



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: G 01 B 7/02  
A 63 C 19/10  
A 63 C 5/06



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

627 836

⑳ Gesuchsnummer: 3172/78

⑦③ Inhaber:  
Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport,  
Leipzig (DD)

㉔ Anmeldungsdatum: 22.03.1978

③① Priorität(en): 25.03.1977 DD 198073

⑦② Erfinder:  
Kurt Huss, Klingenthal (DD)  
Peter Woitas, Markkleeberg (DD)  
Reinhardt Reimer, Leipzig (DD)  
Rudolf Frenzel, Berlin (DD)

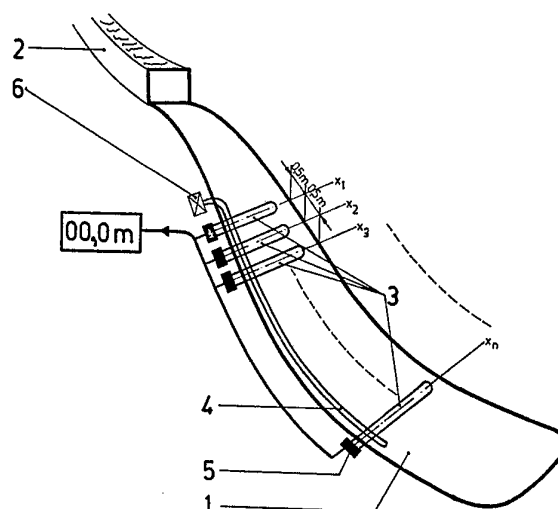
㉔ Patent erteilt: 29.01.1982

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 29.01.1982

⑦④ Vertreter:  
Bovard & Cie., Bern

⑤④ Anordnung zur automatischen Weitenmessung bei Skisprung.

⑤⑦ Ein auf dem Ski angebrachter Dauermagnet induziert Signale in über dem Aufsprungbereich verlegten Messinduktionsschleifen (3), die verstärkt und in einer Zentraleinheit ausgewertet werden. Eine Kontrollinduktionsschleife (4) dient der Überprüfung der Anordnung und der Optimierung der Verstärkungsgrade der einzelnen Messinduktionsschleifenverstärker (5). Die Anordnung ist für alle Skisprungsschanzen einsetzbar.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur automatischen Weitenmessung bei Skisprung mit Dauermagnet und Messinduktionsschleife (3), gekennzeichnet durch einen zur Anordnung auf einem Sprungski vorgesehenen Dauermagneten und zur Anordnung auf einem Aufsprunghang etwa im rechten Winkel zur Flugrichtung des Springers unter der Schneeoberfläche oder einem Mattenbelag bestimmte Messinduktionsschleifen (3) mit zugehörigen Messinduktionsschleifenverstärkern (5), die mit einer Zentraleinheit verbunden sind, wobei die Messinduktionsschleifenverstärker (5) ausgepegelt sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine zur Anordnung im rechten Winkel zu den Messinduktionsschleifen (3) auf dem Schnee oder dem Mattenbelag bestimmte Kontrollinduktionsschleife (4), die zur Auspegelung der Messinduktionsschleifenverstärker (5) dient.

3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrollinduktionsschleife (4) zur Anordnung am Rande eines Aufsprunghanges einer Sprungschanzenanlage bestimmt ist.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur automatischen Weitenmessung bei Skisprung mit Dauermagnet und Messinduktionsschleife. Die Anordnung ist für alle Skisprungschanzen anwendbar.

Die beim Skisprung gesprungene Weite ist die Entfernung von der vorderen Kante des Schanzentisches (Absprungort) bis zum Aufsprungort. Letzterer wurde bisher an allen Schanzen visuell ermittelt, d. h. von Kampfrichtern geschätzt, die an einer Seite des Aufsprunghanges postiert sind. Ihr Abstand zueinander muss laut Reglement so bemessen sein, dass jeder Kampfrichter einen Bereich von 3 m erfassen kann.

Die Weite wird zu dem Zeitpunkt gemessen, zu dem beide Ski den Schnee oder die Matte vollständig berühren. Anvisiert wird dabei die Skibindung oder bei Telemark-Aufsprung die Mitte zwischen beiden Skibindungen. Bei dieser visuellen Bestimmung treten Messfehler bis zu 4 m auf. Wesentliche Ursachen dafür liegen in folgenden Tatsachen begründet:

– Da die Landegeschwindigkeit der Skispringer etwa 100 km/h beträgt, kann das menschliche Auge aufgrund seiner Trägheit den genauen Aufsprungort nicht exakt ermitteln.

– Die beim Springen oft unterschiedlichen Licht- und Wetterverhältnisse beeinträchtigen eine reale Erfassung des Aufsprungortes.

– Die Kampfrichter können die Skispringer absichtlich begünstigen oder benachteiligen.

Nachteilig wirkt sich ferner aus, dass für die visuelle Ermittlung der gesprungenen Weiten ein hoher personeller Aufwand erforderlich ist. Das hat zur Folge, dass im Training die gesprungenen Weiten in der Regel noch ungenauer ermittelt werden, da oft nur wenige Kampfrichter zur Verfügung stehen.

Neben der bis jetzt üblichen visuellen Methode sind einige Verfahren bekannt geworden, die darauf orientiert sind, die Weitenmessung im Skisprung mit höherer Genauigkeit und frei von Subjektivität durchführen zu können. Dazu gehören:

- Strahlenschrannenmethoden
- Ultraschall-Entfernungsmesssysteme (Echolotprinzip)
- Laser-Schrannen-Messsystem mit Impulsaufnahme durch Induktionsschleife
- Laser-Infrarot-Messsystem mit Vielfachsensoren entlang der Aufsprungbahn
- Direktes induktives Mäander-System mit Einfach-Signalgebern
- Radar-ESM-System (ESM = Elektronische Skisprungweitenmessanlage)

Diese Verfahren sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

Strahlenschrannenmethode:

Bei dieser Methode sind entlang der Aufsprungbahn in bestimmten Abständen Strahlenschrannen (auf optischem oder akustischem Prinzip) mit einer Strahlrichtung rechtwinklig zur Sprungrichtung und in sehr geringer Höhe angebracht, die vom Springer beim Landen durchbrochen werden. Die ermittelte Weite ist stark abhängig von der Landehaltung des Springers. Umwelteinflüsse wirken sich sehr nachteilig auf die Zuverlässigkeit aus (Schneefall, Nebel, Gegenlicht, Vereisung, Störschall). Der Wartungsaufwand ist sehr gross.

Ultraschall-Entfernungsmesssystem (Echolot-Prinzip):

Der Aufsprungzeitpunkt wird durch einen Geber signalisiert.

Daraufhin wird die Entfernungsmessung ausgelöst. Ein praktischer Anwendungsfall ist nicht bekannt. Als nachteilig kann die Dämpfung der Ultraschallwellen bei Schneefall und Nebel angesehen werden. Windgeräusche können stören. Störschall stellt die Funktion völlig in Frage. Die Reflexionseigenschaften der Sportbekleidung können sehr unterschiedlich sein. Jeder Springer muss einen Signalgeber für die Signalisierung des Aufsprungzeitpunktes mit sich führen.

Laser-Schrannen-Messsystem mit Impulsaufnahme durch Induktionsschleife (Falun/Schweden 1974):

Entlang der Aufsprungbahn sind in definierten Abständen Laser-Infrarot-Schrannen mit einer Strahlrichtung rechtwinklig zur Sprungrichtung und in sehr geringer Höhe über der Schneefläche installiert, die vom Springer bei der Landung durchbrochen werden. Ein elektromagnetischer Signalimpuls, durch einen geeigneten Geber beim Aufschlagen eines Skis erzeugt, wird in einer, den gesamten Aufsprungbereich umfassenden, Induktionsschleife empfangen und startet einen Zeitmesser. Die Zeit, die bis zum Durchbrechen der nächsten Laser-Schrannen vergeht, wird registriert. Daraufhin wird auch die Zeit ermittelt, die bis zum Durchbrechen einer weiteren Laser-Schrannen vergeht. Da der Abstand der Laser-Schrannen bekannt ist, kann unter der Voraussetzung, dass die Geschwindigkeit sich nicht verändert und die Körperhaltung beibehalten wird, der Aufsprungort rechnerisch ermittelt werden. Nachteilig sind die Fehlereinflüsse durch Änderung der Geschwindigkeit und der Körperhaltung sowie die Wartung und das Nach- und Einjustieren der Laser-Schrannen bei unterschiedlichen Schneehöhen. Ein weiterer grosser Nachteil liegt auch bei diesem Verfahren in der Notwendigkeit, dass jeder Springer einen aufwendigen Signalgeber mit sich führen muss. Beabsichtigte Störungen von aussen sind leicht möglich.

Laser-Infrarot-Messsystem mit Vielfachsensoren entlang der Aufsprungbahn:

Am Schuh des Springers ist ein Infrarot-Laser-Sender angebracht, der im Augenblick des Aufsprunges einen Impuls von etwa  $3 \cdot 10^{-6}$  s Länge nach einer Seite hin rechtwinklig zur Sprungrichtung aussendet. Dieser Strahl gelangt zu den seitlich an der Aufsprungbahn in etwa 1 m Höhe angebrachten und längs der Bahn verlaufenden Sensorschienen und beeinflusst dort – je nach seiner Strahlbreite – eine Reihe von Infrarot-Sensoren. Eine elektronische Schaltung stellt danach die Mitte des betroffenen Bereiches fest und gibt die Sprungweite an.

Auch diesem System haftet eine Reihe von Nachteilen an:

- Nachjustieren der Sensorschienen bei Änderungen der Schneehöhe
- Die Sensorschienen sind der Witterung voll ausgesetzt
- Auf dem Ski oder Schuh muss ein kleines Gerät angebracht werden, das den Laser-Impuls erzeugt. Bei jedem Springer sind Kabelverbindungen zwischen Batterieteil, Auslösekontakt und Laser-Impuls-Sender notwendig.

Direktes induktives Mäander-System mit Einfach-Signalgeber:

Dieses Verfahren ist auf Schanzen noch nicht erprobt wor-

den. Ein Kontakt am Schuh schaltet eine Induktivität zum Zeitpunkt des Aufsprunges kurz. Am Aufsprunghang wird eine mäanderförmig quer zur Bahn hin- und herlaufende Kabelschleife verlegt und mit etwa 70 Hz gespeist. Zwischen zwei nebeneinander verlaufenden Leitern befinden sich in der Mitte einfache Leiterdrähte, die im nicht gestörten Zustand stromlos sind. Wird das Gleichgewicht beim Aufsprung durch das Einschalten der Induktivität gestört, baut sich in den Mittelteilern ein Signal auf. Eine elektronische Schaltung ermittelt dann den Aufsprungort. Problematisch erscheint, eine so grosse Anzahl von Messleitern (Mitteldraht) über längere Zeit bei allen möglichen Umwelteinflüssen stromlos zu halten. Ein Kontakt und eine Spule sind vom Springer mitzuführen.

Das Radar-ESM-System:

Das Radar-ESM-System verwendet zur genauen Bestimmung des Aufsprungzeitpunktes einen Signalgeber, einen Druckschalter und einen Radarreflektor als Ausrüstung am Springer. Zwei CW-Radargeräte messen im unteren Bereich der Schanze die Entfernung. Sie sind rechts und links der Flugbahn etwa 10 m hoch in der Höhe des Schanzentisches installiert. Ein weiteres Radargerät, direkt am Schanzentisch montiert, misst die Weite im oberen Bereich.

Als Hauptnachteile sind anzuführen:

- die aufwendige Ausrüstung jedes Springers
- die hohen Kosten
- der hohe Wartungsaufwand der Springerausrüstungen.

Die Informationen zu diesen Verfahren stammen aus der Broschüre:

K. Kreiselmeier, M. Bolkart, K. H. Schmall, Elektronische Sprungweitenmessung, Voraussetzung – Stand – Ausblick, Verlag W. Steinbrück Baden-Baden (1976).

Den oben beschriebenen Varianten der automatischen Weitenmessung haften zusammenfassend folgende Nachteile an:

– Der Springer führt am Ski oder an sich selbst eine Ausrüstung mit, die ein relativ grosses Gewicht hat, die zu warten ist und den Sportler behindert.

– Die Verfahren zeigen mehr oder weniger starke Störanfälligkeit gegenüber Umwelteinflüssen und Manipulationen von aussen.

– Die Anlagen sind in der Anschaffung kostenaufwendig.

Der Gegenstand der Erfindung ist es, eine Anordnung zur automatischen Weitenmessung im Skisprung zu schaffen, welche funktionstüchtig, nahezu wartungsfrei, frei von Subjektivität, unempfindlich für Umwelteinflüsse und preisgünstig ist.

Die vorgeschlagene Anordnung zeigt ein völlig neues Herangehen an die zu lösende Aufgabe. Bisherigen Varianten lag die Tatsache zu Grunde, dass sich der Skispringer in einem extrem flachen Winkel der Ebene des Aufsprunghanges nähert. Zur Bestimmung des Aufsprungortes war es daher notwendig, im Moment des Aufsprunges ein zeitlich begrenztes Signal zu erzeugen, welches von einem Empfänger aufgenommen und in geeigneter Weise ausgewertet wurde. Die erforderlichen Signalstärken bedingten zu gewichtige, vom Springer mitzuführende Geber. Die Bestrebungen gingen demzufolge dahin, die Empfindlichkeit der Empfangsanlagen zu erhöhen oder neue, günstigere Übertragungsprinzipien zu finden. Dabei wurde nicht erkannt, dass sich unter Ausnutzung der Besonderheiten der Skiflugtechnik völlig neue Möglichkeiten für Anordnungen zur automatischen Weitenmessung bei Skisprung ergeben. Die vorgeschlagene Anordnung beruht darauf, dass die gesamte Fläche des Aufsprungbereiches der Sprungschancenanlage mit an sich bekannten Messinduktionsschleifen (Empfangsantenne) belegt wird. Diese werden unter dem Schnee oder dem Mattenbelag zweckmässigerweise im Abstand von 0,5 m rechtwinklig zur im Normalfall vorgesehenen Flugrichtung des Skispringers verlegt. Jeder Messinduktionsschleife ist ein geeigneter Signalverstärker nachgeschaltet. Auf dem Sprungski wird vor der Skibindung ein bereits bekannter, kleiner, stabförmig ausgebildeter Dauermagnet angebracht. Der Sportler bestimmt den Ski, auf dem der Dauermagnet befestigt werden soll. Mit Beendigung des Landevorganges des Skispringers ist der Abstand des auf dem Ski angebrachten Dauermagneten zu den Messinduktionsschleifen so gering geworden, dass in diesen jeweils ein elektrisches Signal induziert wird. Diese Signale werden über die dazugehörigen Verstärker durch Signalleitungen einer Zentraleinheit zugeführt. Die Verstärker sind in unmittelbarer Nähe der Ausgänge der Messinduktionsschleifen angebracht. In der Zentraleinheit steht jedem Signal ein Speicherplatz zur Verfügung. Eine logische elektronische Schaltung ermittelt durch Abfragen der Speicher den Speicherplatz, dem zuerst ein Signal zugeführt wurde. Jeder Messinduktionsschleife und somit jedem Speicherplatz ist eine bestimmte Weite, ausgehend von der Absprungkante des Schanzentisches, zugeordnet. Da die Messinduktionsschleifen in einem Raster von 0,5 m ausgelegt sind, kann auf 0,5 m genau gemessen werden. Die so ermittelte Sprungweite lässt sich sofort durch Ziffernanzeigeinheiten anzeigen und mit Hilfe von geeigneten Druckern ausdrucken. Das beschriebene Verfahren ist bis zu einer maximalen Schneehöhe von 0,8 m anwendbar.

Unterschiedliche Schneehöhen machen es erforderlich, dass sich der Verstärkungsgrad der Messinduktionsschleifenverstärker variieren bzw. optimal einstellen lässt. Damit wird u. a. verhindert, dass in mehreren Messinduktionsschleifen zur gleichen Zeit Signale induziert werden. Analysen der Aufsprungtechnik ergaben, dass der Springer zunächst mit der hinteren Skikante aufsetzt, und danach erst mit der Spitze, was eine hohe Relativgeschwindigkeit der Skispitze zur Folge hat. Es ist deshalb anzustreben, dass der Dauermagnet möglichst weit vor der Bindung auf dem Sprungski angebracht wird, da sich auf diese Weise der Abstand zwischen Dauermagnet und Messinduktionsschleifen unmittelbar vor dem Beenden der Flugphase schneller verringern kann. Die geringe Masse des Dauermagneten von ca. 12 g wirkt sich diesbezüglich nicht nachteilig aus.

Der optimalen Einstellung (manuell oder automatisch) des Verstärkungsgrades der Messinduktionsschleifenverstärker und der Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des grössten Teils der Weitenmessanlage dient eine Kontrollinduktionsschleife (Sendeantenne). Diese befindet sich am Rande des Aufsprunghanges der Sprungschancenanlage auf dem Schnee oder dem Mattenbelag etwa rechtwinklig zu den Messinduktionsschleifen. Sie wird mit elektrischen Signalen gespeist, die ihrerseits in den Messinduktionsschleifen Signale induzieren, welche den durch die Dauermagnete hervorgerufenen Signale ähnlich sind. Während des Kontrollvorganges wird die Verstärkung so lange in definierten Schritten verändert, bis die verstärkten Signale der Messinduktionsschleifen einer Norm-Amplitude entsprechen. Die so ermittelten Verstärkungsgrade werden bis zur nächsten Überprüfung beibehalten.

Als Vorteile der beschriebenen Erfindung sind zu nennen:

- einfacher Aufbau der gesamten Weitenmessanlage
- hohe Messgenauigkeit bei der Bestimmung der gesprungenen Weiten

- Zuverlässigkeit im Betrieb
- geringer Wartungsaufwand
- geringe Störanfälligkeit gegen Umwelteinflüsse und Manipulationen von aussen

- geringes Gewicht der Vorrichtung am Springer
- relativ niedrige Anschaffungs- und Installationskosten.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Hierzu wird in Fig. 1 der Aufsprungbereich einer Sprungschanze mit automatischer Weitenmessanordnung und in Fig. 2 der Sprungski mit darauf befestigtem Dauermagnet sowie ein Dauermagnet im Detail dargestellt.

Fig. 1 zeigt Aufsprunghang 1 und Schanzentisch 2 einer Sprungschanze. Im Aufsprungbereich sind an den Stellen  $x_1, x_2, \dots, x_n$  die Messinduktionsschleifen 3 ausgelegt, die über

Messinduktionsschleifenverstärker 5 mit einer Zentraleinheit, bestehend aus Logik, Drucker und Anzeige, verbunden sind. Die über einen Leistungsverstärker 6 gespeiste Kontrollinduktionsschleife 4 überdeckt sämtliche Messinduktionsschleifen.

Die Messinduktionsschleifen bestehen aus einer Windung, die sich über die ganze notwendige Aufsprungbreite erstreckt. Hin- und Rückleitung verlaufen parallel und besitzen einen Abstand von 0,20 m. Die Schleifen werden quer zur Aufsprungbahn mit der Schleifenebene parallel zur Schneeoberfläche ausgelegt. Zweckmässigerweise bestehen die Messinduktionsschleifen aus isolierter Litze ausreichender mechanischer Festigkeit. Um Unfallgefahren vorzubeugen, ist es erforderlich, die Messinduktionsschleifen bei Mattenspringen unter den Mattenbelägen zu verlegen, bei Schneespringen unter dem Schnee bzw. falls ein Netz vorhanden ist, sie in dessen Massen zu befestigen. Die Verlegung der Messinduktionsschleifen muss auf jeden Fall so erfolgen, dass der Skispringer nicht zusätzlichen Gefahren ausgesetzt wird.

Es ist darauf zu achten, dass die Hin- und Rückleitungen der Messinduktionsschleifen stets den jeweils entsprechenden Verstärkereingängen zugeordnet sind. Die Signalleitungen von den Messinduktionsschleifen zu den Verstärkern, wie auch die von den Verstärkern zur Zentraleinheit, sind abgeschirmte Leitungen.

Der Verstärker besitzt einen symmetrischen Eingang. Er zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe Gleichtaktunterdrückung
- Durchlassbereich von 20 Hz . . . 40 Hz
- 50 Hz-Sperrfilter
- automatische optimale Verstärkungseinstellung im Bereich  $1 \cdot 10^3 \dots 150 \cdot 10^3$
- Schwellwertschalter

Die Signale der einzelnen Messstellen werden über Standard-

Interface-Eingangsschaltungen den Speichern der Zentraleinheit zugeführt. Von dort werden sie parallel in ein Schieberegister übernommen und anschliessend seriell ausgegeben. Die Anzahl der Schiebetakte, die nötig sind, um den ersten besetzten Speicherplatz an den Ausgang zu schieben, ist ein Mass für die gesprungene Weite. Es werden die entsprechenden Schiebetakte in einem Zähler gezählt, welcher mit einer Zahl voreingestellt ist, die mit der ersten mit Messinduktionsschleifen besetzten Weite identisch ist.

Da der Dauermagnet vor der Skibindung angebracht ist, muss das Sprungweitenergebnis noch um diesen Abstand elektronisch verringert werden. Danach wird das Ergebnis in einer Ziffernanzeigeeinheit dargestellt und mit Hilfe eines Druckers ausgedruckt.

Die Kontrollinduktionsschleife besteht ebenfalls aus einer Windung und ist mit isolierter Litze ausgeführt. Sie wird mit Hilfe eines Kunststoffolienbandes auf einem konstanten Abstand von 0,20 m gehalten. Sie ist im unbenutzten Zustand wegen ihrer notwendigen Länge (über alle Messinduktionsschleifen hinweg) auf einer Trommel aufgewickelt. Die Kontrollinduktionsschleife wird vor dem Sprunglauf zur Überprüfung der Weitemessanlage und zur Optimierung der Verstärkungsgrade der Messinduktionsschleifenverstärker auf dem Schnee oder der Matte ausgerollt. Sie wird aus einem Generator mit einer sinusförmigen Spannung im Frequenzbereich von 20 Hz . . . 40 Hz bei einem Strom von ca. 3 A gespeist.

In Fig. 2 wird die Anordnung des Dauermagneten auf dem Ski dargestellt. Es wird vorgeschlagen, den Dauermagneten mit Hilfe einer Flanschhülse oder einer Gummiummantelung aufzukleben oder aufzuschrauben. Der Dauermagnet hat mit Hülse ein Gewicht von ca. 12 g und die Abmessungen von 8 mm  $\varnothing$   $\times$  15 mm. Die magnetische Polarität muss bei der Montage stets die gleiche Richtung haben.

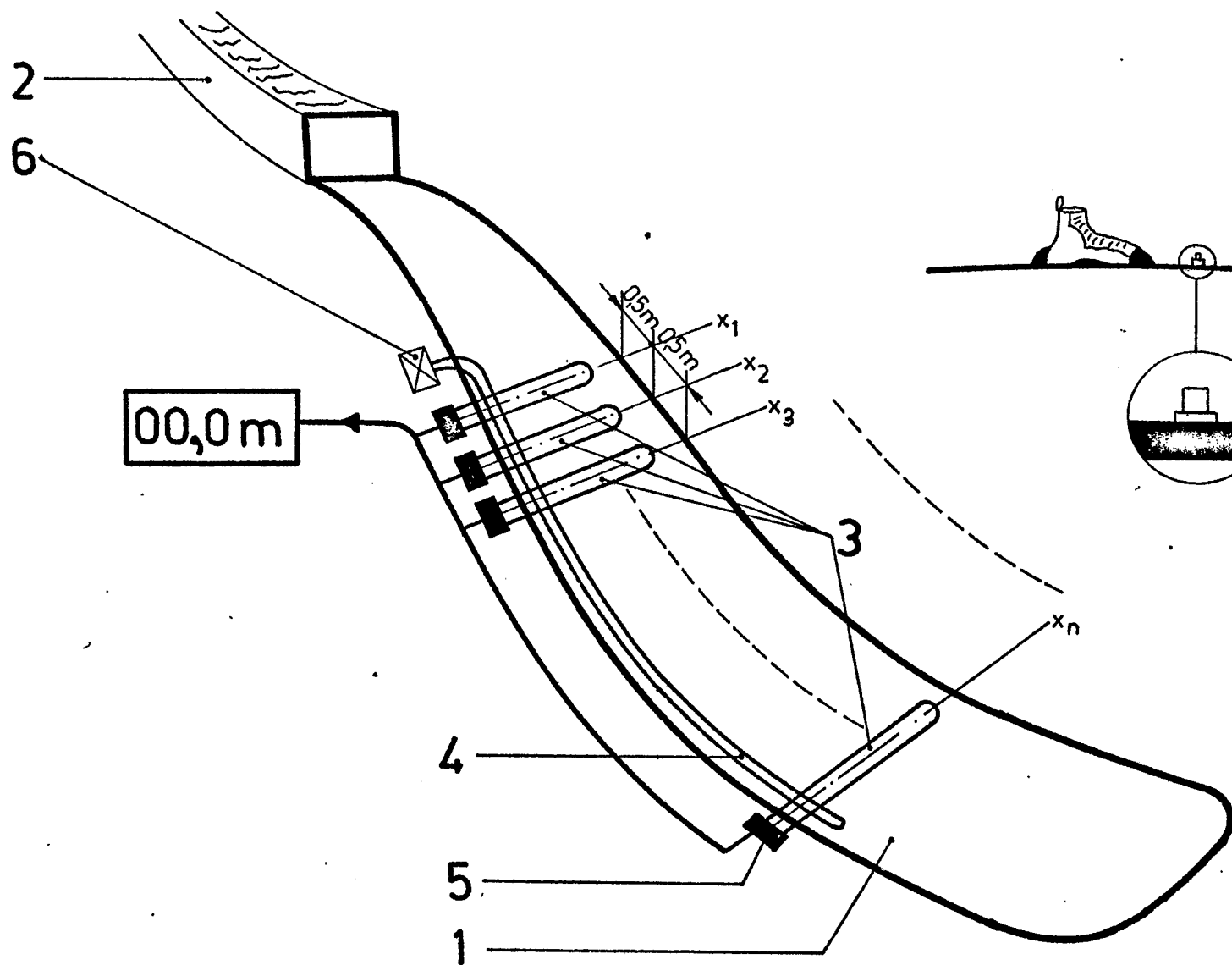


Fig.1

Fig.2