.

So, 24. November 2019, 14–16 Uhr
Der Kreis der Kerns
Freie Besichtigung und Führung in der Sammlung Kern. **Führung um 14:30 Uhr**

So, 15. Dezember 2019, ab 14 Uhr
Vom Messband zum Chip
Aktionsnachmittag: Messen Sie Distanzen und Höhenunterschiede wie vor 200, 100, 50 oder 5 Jahren.

So, 12. Januar bis So, 2. Februar 2020, jeweils So und Mi, 14–16 Uhr
Vom Stereobild zur Karte
Aktionsnachmittage: Erstellen Sie mit einem fotogrammetrischen Auswertungssystem Karten.

So, 19. Januar 2020, 14–16 Uhr
Der Kreis der Kerns
Freie Besichtigung und Führung in der Sammlung Kern. **Führung um 14:30 Uhr**

Weitere Veranstaltungen ab Februar 2020:
www.stadtmuseum.ch

Die Sammlung Kern ist im Rahmen von «Im Kreis der Kerns» geöffnet (vgl. Veranstaltungsprogramm).

Weitere Führungen auf Anmeldung:
062 836 05 17 oder museum@aarau.ch

Informationen zur Sammlung:
www.kern-aarau.ch und
www.stadtmuseum.ch/page/155

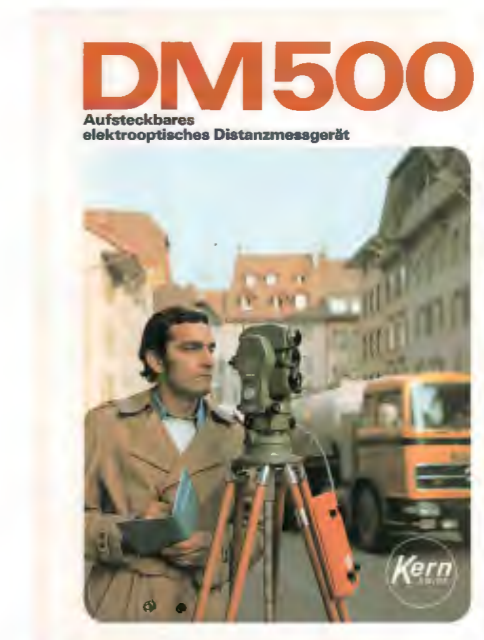
Eingang: ehemalige Zivilschutzanlage am Schöllsrain

Exakt200! PLUS

Vom Messband zum Chip: die Entwicklung der Distanzmessung

Bei der Distanzmessung unterscheidet man direkte und indirekte Verfahren. Am einfachsten ist die direkte Messung. Man wählt eine Masseinheit (zum Beispiel die eigene Schrittlänge) und misst die Entfernung zwischen zwei Punkten durch Abschreiten oder mit Messlaten, Messbändern und Messketten. Ist die Strecke zu lang zum direkten Abmessen oder liegen Hindernisse zwischen den beiden Messpunkten, so muss die Distanz indirekt ermittelt werden. Dazu dient beispielsweise die Triangulation, bei der Winkelmessungen in einem Dreieck gemacht und die Strecken, bezogen auf eine Basis-messung, berechnet werden.

Die Firma Kern gehörte zu den bekanntesten Herstellern von Längen- und Winkelmessgeräten. Im Zusammenhang mit der optischen Distanzmessung entwickelte Kern optische und elektro-optische Tachymeter, für die Winkelmessung Theodoliten. Besonders hilfreich ist die Verbindung von Entfernung- und Winkelmessfunktionen in Totalstationen. →



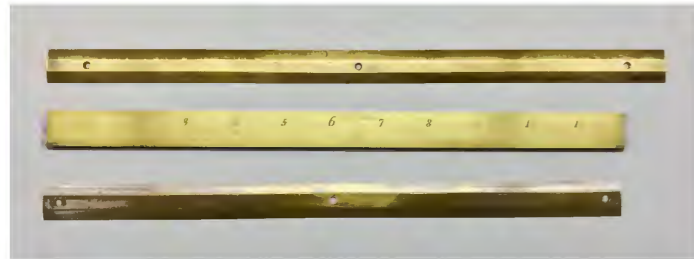
Werbebrochure für das aufsteckbare elektro-optische Distanzmessgerät DM500, 1975.

Impressum

Konzept und Kuratation: Laura Aellig, Stadtmuseum Aarau; Dominik Sauerländer, Historiker; Karlheinz Münch, Arbeitsgruppe Kern Recherche und Beratung; Karlheinz Münch Texte: Dominik Sauerländer Bauten: Edgar Koch, Stadtmuseum Aarau; Gestaltung Faltpapier: Les graphistes

Der lange Weg zum Meter

Zur Definition von Längenmassen dienten ursprünglich Körpermasse. Die Elle zum Beispiel wird als Länge des Armes vom Ellbogen bis zur Spitze des Mittelfingers definiert. Weitere Masseinheiten sind u. a. Schritt, Klafter, Fuss, Zoll oder inch. Diese Masse variieren regional und national. 1791 beschliesst die französische Nationalversammlung, ein neues Masssystem zu erarbeiten. 1793 wird in Frankreich der Meter als neue Normeinheit sowie das Dezimalsystem eingeführt. Die Länge eines Meters entspricht dem zehnmillionsten Teil der Streckenlänge vom Nordpol über Paris bis zum Äquator.



In der Sammlung Kern lagern zahlreiche Referenz-Fusslängen aus verschiedenen Exportländern. Von oben: Pariser und Rheinländer Fuss, Pariser Fuss, Rumänischer und Englischer Fuss, um 1850.

Die Industrialisierung und der damit verbundene internationale Handel erhöhen den Druck auf die überkommenen nationalen Einheiten. 1870 einigen sich 24 europäische Staaten auf die Übernahme des französischen Dezimalsystems. Bis dahin muss die Firma Kern Normmasse aller Staaten vorrätig haben, in die Geräte exportiert werden. Ab 1870 gilt der Pariser Ur-Meter als neues Norm-Mass. Ab 1983 entspricht ein Meter der Strecke, die Licht im Vakuum im 299.792.458sten Teil einer Sekunde zurücklegt.



500mm-Längennormal, Querschnitt des Urmeters von Paris um 1900.

Direkte Längenmessung

Technisch einfach sind direkte Längenmessungen mit Messband oder Messstangen. Diese Verfahren sind auch heute noch für kurze Entfernungen üblich, wenn keine hochpräzisen Angaben nötig sind. Bis ins frühe 20. Jahrhundert werden solche Messmittel auch für lange Strecken, zum Beispiel im Tunnelbau, verwendet. Sie sind jedoch für Präzisionsmessungen ungeeignet. Ein weiteres einfaches Messgerät ist das Messrad. Sein Umfang entspricht einer definierten Länge der verwendeten Masseinheit. Ein damit verbundenes Zählwerk zählt die Anzahl der Umdrehungen längs der Strecke.



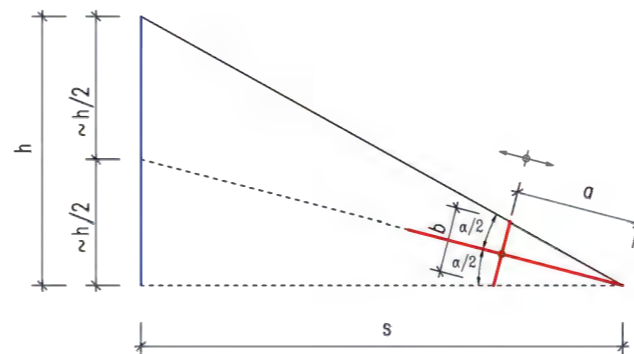
Messband aus Stahl, um 1904.

Genau gemessen werden kann hingegen mit Drähten aus Invar, einer Metalllegierung, die sich bei Wärme kaum ausdehnt und deshalb sehr stabil ist. Diese Eigenschaft nutzt das Institut für Strassenbau der ETH (ISETH) und entwickelt für Kern in den 1970er-Jahren das Distometer. Es misst Veränderungen über eine Zeitperiode an definierten Strecken, also wie stark sich z. B. Abstände in einem Tunnelgewölbe oder von Seitenwänden durch den Gebirgsdruck verändern.

Einfache Messgeräte und Verfahren

Seit dem 15. Jahrhundert verbreitet war der Jakobsstab. Bei diesem Gerät wird auf einem mit einer Teilung versehenen Lineal (Holzstab) ein symmetrischer Querstab (Läufer) verschoben. Die Enden eines in seinen Dimensionen bekannten Objektes (z. B. eines Turms) werden über die Enden des Läufers angezielt. Dabei wird der Läufer solange verschoben, bis das Objekt mit beiden Visuren gleichzeitig an seinen Enden erfasst ist. Die Position des Läufers auf dem Lineal gibt den Winkel zum Objekt oder das Verhältnis von a/b an. Die Entfernung s errechnet sich annäherungsweise dann wie folgt: $s = a/b * h$.

Ein einfaches Verfahren zur Abschätzung einer Entfernung ist der «Daumensprung». Die Breite, um die der Daumen auf dem beobachteten Objekt beim Augenwechsel «springt», beträgt ungefähr ein Zehntel der Entfernung. Genutzt wird dabei die Parallaxe der Visierrichtungen beider Augen über die Seitenkante eines am gestreckten Arm aufgestellten Daumens.



Ermittlung einer Entfernung mit dem Jakobsstab. Bild: wikipedia, petfflo2000

Optische Distanzmessung

Für die optische Distanzmessung verwendet man bis in die 1980er-Jahre Kippregel und Tachymeter. Diese Vermessungsgeräte besitzen eine gläserne Strichplatte mit Markierungen, dem sog. Fadenkreuz. Auf einer am Zielpunkt aufgestellten Messlatte lässt sich damit die Entfernung ablesen (Reichenbachsche Distanzmessung). Der Abstand der Fäden im Fernrohr und die Einteilung der Messlatte sind so aufeinander abgestimmt, dass die Anzahl der zwischen den Fäden liegenden Skalenteile auf der Latte multipliziert mit Hundert der Entfernung entspricht. Dies ergibt die Schrägentfernung. In der Vermessung wird aber die horizontale Distanz benötigt. Man kann die schräge Distanz rechnerisch mit dem Höhenwinkel auf die Horizontale reduzieren.

Die in den 1940er-Jahren von Kern entwickelten Tachymeter DK-R und DK-RT können diese Rechnung mechanisch durchführen. 1954 bringt Kern den DK-RV in den Verkauf, ein Tachymeter mit neuartigem Ablesesystem, mit dem man eine Strecke von beispielsweise 100 Metern bis auf 3 Zentimeter genau bestimmen kann.



Werbeplakat für den Reduktions-Tachymeter DK-RV.



Elektronische Distanzmessung

Ein elektronischer Distanzmesser benützt die Zeit, die ein Lichtsignal vom Instrument zum Reflektor und zurück benötigt. Den Lichtwellen wird ein periodisches Messsignal aufmoduliert. Aus den Lageunterschieden der Modulationswellen des reflektierten zum ausgesendeten Messsignal kann die Phasenverschiebung oder Phasendifferenz bestimmt und daraus die Entfernung des Reflektors genau berechnet werden. Dazu sind mehrere Messungen mit geänderter Wellenlänge notwendig. Die schiefe Distanz muss mit dem Höhenwinkel zum Reflektor noch auf die Horizontale reduziert werden.

Die elektronische Distanzmessung hat den Vorteil, dass sie auch auf grössere Entfernungen genaue Ergebnisse erzielt, weniger von Einflüssen des Beobachters abhängt und digitale Daten für die automatische Speicherung und Weiterverarbeitung liefert. Berücksichtigt werden müssen allerdings atmosphärische Daten wie Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit, da dadurch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen verändert wird. So wirkt sich z. B. eine Temperaturdifferenz von 1 Grad mit 1 Millimeter pro Kilometer aus.

1971 produziert Kern seinen ersten elektronischen Distanzmesser DM1000. Ab 1974 überrascht Kern die Vermessungswelt mit dem kleinen, auf Theodolite aufsteckbaren Entfernungsmesser DM500, eine Kombination, die die gleichzeitige Winkel- und Entfernungsmessung erlaubt. Der DM500 ist der Start einer Serie von über 10'000 Geräten.

Noch präzisere Messungen lassen sich mit dem ebenfalls in den frühen 1970er-Jahren eingeführten Mekometer 3000 durchführen.



Distanzmesser DM 500 (1974). Der damals kleinste, auf Theodolite aufsteckbare elektronische Entfernungsmesser (hier auf einem DKM2-A). Sende- und Empfangsoptik befinden sich hinter zwei getrennten Objektiven.

Distanzmesser DM1000 (1971). Der erste eigene elektronische Entfernungsmesser basierend auf dem Phasendifferenzverfahren für Distanzen bis etwa 1000 Meter. Sende- und Empfangsoptik befinden sich hinter einem gemeinsamen Objektiv.