

Klat, Harald

Der Theodolit. Ein Winkelmessinstrument als Fertigungsaufgabe für den Technikunterricht

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 3 (2023) 1, S. 38-49



Quellenangabe/ Reference:

Klat, Harald: Der Theodolit. Ein Winkelmessinstrument als Fertigungsaufgabe für den Technikunterricht - In: *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 3 (2023) 1, S. 38-49* - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-268155 - DOI: 10.25656/01:26815

<https://doi.org/10.25656/01:26815>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der

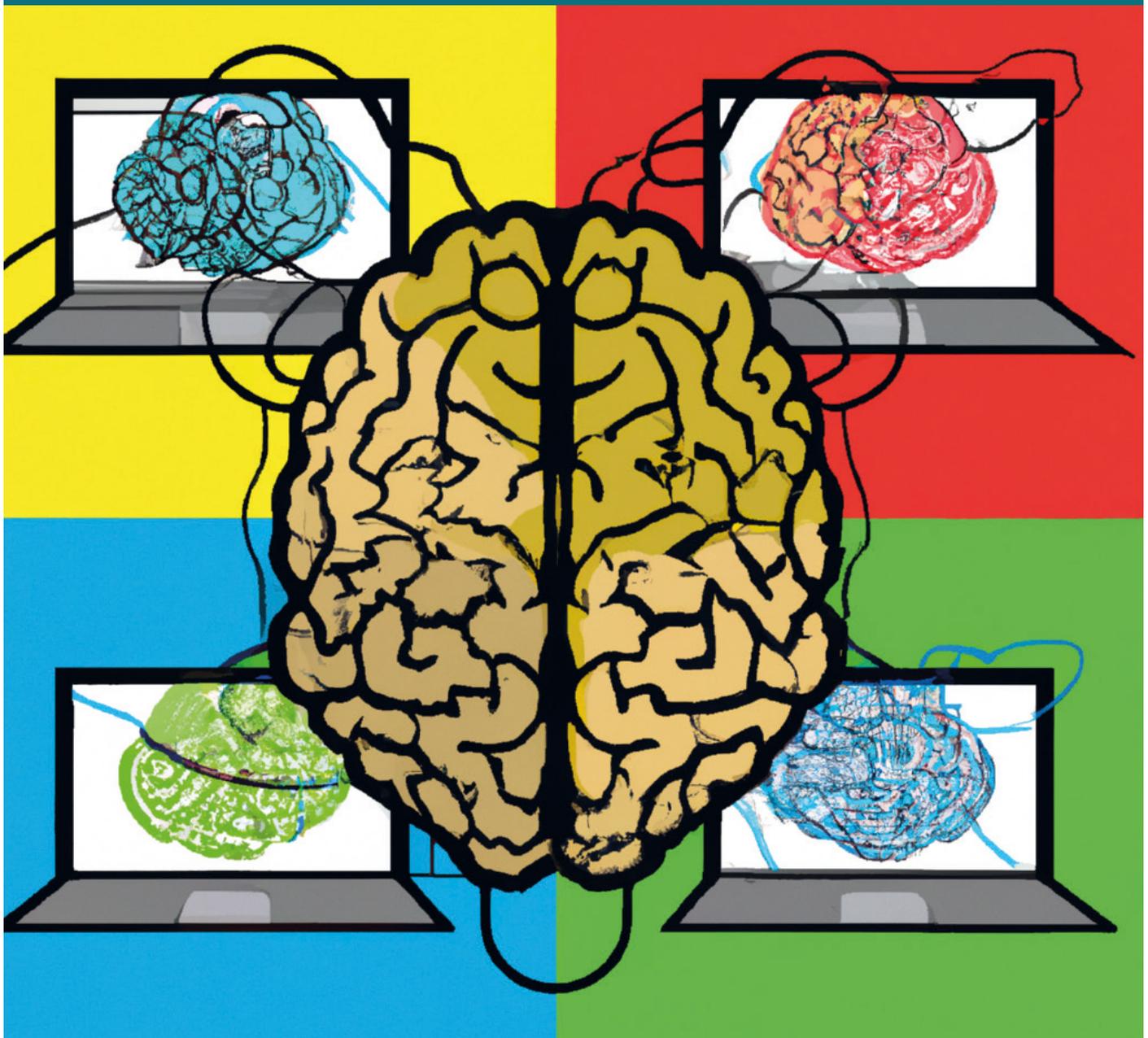

Leibniz-Gemeinschaft

technik – education

3. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

1 | 2023



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

<https://tec-edu.net/tedu>

HERAUSGEBER

Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dr. Dierk Suhr

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Nina Autenrieth
Daniel Beckenbauer
Alexandra Bitterer
Julie-Theresia Blumer
Timo Finkbeiner
Harald Klat
Hannes Helmut Nepper
Armin Ruch

Inhalt

Grußwort der Herausgeber 2

Unterrichtspraxis

H. H. Nepper & A. Ruch

ChatGPT 3

Unterrichtsforschung

T. Finkbeiner & A. Bitterer

Analyse einer Lernumgebung 11

Unterrichtspraxis

N. Autenrieth

Virtuelle Welten gestalten 18

Unterrichtspraxis

D. Beckenbauer

Der Seifenblasenautomat 24

Unterrichtspraxis

H. Klat

Der Theodolit 38

Ankündigungen

H.H. Nepper

Neue Fachliteratur 50

Unterrichtspraxis

J.-T. Blumer

Eine Aquaponikanlage 51

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweilige Vorschriftenlage anzupassen.

Titelfoto: Armin Ruch

ISSN: 2748-2022

Der Theodolit

Ein Winkelmessinstrument als Fertigungsaufgabe für den Technikunterricht

Harald Klat

SCHLAGWORTE

Fertigung
Mathematikunterricht
Erkundeunterricht
Fächerübergreifender Unterricht

ABSTRACT

Der vorliegende Beitrag beinhaltet den Fertigungsplan eines Messinstrumentes zur Bestimmung von Vertikal- und Horizontalwinkeln, dem sogenannten Theodolit. Werkzeug- und Maschineneinsatz sind dabei so gewählt, dass eine Umsetzung im Technikunterricht der Sekundarstufe möglich ist.

Einleitung

Ein Theodolit ist ein Messinstrument, mit dem es möglich ist, sowohl Horizontal- wie auch Vertikalwinkel zu messen (Grossmann, 1971). Mithilfe verschiedener Strategien können dabei jegliche Strecken vermessen werden. Typische Einsatzgebiete sind u.a. die Kartografie oder das Vermessen von Grundstücken (Jäger, 1957). Grundlegend für das Funktionsprinzip ist dabei ein mathematisches Verständnis der Trigonometrie:

- Variante 1: Die Verwendung des Tangens in einem rechtwinkligen Dreieck, um die Höhe h' von der Grundseite d zu berechnen
- Variante 2: Aus einem beliebigen Dreieck die Höhe h' berechnen

Variante 1

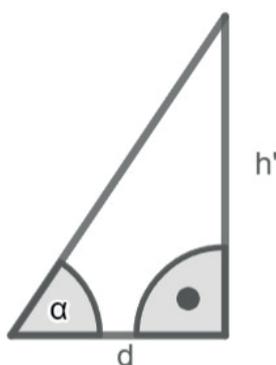


Abbildung 1: Tangens

$$\tan \alpha = \frac{h'}{d}$$

Durch Umstellen der Formel nach h' ergibt sich:

$$h' = d * \tan \alpha$$

Variante 2

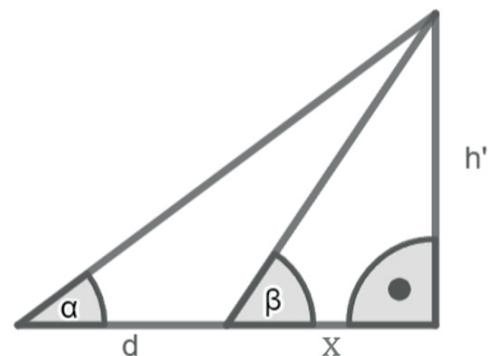


Abbildung 2: Mehrstufiger Einsatz des Tangens

$$(I) \tan \beta = \frac{h'}{x} \Rightarrow h' = x * \tan \beta$$

$$(II) \tan \alpha = \frac{h'}{d+x} \Rightarrow x = \frac{h'}{\tan \alpha} - d, \alpha < \beta$$

Durch Einsetzen von Gleichung (II) in (I) erhält man:

$$h' = \left(\frac{h'}{\tan \alpha} - d \right) * \tan \beta$$

$\tan \beta$ wird ausmultipliziert:

$$h' = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} h' - d * \tan \beta$$

Die Gleichung wird sortiert und h' wird ausgeklammert:

$$d * \tan \beta = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} h' - h' = \left(\frac{\tan \beta}{\tan \alpha} - 1 \right) * h'$$

Der untere Term wird zusammengefasst:

$$h' = \frac{d \cdot \tan \beta}{\left(\frac{\tan \beta}{\tan \alpha} - 1\right)} = \frac{d \cdot \tan \beta}{\frac{\tan \beta \cdot \tan \alpha}{\tan \alpha}}$$

Schließlich wird der Bruch im Bruch aufgelöst:

$$h' = \frac{d \cdot \tan \beta \cdot \tan \alpha}{\tan \beta - \tan \alpha}$$

Funktionsprinzip

Ist eine Strecke bekannt, die an dem gemessenen Winkel anliegt, kann eine Distanz, die im rechten Winkel (lotrecht) zur Strecke liegt, bestimmt werden. Dabei wird zwischen horizontalen (Höhe) und vertikalen (Entfernung) Strecken unterschieden. Höhen sind in der Regel bereits lotrecht, wodurch trigonometrische Gleichungen sofort angewandt werden können. Für Entfernungen müssen zusätzliche Zwischenschritte eingeleitet werden, um eine rechtwinklige Grundform zu konstruieren. Für die Höhenberechnung wird zwischen zwei Varianten unterschieden. Im ersten Fall ist der Abstand zum betrachteten Objekt gegeben. Im zweiten Fall ist der Abstand unbekannt.

Bestimmung einer Höhe

Die Erklärung wird zum besseren Verständnis anhand eines praktischen Beispiels vorgenommen: Es soll die Höhe h eines Turms bestimmt werden. Dazu wird ein Beobachtungspunkt mit einem festen Abstand d gewählt. Von diesem Punkt aus wird mit dem Theodolit der Winkel α gemessen. Von der Standposition wird das Fernrohr auf die Spitze des Turms gezielt. Am Vertikalkreis kann nun der Winkel α abgelesen werden. Mit dem Abstand d und dem Winkel α kann jetzt die Höhe h' mit der Formel aus Variante I berechnet werden. Kann der Abstand zu einem Objekt nicht bestimmt werden, wird ein zweiter Bezugspunkt eingesetzt, der auf einer Linie mit dem ersten Bezugspunkt und dem betrachteten Objekt liegt. Der Abstand der beiden Punkte wird bestimmt und die Winkel werden wie im vorangegangenen Fall für beide Bezugspunkte gemessen. Zum Auswerten der Daten wird Formel II aus Variante 2 angewandt. Da der Theodolit selbst eine Höhe m über dem Boden hat, muss dieser zu den berechneten Werten dazu addiert werden:

$$h = h' + m$$

Bestimmung einer Entfernung

Ist eine Messung der Entfernung nicht möglich, kann dies mit Hilfsstrecken und Trigonometrie berechnet werden. Soll die Entfernung zwischen einem Objektpunkt O und dem Beobachtungspunkt P bestimmt werden, wird ein Hilfspunkt H gewählt, sodass die Strecke d von P zu H bekannt ist und orthogonal zur Strecke h von P zu O liegt. Um die Orthogonalität zu gewährleisten, wird bei P das Fernrohr des Theodolits auf O gezielt und der Vertikalkreis wird geeicht. Nun wird der Oberbau des Theodolits um 90° gedreht. Durch das Fernrohr können nun alle möglichen Hilfspunkte betrachtet

werden, die eine orthogonale Strecke zu h bilden. Ist der Hilfspunkt H gewählt, wird von dort der Winkel $\angle PHO = \alpha$ gemessen. Mit der Strecke d , dem Winkel α und der Formel I kann die Entfernung h berechnet werden.

Es existiert noch eine Vielzahl anderer Möglichkeiten mit dem Theodolit Strecken zu bestimmen. Beispielsweise kann eine Nivellierlatte eingesetzt werden oder es kann mit aufwendigeren Methoden die Distanz zweier beliebiger Punkte bestimmt werden (Jäger, 1957). Für diese Unterrichtseinheit würde dies den zeitlichen Rahmen überschreiten und wird hier nicht weiter behandelt.

Fertigungsplan

Im Folgenden wird zunächst die Material- und Werkzeugliste vorgestellt.

Anzahl	Material	Maß in mm
1	MDF-Platte	10
1	Plexiglasplatte	2
1	Edelstahlrohr	300, $\varnothing 18$, $\varnothing 15$
1	Vierkantaluminiumstange	5 x 7
1	Holzplatte	24
Schrauben:		
1	Flachkopf	M2 x 10
2	Flachkopf	M3 x 8
3	Sechskant	M6 x 25
Muttern:		
1	Sechskant	M2
2	Sechskant	M3
3	Flügel	M6
Unterlegscheiben:		
1	Unterlegscheibe	2 x 3 x 1
1	Unterlegscheibe	6,4 x 20 x 1
2	Unterlegscheibe	6 x 12 x 1,5
2	Tellerfeder	12,5 x 6,2 x 0,7; 2
1	360°-Skala	
1	90°-Skala	

Tabelle 1: Materialliste

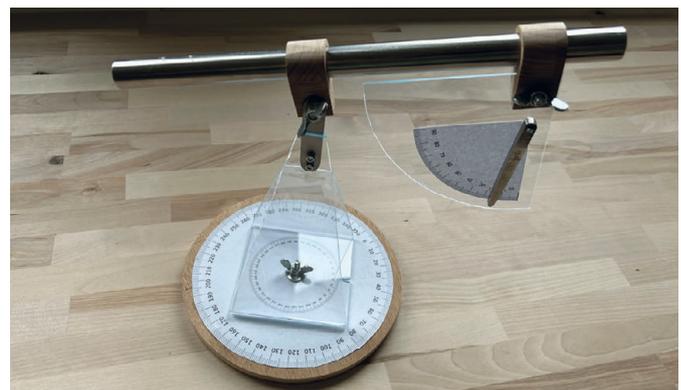


Abbildung 3: Das fertige Werkstück

Werkzeuge und Maschinen
Standbohrer
Forstnerbohrer 18mm
Holzbohrer 6mm
Metallbohrer 2/3/6mm
Kunststoffbiegegerät
Bandsäge
Metallsäge
Kunststoffsäge
Fuchsschwanzsäge
Feinsäge
Dekupiersäge
Laubsäge
Stecheisen
Holzhammer
Metallfeile
Schleifpapier
Allzweckkleber
Anreißnadel
Körner
Zirkel

Tabelle 2: Werkzeuge und Maschinen

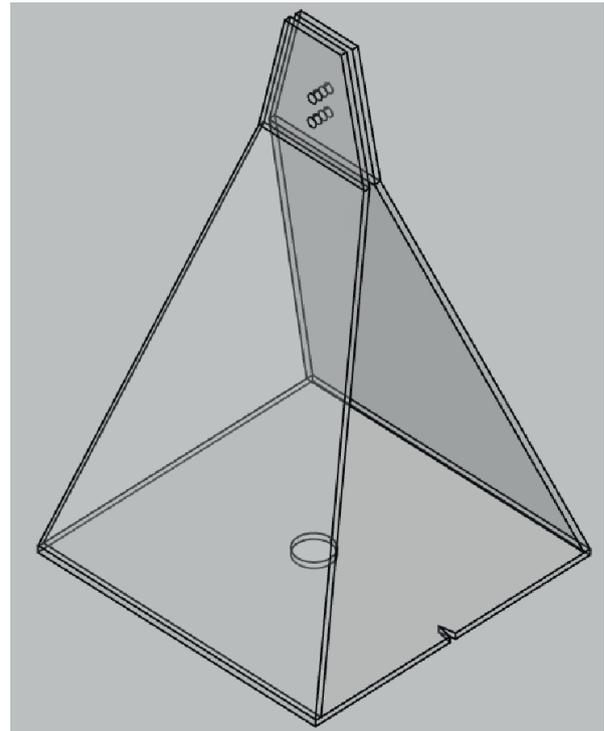


Abbildung 4: Isometrische Darstellung der Fernrohrstütze

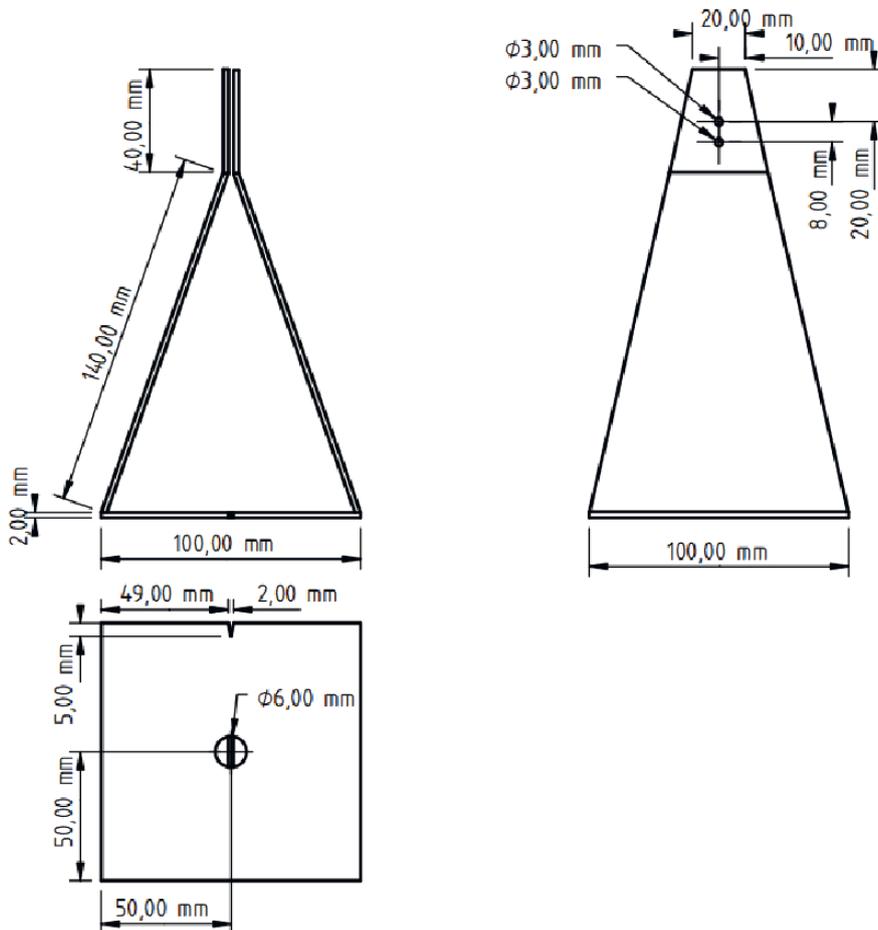
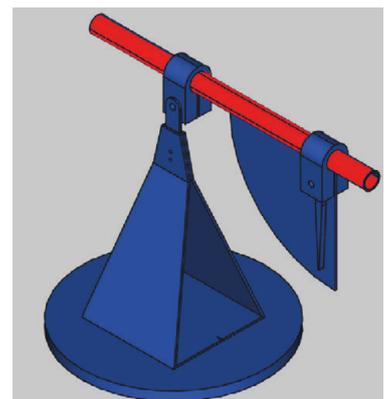


Abbildung 5: Dreitafelprojektion der Fernrohrstütze



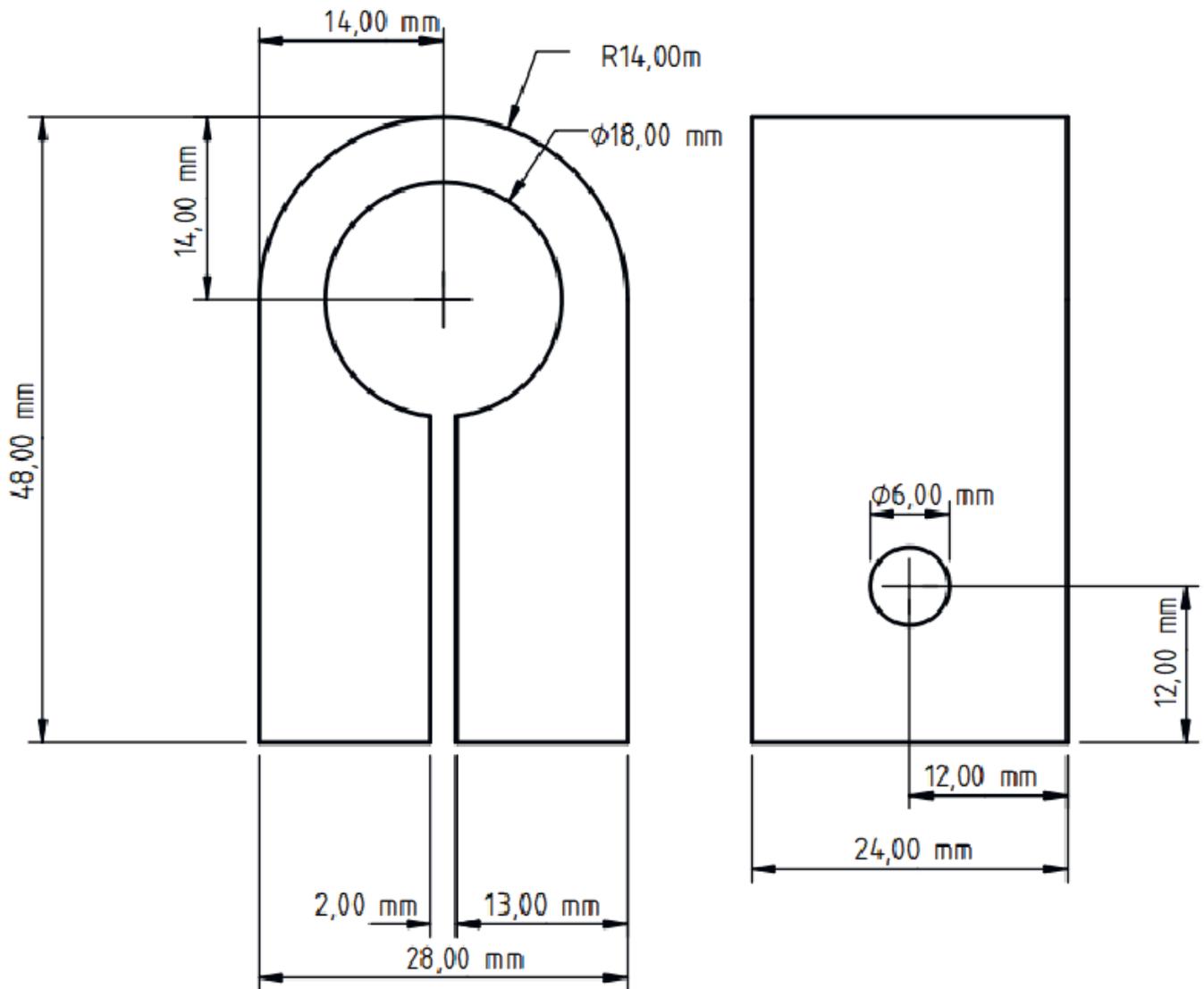


Abbildung 6: Zweifafelprojektion der Rohrhalterung

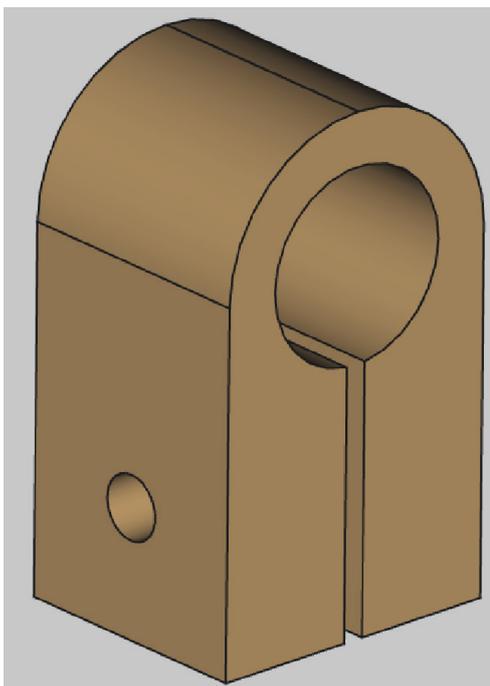
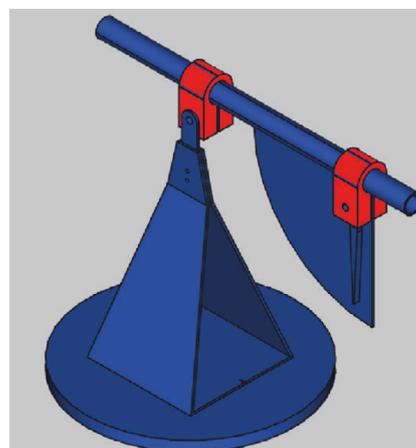


Abbildung 7: Isometrische Darstellung der Rohrhalterung



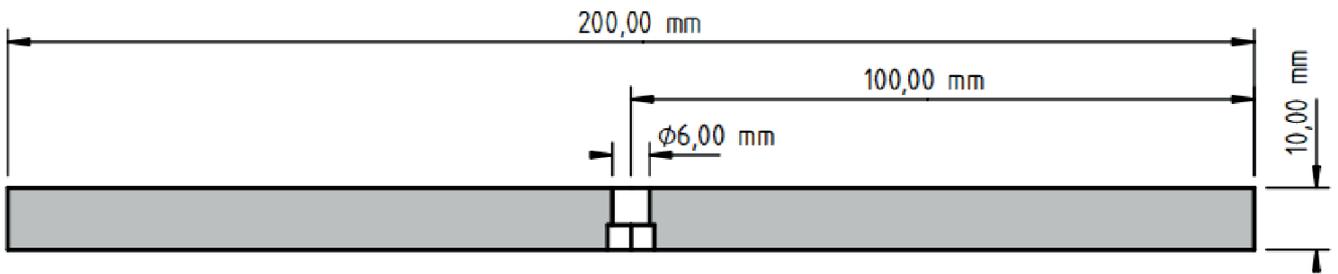


Abbildung 8: Längsschnitt durch die Grundplatte

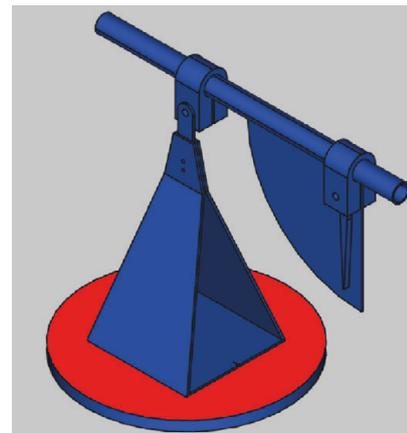
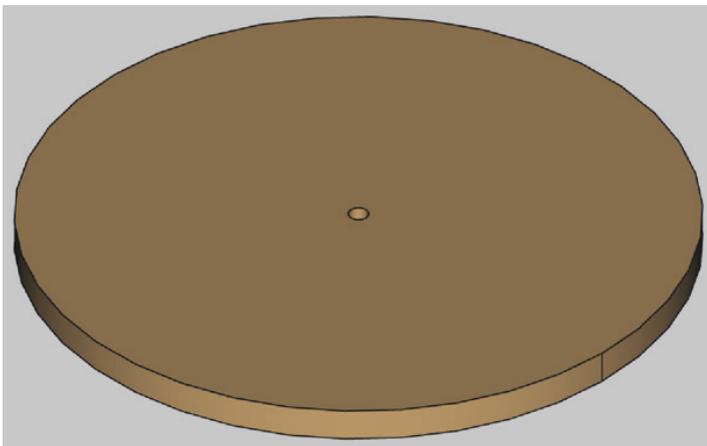


Abbildung 9: Isometrische Darstellung der Grundplatte

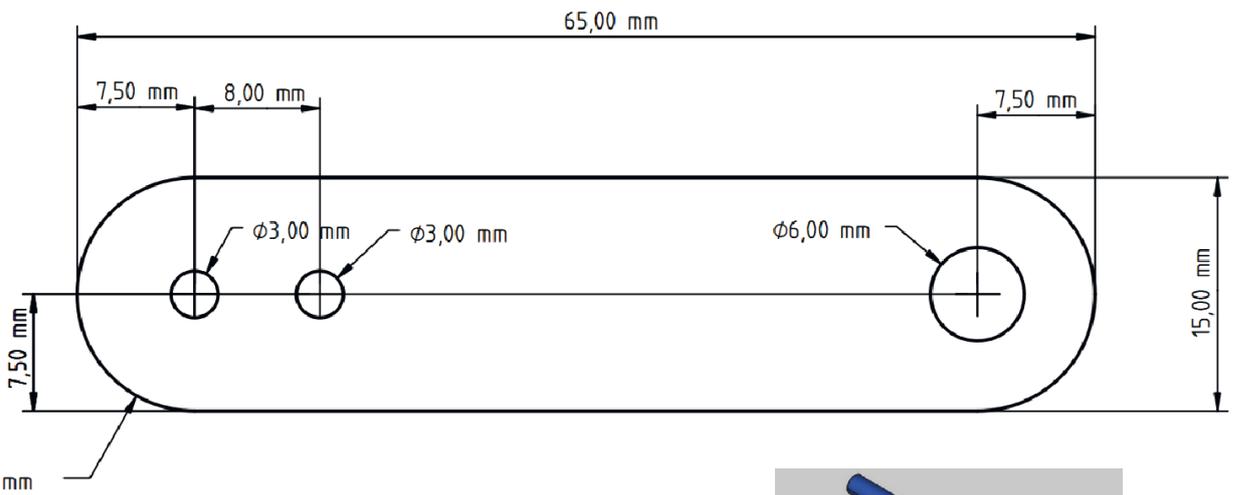


Abbildung 10: Draufsicht auf das Verbindungsstück

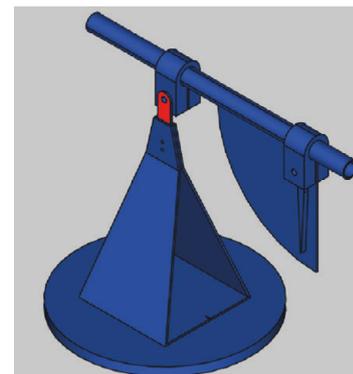


Abbildung 11: Isometrische Darstellung des Verbindungsstücks

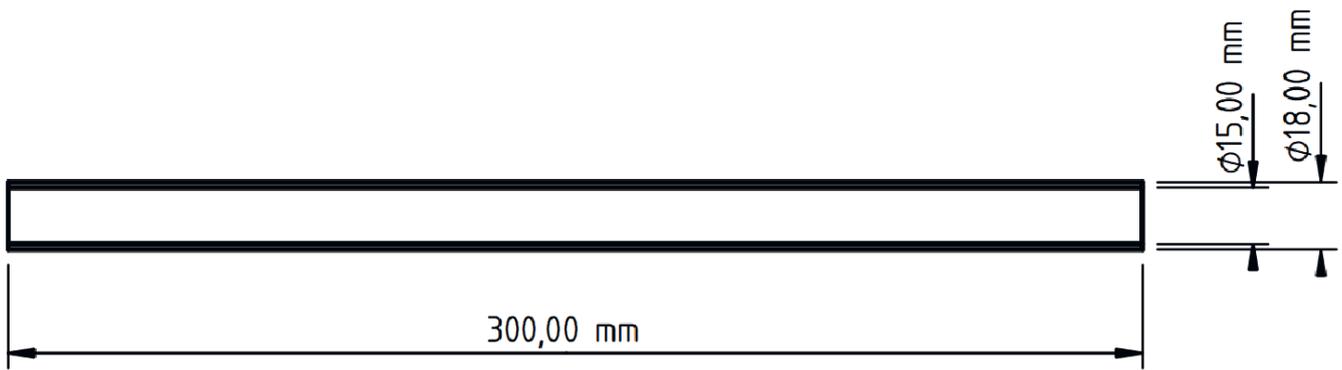


Abbildung 12: Querschnitt des Fernrohrs

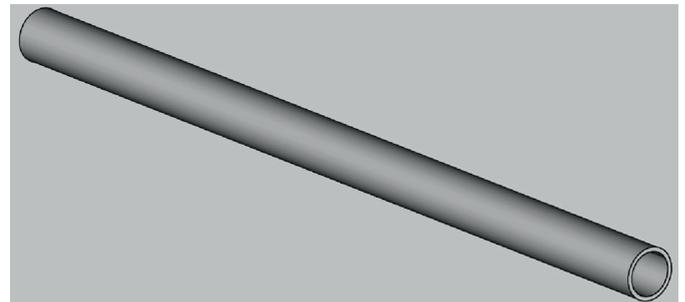
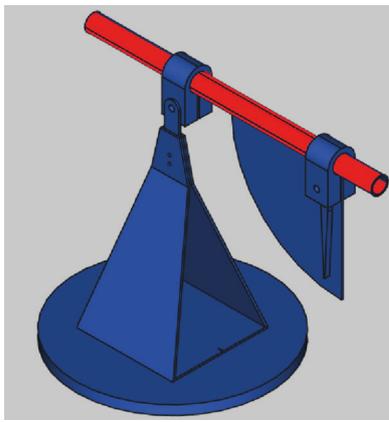


Abbildung 13: Isometrische Darstellung des Fernrohrs

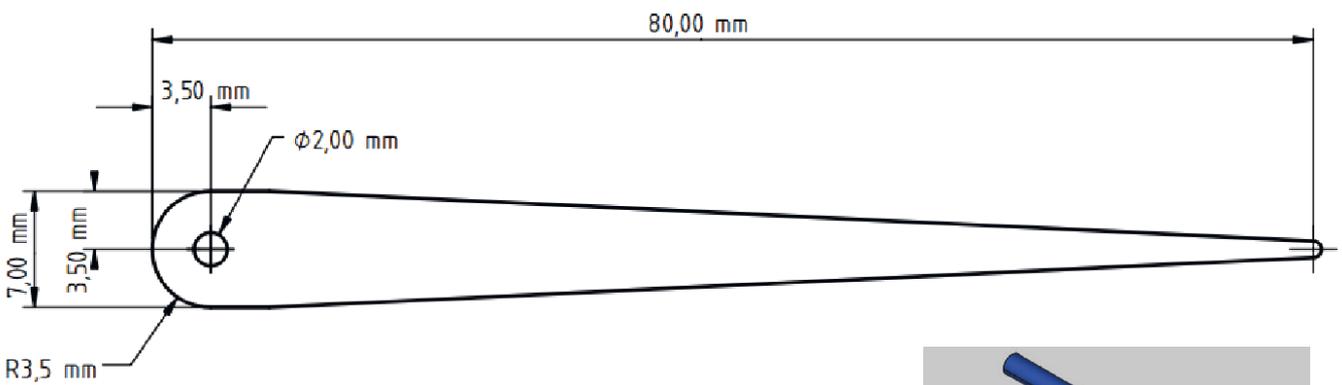
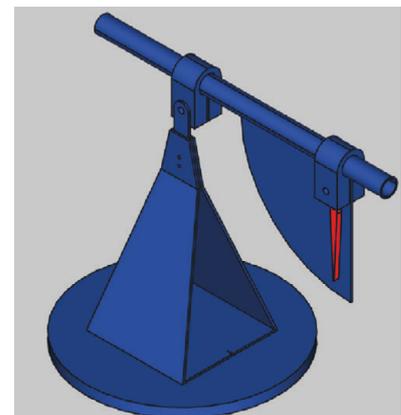


Abbildung 14: Querschnitt der Anzeigenadel



Abbildung 15: Isometrische Darstellung der Anzeigenadel



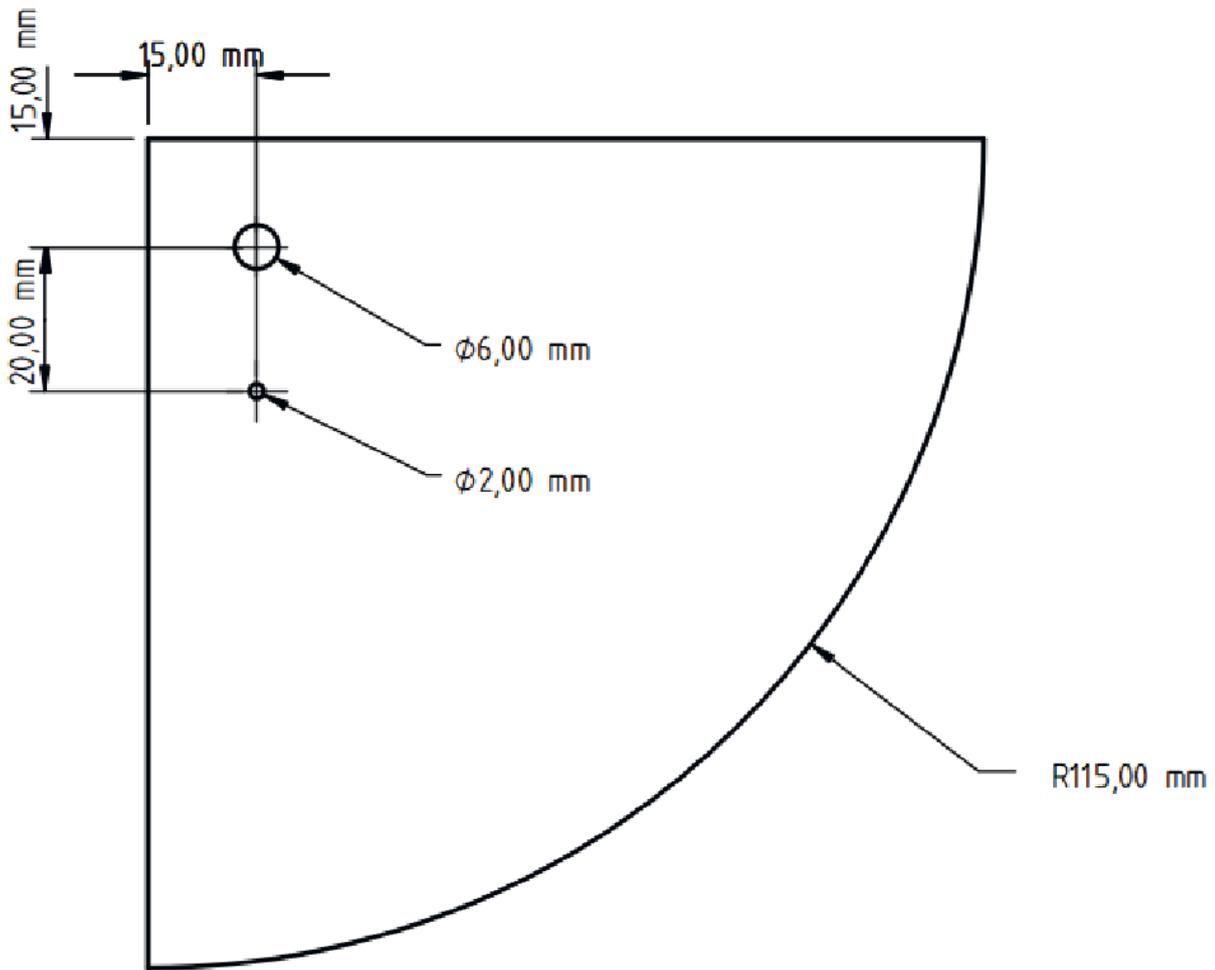


Abbildung 16: Querschnitt des Höhenkreises

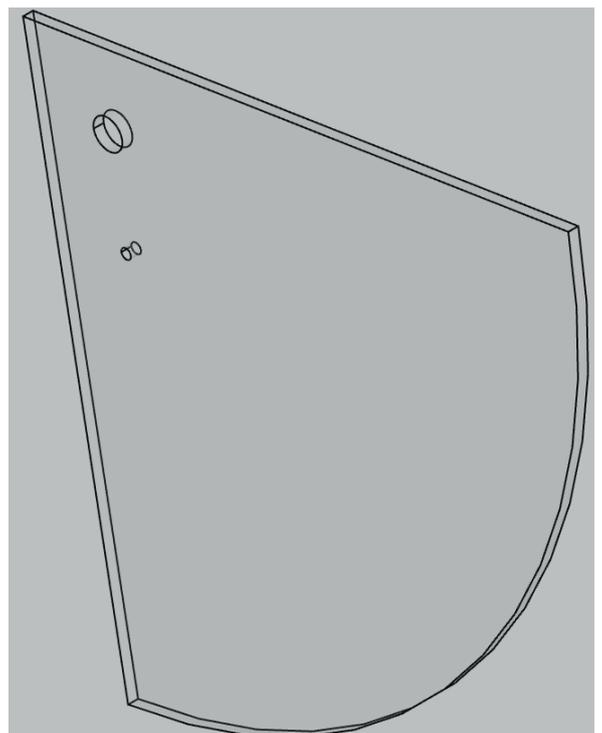
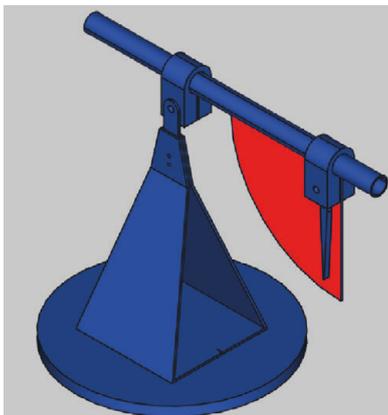


Abbildung 17: Isometrische Darstellung des Höhenkreises

	Beschreibung	Vorgang	Materialien	Werkzeuge	Prozess	Abmessungen in mm
Horizontalkreis						
1.	Grundplatte aussägen	Sägen	MDF-Platte	feine Bandsäge, Zirkel	Einen Kreis mit einem Zirkel anzeichnen und entlang der Linie sägen.	Ø 200
2.	Grundplatte bohren	Bohren	MDF-Platte	Standbohrer, 6mm Holzbohrer	Die Mitte der Kreisplatte ermitteln und dort ein Loch bohren.	Ø 6
3.	Vertiefung für den Schraubenkopf stemmen	Stemmen	MDF-Platte	Stecheisen, Holzhammer	Um das Loch wird eine sechseckige Vertiefung gestemmt, sodass der Schraubenkopf passgenau eingesetzt werden kann.	
4.	Skala bekleben	Kleben	Grundplatte, 360°-Skala	Allzweckkleber	Die Skala wird mittig auf die Grundplatte geklebt.	
Fernrohr						
5.	Fernrohr zusägen	Sägen	Metallrohr	Metallsäge	Das Rohr wird in einen Drehstock eingespannt und zugesägt.	Länge 300
Rohrhalterung (2mal)						
6.	Rohrhalterung zusägen	Sägen	Holzplatte	Fuchsschwanzsäge	Aus der Holzplatte werden zwei Klötze ausgesägt.	28 x 48
7.	Rohrhalterung bohren	Bohren	Rohrhalterung	Standbohrer, 18mm Forstnerbohrer,	Mit dem Forstnerbohrer wird die Seite mit den Maßen 28 x 48 mm gebohrt, sodass der Lochmittelpunkt von drei Seiten denselben Abstand d hat.	Ø 18, d=14
8.	Rohrhalterung bohren	Bohren	Rohrhalterung	Standbohrer, 6mm Holzbohrer	Mit dem Holzbohrer wird die Seite mit den Maßen 24 x 48 mm gebohrt, sodass der Lochmittelpunkt von drei Seiten denselben Abstand d hat und nicht das andere Loch durchstößt.	Ø 6, d=12mm
9.	Vertiefung für den Schraubenkopf stemmen	Stemmen	Rohrhalterung	Stecheisen, Holzhammer	Um das Loch wird eine sechseckige Vertiefung gestemmt, sodass der Schraubenkopf passgenau eingesetzt werden kann.	
10.	Rohrhalterung sägen	Sägen	Rohrhalterung	Feinsäge	In die Halterung wird mittig und senkrecht zur kleineren Bohrung ein Spalt bis zur größeren Bohrung gesägt.	
Fernrohrstütze						
11.	Fernrohrstütze sägen	Sägen	Plexiglasplatte	Dekupiersäge	Das Plexiglas wird wie in der Skizze ausgesägt.	
12.	Fernrohrstütze bohren	Bohren	Plexiglasausschnitt	Standbohrer, 3mm Metallbohrer	Das Plexiglas wird wie in der Skizze gebohrt.	Ø 3, Ø 6
13.	Fernrohrstütze biegen	Biegen	Plexiglasausschnitt	Kunststoffbieegerät	Das Plexiglas an den Biegestellen erwärmen und so biegen, sodass die beiden Enden aufeinander liegen und vom Rest des Bauteils wegzeigen.	
Höhenkreis						
14.	Höhenkreis sägen	Sägen	Plexiglasplatte	Dekupiersäge	Das Plexiglas zu einem Viertelkreis zusägen.	r=115
15.	Höhenkreis bohren	Bohren	Plexiglasausschnitt	Standbohrer, 2mm Metallbohrer, 6mm Metallbohrer	In die Ecke des Ausschnitts ein Loch bohren, wobei der Mittelpunkt von beiden Seiten denselben Abstand d1 hat. Parallel zur Kante ein kleineres Loch mit einem Abstand d2 bohren.	Ø 6, Ø 2, d ₁ =15, d ₂ =20
16.	Höhenkreis kleben	Kleben	Vertikalskala, 90°-Skala	Allzweckkleber, Schleifpapier	Die 90°-Skala wird auf den Plexiglasausschnitt geklebt, sodass die Ecke der Skala auf der klei- nen Bohrung liegt und die geraden Kanten parallel zueinander liegen. Davor wird die Klebefläche mit grobem Schleifpapier aufgeraut.	

	Beschreibung	Vorgang	Materialien	Werkzeuge	Prozess	Abmessungen in mm
Verbindungsstück						
17.	Verbindungsstück herstellen	Sägen, Feilen	Aluminiumplatte	Metallsäge, Metallfeile, Körner, Anreißnadel	Das Verbindungsstück wie in der Skizze auf die Platte anzeichnen und Bohrlochpositionen mit dem Körner markieren. Zunächst das Stück rechteckig aussägen und anschließend die Ecken mit einer Metallfeile abrunden.	15 x 65
18.	Verbindungsstück bohren	Bohren	Aluminiumausschnitt	Standbohrer, 3mm Metallbohrer, 6mm Metallbohrer	Das Verbindungsstück wie in der Skizze bohren.	Ø 3, Ø 6
Anzeigenadel						
19.	Anzeigenadel sägen	Sägen	Aluminiumstange	Metallsäge	Mit der Metallsäge wird die Stange zugesägt.	5 x 7 x 80
20.	Anzeigenadel bohren	Bohren	Aluminiumstange	Standbohrmaschine, 2mm Metallbohrer	Die Bohrung in die Seite mit den Maßen 7 x 80 mm bohren, sodass die Bohrung von drei Seiten denselben Abstand hat.	Ø 2
21.	Anzeigenadel formen	Feilen	Aluminiumstange	Feile	Die Anzeigenadel so feilen, dass die Ecken abgerundet sind und die Seite gegenüber dem Bohrloch schmaler wird.	

Tabelle 3: Schritt-für-Schritt-Anleitung

Schritt	Beschreibung
1.	Das Verbindungsstück wird mit zwei M3-Schrauben und M3-Muttern zwischen die Enden der Fernrohrstütze befestigt, sodass die herausstehende Seite herausragt.
2.	Eine Fernrohrhalterung (I) wird mit einer M6-Schraube, einer Tellerfeder und einer Flügelmutter an das Verbindungsstück befestigt.
3.	Die Höhenskala wird in den Spalt der anderen Fernrohrhalterung (II) eingesetzt, so dass die Bohrlöcher übereinander liegen und die Bohrungen sich in einer Linie befinden.
4.	Mit einer M6-Schraube, einer Tellerfeder und einer Flügelmutter wird, die eben genannte Konstruktion befestigt. Dabei soll die Flügelmutter nicht festgezogen sein.
5.	Die Anzeigenadel wird mit dem Höhenkreis und einer dazwischenliegenden Unterlegschraube durch eine M2-Flachkopfschraube und eine M2-Mutter befestigt.
6.	Die Fernrohrstütze wird mit dem Horizontalkreis mit einer M6-Schraube und einer Unterlegscheibe befestigt.
7.	Das Fernrohr wird in beide Fernrohrhalterungen eingeführt, sodass sich der Vertikalkreis dazwischen befindet.
8.	Die Kante des Vertikalkreises wird parallel zum Fernrohr ausgerichtet und die Flügelmutter der Fernrohrhalterung (II) wird festgezogen.
9.	Fernrohrhalterung (I) wird an das Verbindungsstück befestigt.

Tabelle 4: Montageanleitung

Umsetzung im Technikunterricht

Im Folgenden wird ein Vorschlag für die Stundenplanung präsentiert

Erste Doppelstunde

Erste Doppelstunde				
Phase & Zeit	Lehrhandlung	Lernhandlung	Methodisch-Didaktischer Kommentar	Material, Sozialform, Medien
Begrüßung 1'	Gegenseitige Begrüßung und Vorstellung der Unterrichtseinheit.		Aktivieren	Plenum
Eröffnungsphase 10'	<p>Die Lehrkraft stellt die Problemstellung vor: „Wie wurden damals große Distanzen oder Höhen vermessen, ohne die Hilfe von Computern?“</p> <p>Die Lehrkraft stellt die Aufgabe vor. Die SuS sollen in Partnerarbeit ein Artefakt erstellen, welches die Funktion hat, Vertikal- und Horizontalwinkel zu messen. Dabei kann das Material frei gewählt werden.</p> <p>Differenzierung: SuS im E-Niveau sollen zusätzlich einen Weg finden, das Artefakt an ein Stativ zu befestigen und/oder eine Dosenlibelle einbauen.</p>	<p>SuS versuchen die Frage zu lösen.</p> <p>Die SuS nehmen die Aufgabe an und erkennen, dass dies eine Konstruktionsaufgabe ist. Der Aufbau dieses Aufgabentyps wird von den SuS genannt.</p> <p>Es können Fragen gestellt werden.</p>	Die SuS werden motiviert und Vorwissen über den Ablauf einer Konstruktionsphase wird genannt.	Plenum
Analytische Phase 15'	<p>Die Lehrkraft fragt die SuS, welche Elemente das Artefakt beinhalten muss, um einen Theodolit zu fertigen.</p> <p>Die Lehrkraft fordert die SuS auf, einen Partner zu suchen und sich erste Überlegungen über einen möglichen Aufbau und Materialien zu machen.</p>	<p>Die SuS erkennen, dass bestimmte Bauteile benötigt werden.</p> <p>Die SuS suchen sich einen Partner und sammeln Ideen, das Instrument zu realisieren. Es werden Teilaufgaben und Abläufe entwickelt.</p>	Die SuS werden dazu angeregt Lösungsmöglichkeiten zu entwerfen und abzuwägen.	Partnerarbeit
Beratungsphase 10'	<p>Die Lehrkraft teilt das Arbeitsblatt aus und erteilt den Arbeitsauftrag die erste Aufgabe zu bearbeiten.</p> <p>Die Lehrkraft motiviert die SuS. Bei Nachfrage kann Hilfe gegeben werden.</p>	<p>Die SuS nehmen die Aufgabe an und bearbeiten Aufgabe 1 des Arbeitsblatts.</p> <p>Die SuS besprechen sich untereinander, um mögliche Schwierigkeiten oder aufkommende Probleme zu lösen.</p>	<p>Die erste Aufgabe des ersten Arbeitsblatts dient der Festigung des Wissens über den Aufbau des Theodolits.</p> <p>Die Lehrkraft nimmt eine passive Rolle ein. Dabei hat sie die Möglichkeit die SuS-Leistungen zu analysieren und zu bewerten.</p>	Partnerarbeit, Arbeitsblatt
Entwurfsphase 20'	Die Lehrkraft unterstützt und motiviert.	Die SuS erstellen Skizzen und korrigieren diese gegenseitig.	Festigung und Anwendung von Fähigkeiten und Kenntnissen	Partnerarbeit
Konsultationsphase 10'	Die Lehrkraft überprüft die Skizzen der SuS und deckt mögliche Komplikationen auf. SuS werden zum selbstständigen Handeln angeregt.	Die SuS präsentieren die Skizzen der Lehrkraft und/oder anderen Mitschüler*innen. Die Skizzen werden ggf. selbstständig verbessert.	kooperative Arbeit	Partnerarbeit
Realisierungsphase 19'	Die Lehrkraft nimmt eine unterstützende und motivierende Rolle ein.	Die SuS erstellen Konstruktionsunterlagen.	Festigung und Anwendung von Fähigkeiten und Kenntnissen	Partnerarbeit
Ergebnissicherung, Aufräumen 4'	Die Lehrkraft erkundigt sich über den Stand der SuS und fordert zum Aufräumen auf.	Die SuS berichten über den Stand der Aufgabe und räumen auf.	Ergebnisse und Fortschritte werden anerkannt	Plenum
Abschied 1'	Gegenseitige Verabschiedung.		Plenum	

Zweite Doppelstunde

Zweite Doppelstunde				
Phase & Zeit	Lehrhandlung	Lernhandlung	Methodisch-Didaktischer Kommentar	Material, Sozialform, Medien
Begrüßung 1'	Gegenseitige Begrüßung		Aktivieren	Plenum
Eröffnung 5'	Die Lehrkraft erkundigt sich über den Stand der Konstruktionsunterlagen und leitet die Fertigungsaufgabe ein.	Die SuS berichten über den Stand der Aufgabe. Ggf. werden Konstruktionsaufgaben fertiggestellt.	Rückfragen werden geklärt	Plenum, Partnerarbeit
Fertigung 78'	Die Lehrkraft motiviert SuS bei der Fertigung. Die Lehrkraft geht auf Fragen ein, aber regt zur selbstständigen oder kooperativen Lösung an.	Die SuS beginnen mit der Fertigung und nutzen die selbststangelegten Konstruktionsunterlagen. Die SuS unterstützen sich gegenseitig.	Festigung und Anwendung von Kenntnissen. Ganzheitliches Handeln Kooperative Arbeit	Partnerarbeit, Werkzeuge, Maschinen
Ergebnissicherung 5'	Die Lehrkraft erkundigt sich über den Stand der Aufgabe.	Die SuS berichten über Stand der Aufgabe.	Ergebnisse und Fortschritte werden anerkannt	Plenum
Abschied 1'	Gegenseitige Verabschiedung.		Plenum	

Dritte Doppelstunde				
Phase & Zeit	Lehrhandlung	Lernhandlung	Methodisch-Didaktischer Kommentar	Material, Sozialform, Medien
Begrüßung 1'	Gegenseitige Begrüßung		Aktivieren	Plenum
Eröffnung 5'	Die Lehrkraft bittet eine/n Schüler*in die Aufgabenstellung zu nennen und erkundigt sich über den Stand der Fertigung.	Die SuS berichten über den Stand der Fertigung.	Aufgabenstellung wird aufgefrischt	Plenum
Fertigung 68'	Die Lehrkraft motiviert SuS bei der Fertigung. Die Lehrkraft geht auf Fragen ein, aber regt zur selbstständigen oder kooperativen Lösung an.	Die SuS führen die Fertigungsaufgabe fort. Die SuS unterstützen sich gegenseitig.	Ganzheitliches Handeln	Partnerarbeit, Kooperative Arbeit, Werkzeuge, Maschinen
Auswertung 15'	Die Lehrkraft fordert die SuS dazu auf, ihr Artefakt vorzustellen und zu bewerten.	Die SuS stellen ihr Artefakt vor. Dabei findet eine selbstständige Bewertung statt.	Eigenständige Bewertung nach Maßgenauigkeit, Funktionstüchtigkeit, Form, Quantität und Qualität.	Plenum
Abschied 1'	Gegenseitige Verabschiedung.			Plenum

Dritte Doppelstunde

Vierte Doppelstunde				
Phase & Zeit	Lehrhandlung	Lernhandlung	Methodisch-Didaktischer Kommentar	Material, Sozialform, Medien
Begrüßung 1'	Gegenseitige Begrüßung		Aktivieren	Plenum
Einführung 3'	Die Lehrkraft erklärt das Vorhaben der Stunde und teilt mit, dass ein*e Vermessungstechniker*in eingeladen wurde.	Die SuS hören aktiv zu.	Motivation	Plenum
Eröffnung 5'	Die Lehrkraft erkundigt sich über den Stand der Fertigung.	Die SuS berichten über den Stand der Aufgabe	Rückfragen werden geklärt.	Plenum
Vorbereitung 10'	Die Lehrkraft erklärt den Aufbau des Experiments und demonstriert die Aufnahme der Messwerte. Die Lehrkraft demonstriert die Auswertung der Daten.	Die SuS hören aktiv zu.	Die SuS erlernen die Durchführung des Experiments.	Plenum
Übung 20'	Die Lehrkraft fordert die SuS auf, das Arbeitsblatt rauszuholen und Aufgabe 2 zu bearbeiten.	Die SuS bearbeiten Aufgabe 2 des Arbeitsblatts.	Die SuS üben die Datenauswertung.	Partnerarbeit, Übungsblatt
Besuch 10'	Der/die Vermessungstechniker*in stellt sich vor und erzählt vom Beruf und beantwortet Fragen.	Die SuS hören aktiv zu und stellen Fragen.	Die SuS erhalten einen Einblick in die Arbeitswelt.	
Durchführung 25'	Die Lehrkraft animiert die Beteiligten sich an einen Ort auf dem Schulgelände zu begeben. Die Lehrkraft lässt die SuS das Experiment durchführen. Die/Der Experte*in erstellt analog zu den SuS mit einem professionellen Messinstrument Vergleichswerte.	Die SuS suchen sich einen Ort auf dem Schulgelände aus und nehmen ihren Theodolit mit. Die SuS suchen sich eigenständig ein Objekt aus und erheben Messwerte. Die SuS können die/den Vermessungstechniker*in beobachten und Fragen stellen.	Die SuS werden aktiviert. Die räumliche Änderung ist motivierend. Die SuS können uneingeschränkt und selbstständig das Experiment durchführen. Die SuS sammeln Realerfahrung.	Maßband, Theodolit, Klemmbrett
Auswertung 15'	Die Lehrkraft lässt die SuS die Daten auswerten und unterstützt bei Schwierigkeiten oder bei Fragen.	Die SuS werten die Messwerte wie in der Übung aus.	Die SuS sammeln Realerfahrungen.	
Abschied 1'	Gegenseitige Verabschiedung.			

Fazit

Zusammenfassend scheint die Fertigung eines Theodolits im Technikunterricht viel Potenzial zu haben. Die Problemstellung aus der Vergangenheit, die sich bis in die Neuzeit zieht und aktuell bleibt, das Land zu bemessen, wird von den Lernenden mit Hilfe eines Theodolits gelöst. In der Unterrichtseinheit können die Schülerinnen und Schüler Lösungsansätze entwickeln und verwirklichen. Dabei festigen sie problemlösende Verfahren und Handlungen und können ihre Fertigkeiten und Kenntnisse weiterentwickeln. Nebenbei bauen sie fächerübergreifende Fähigkeiten, wie das Nutzen von Formeln, Auswerten von Daten und Durchführen von Experimenten, aus. Dabei erhalten sie u.a. auch Einblicke in die Arbeitswelt.

Autoreninformation

Harald Klat

studiert an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd Lehramt für die Sekundarstufe 1 (B.A.).



Literatur

- Grossmann, W. (1971). Vermessungskunde (Bd. 2, Elfte). Berlin: Walter de Gruyter und Co.
- Jäger, R. (1957). Der Theodolit im Unterricht. Braunschweig: Friedr. Viewig & Sohn.

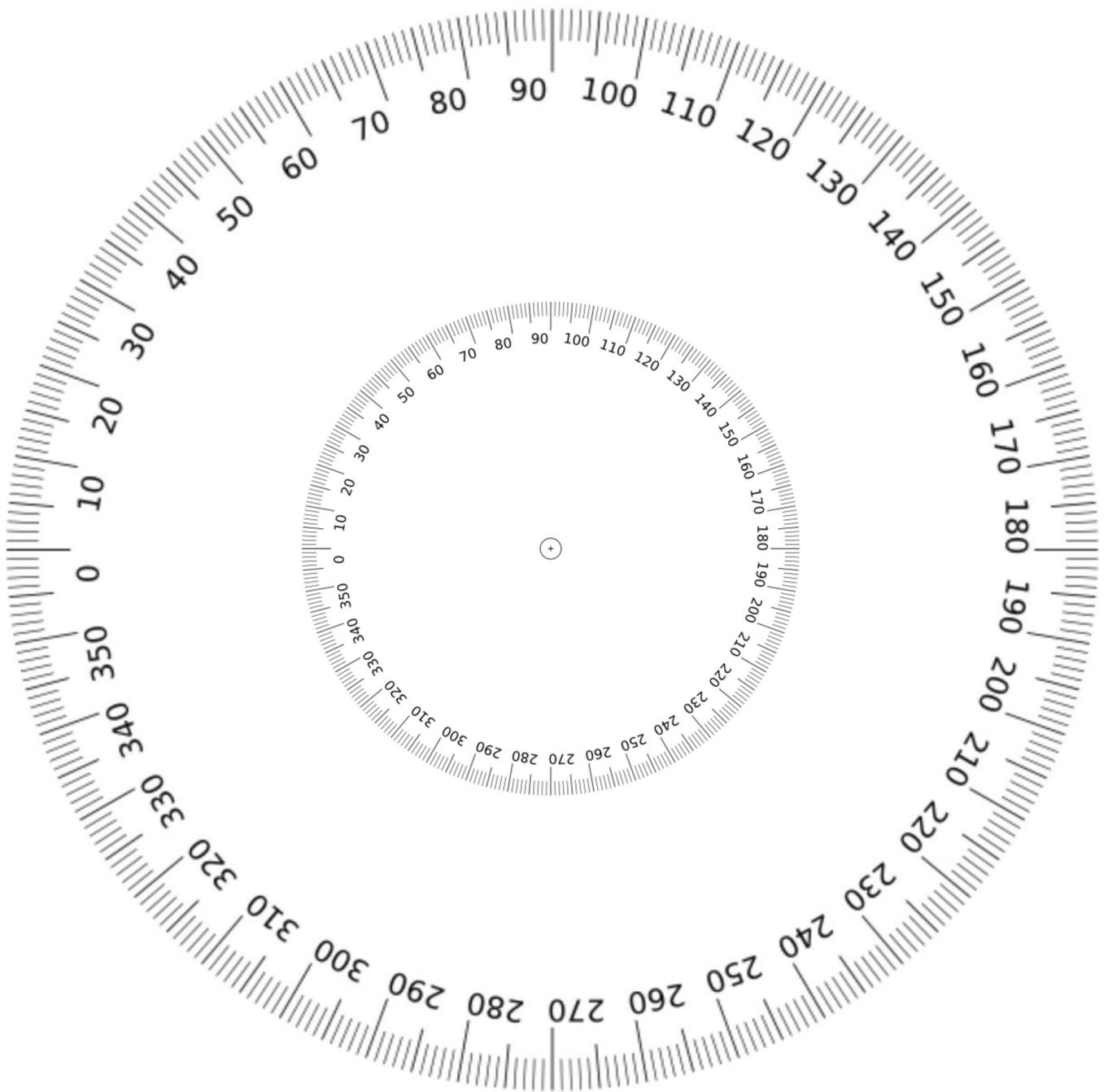


Abbildung 18: Druckvorlage für die Skala