



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: AT 409 671 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1747/2000

(51) Int. Cl.⁷: G01C 5/04

(22) Anmeldetag: 12.10.2000

(42) Beginn der Patentdauer: 15.02.2002

(45) Ausgabetag: 25.10.2002

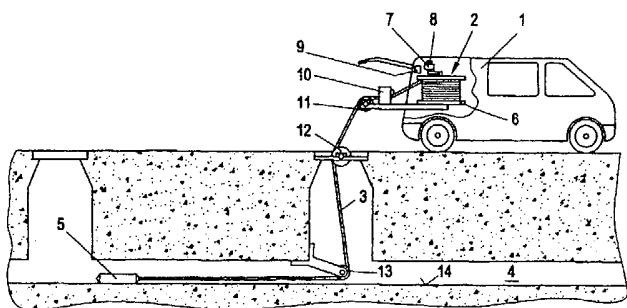
(56) Entgegenhaltungen:
DE 2810687A WO 18867A1

(73) Patentinhaber:
TAFERNER MARKO
A-9373 KLEIN ST. PAUL, KÄRNTEN (AT).

AT 409 671 (54) VERFAHREN ZUM BESTIMMEN VON LÄNGSPROFILEN UND VORRICHTUNG ZUM DURCHFÜHREN DES VERFAHRENS

B (57) Zum Bestimmen des Längsprofiles von im Erdreich verlegten Rohrleitungen wird der hydrostatische Druck einer Flüssigkeitssäule zwischen über die Länge des Bauwerkes verteilten Messpunkten und einem Referenzpunkt erfasst und aus den erfassten Werten der Höhenabstand des jeweiligen Messpunktes vom Referenzpunkt errechnet. Zum Ausführen dieses Verfahrens wird ein mit Flüssigkeit gefüllter Schlauch (3) verwendet, der am unteren Ende einen Drucksensor zum Erfassen des hydrostatischen Druckes aufweist, und der an seinem obere Ende mit einem Ausgleichsgefäß (7) für die Messflüssigkeit verbunden ist. Im Bereich des Ausgleichsgefäßes (7) ist ein Drucksensor (9) zum Erfassen des Luftdruckes vorgesehen. Der herrschende Luftdruck und die herrschende Temperatur, welche gesondert erfasst wird, und die Dichte der Messflüssigkeit beeinflusst, werden beim Auswerten der erfassten Werte für den hydrostatischen Druck berücksichtigt. Für jeden Messvorgang wird die Position des Messsystems und der Zeitpunkt des Messvorganges über GPS erfasst und registriert.

FIG. 1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Längsprofiles von langgestreckten Bauwerken, insbesondere im Erdreich verlegten Bauwerken, wie Rohren u.dgl., bei dem man den Höhenabstand des Bauwerkes von einem Referenzpunkt an mehreren, über die Länge des Bauwerkes verteilten Messpunkten erfasst, indem man an jedem Messpunkt den hydrostatischen

- 5 Druck einer Flüssigkeitssäule zwischen dem jeweiligen Messpunkt und dem Referenzpunkt erfasst und aus dem erfassten Wert für den hydrostatischen Druck den Höhenabstand des jeweiligen Messpunktes vom Referenzpunkt errechnet.

Beispielsweise sollen unterirdisch verlegte Rohrleitungen, in denen ein nicht unter Druck stehendes Medium transportiert wird (Kanalrohre, Drainagerohre) ein gleichmäßiges Gefälle aufweisen, damit ein einwandfreier Transport des Mediums auf Grund der Schwerkraft gewährleistet ist. Je schwieriger die Gefällsbedingungen eines derartigen Rohrsystems sind (z.B. flaches Gelände), desto wichtiger ist nicht nur das Durchschnittsgefälle, sondern auch das Erfordernis, dass das Gefälle über den Verlauf der ganzen Rohrleitung einheitlich und konstant ist, also keine Ausbau-

10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 9999 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10099 10100 10101 10102 10103 10104 10105 10106 10107 10108 10109 10110 10111 10112 10113 10114 10115 10116 10117 10118 10119 10120 10121 10122 10123 10124 10125 10126 10127 10128 10129 10130 10131 10132 10133 10134 10135 10136 10137 10138 10139 10140 10141 10142 10143 10144 10145 10146 10147 10148 10149 10150 10151 10152 10153 10154 10155 10156 10157 10158 10159 10160 10161 10162 10163 10164 10165 10166 10167 10168 10169 10170 10171 10172 10173 10174 10175 10176 10177 10178 10179 10180 10181 10182 10183 10184 10185 10186 10187 10188 10189 10190 10191 10192 10193 10194 10195 10196 10197 10198 10199 10199 10200 10201 10202 10203 10204 10205 10206 10207 10208 10209 10210 10211 10212 10213 10214 10215 10216 10217 10218 10219 10220 10221 10222 10223 10224 10225 10226 10227 10228 10229 10230 1

ten Schlauchwaage ist, ausgeglichen werden sollen. Neben dem Referenzspeicher besitzt die bekannte Vorrichtung eine flüssigkeitsgefüllten Verbindungsschlauch und einen Messkopf. Das in der WO 96/18867 A beschriebene Gerät wird so verwendet, dass der Referenzspeicher auf eine Aufstandsfläche (z.B. einen Boden eines Gebäudes) aufgesetzt wird und der Messkopf, der mit dem Referenzspeicher durch eine flexible Leitung (Verbindungsschlauch) verbunden ist, oberhalb der Aufstandsfläche, auf der der Referenzspeicher aufgesetzt ist, an die Stelle gebracht, die von der Aufstandsfläche einen vorgegebenen Höhenabstand besitzen soll. Es muss bei der bekannten Vorrichtung der Messkopf vom Bediener an der Messstelle angebracht und abgelesen werden. Daher ist die aus der WO 96/18867 bekannte Vorrichtung wegen der im Referenzbehälter verwendeten Membrane und der geschlossenen Ausführung für Messungen grösserer Höhenunterschiede nur bedingt geeignet. Dies auch deshalb, weil bei der bekannten Vorrichtung auf eine druck- und spannungsarme, sowie auf eine horizontale Ausbildung des Referenzspiegels geachtet werden muss. Somit ist die aus der WO 96/18867 bekannte Vorrichtung ausschließlich dazu geeignet, von einem vorgegebenen Fixpunkt in die Höhe zu messen, nicht aber den Verlauf und die Lage eines Rohres zu bestimmen.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein Verfahren anzugeben, mit dem mit hoher Genauigkeit (bevorzugt im Millimeterbereich) die Lage von (langgestreckten) Bauwerken (beispielsweise von unterirdisch verlegte Rohrleitungen) vermessen und gegebenenfalls aufgezeichnet werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man den hydrostatischen Druck einer an ihrem oberen Ende offenen Flüssigkeitssäule misst, wobei das obere Ende der Flüssigkeitssäule den Referenzpunkt bildet, und dass man bei der Berechnung des Höhenabstandes aus den gemessenen Werten des hydrostatischen Drucks den im Zeitpunkt der Messung gesondert erfassten Luftdruck und die gesondert erfasste Temperatur der hydrostatischen Flüssigkeit berücksichtigt.

Die Erfindung stellt auch eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zur Verfügung. Diese Vorrichtung mit einem mit einer Messflüssigkeit gefüllten Messschlauch, weist am unteren Ende des Messschlauches einen Drucksensor auf, der in einer am unteren Ende des Messschlauches vorgesehenen Messsonde eingebaut ist, wobei das obere Ende des Schlauches mit einem Ausgleichsgefäß für die Messflüssigkeit verbunden ist. Erfindungsgemäß ist diese Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des offenen Ausgleichsgefäßes ein Sensor zum Erfassen des Luftdruckes vorgesehen ist, und dass wenigstens in der Messsonde ein Temperatursensor eingebaut ist, zur Verfügung, welche die Merkmale des Vorrichtungshauptanspruches aufweist.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Gegenstand der abhängigen Unteransprüche.

Der grundsätzliche Gedanke des erfindungsgemäßen Verfahrens beruht auf der Auswertung des hydrostatischen Druckes in einer Flüssigkeitssäule, wenn das untere Ende dieser Säule im ansteigenden oder fallenden Verlauf eines Bauwerkes, z.B. einer Rohrleitung, verschoben wird. Auf Grund der in über die Länge des Bauwerkes, vorzugsweise gleichmäßig, verteilten Meßpunkten gemessenen Werte für den hydrostatischen Druck, kann der Höhenabstand zwischen dem jeweiligen Messpunkt und einem Bezugspunkt ermittelt und so der Verlauf und in weiterer Folge das Gefälle von Bauwerken, insbesondere von unterirdisch verlegten Einbauten, wie Kanalrohren, Leitungen usw., ermittelt werden.

Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind beispielsweise die folgenden:

Erfassen des Verlaufes von neu und alt verlegten Abwasserkanälen. Das ermöglicht eine genaue Überprüfung der ordnungsgemäßen Verlegung von Kanalrohren und die Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Abwassersystemen.

Erfassen und laufendes Kontrollieren von Drainagesystemen bei Mülldeponien. Die Aufschüttung von Müll kann durch die Druckbelastung das Drainagesysteme in seiner Funktionsfähigkeit beeinflussen, indem es zu Setzungen in den Drainage-Rohrleitungen (Leitungen für Flüssigkeiten und/oder Deponiegase) kommt. Eine ständige Kontrolle ist demnach erforderlich und ermöglicht eine höhere Schüttung, wenn die Stabilität des Untergrundes nachgewiesen werden kann.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Setzungsverhalten von Bahn- und Strassentrassen und sonstigen Aufschüttungen, die insbesondere bei problematischen Unter-

grundverhältnissen einen Risikofaktor darstellen, ständig überprüft werden.

Überall dort, wo es notwendig ist, einen Rohrvortrieb millimetergenau zu positionieren (Hausanschlüsse, Kabelunterführungen, Düker usw.) und dessen Verlauf (insbesondere Horizontalverlauf) genau zu kennen, kann dies mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgeführt werden.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung können auch Hangrutschungen beobachtet und kontrolliert werden, bevor diese an der Oberfläche sichtbar werden.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung können auch Hausanschlüsse punktgenau vermessen werden, insbesondere im städtischen Bereich und bei grablosen Verfahren.

Insgesamt eröffnet das erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit unterirdische Terrainsetzungen genau zu vermessen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen von Längsprofilen arbeitet grundsätzlich mit der Verwertung des Drucks einer Flüssigkeitssäule auf einem am zu vermessenden Bauwerk (Kanalrohr usw.) angeordneten und entlang des Bauwerkes bewegten Drucksensor (Messsonde). Um die Genauigkeit der Messung zu erhöhen, wird bei der Auswertung der vom Drucksensor erfassten Druckmesswerte auch der jeweils herrschende Atmosphärendruck mitberücksichtigt. Zusätzlich kann, um Fehler der Messung durch temperaturbedingte Änderungen der Dichte der Flüssigkeit in der Flüssigkeitssäule zu eliminieren, die Temperatur im Drucksensor, die Temperatur der Flüssigkeit und/oder die Temperatur der Umgebungsluft erfasst und beim Ermitteln der Messergebnisse berücksichtigt werden.

Ein besonders genaues und reproduzierbares Messergebnis kann erzielt werden, wenn auch die Temperatur bei der Messsonde (die z.B. im Kanal angeordnet ist), die Temperatur im noch nicht im Kanal befindlichen Schlauch und die Temperatur der Umgebungsluft gemessen wird.

Auf diese Weise wird nicht nur der atmosphärische Druck, sondern auch die jeweilige Dichte der Flüssigkeit in der Schlauchleitung, an deren Ende sich der Drucksensor befindet, berücksichtigt, wenn der hydrostatische Druck zur Bestimmung des Höhenstandes zwischen dem Messpunkt und dem Referenzpunkt ausgewertet wird.

Es ist also in einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass man mit einer Kombination von mehreren Messungen, wie atmosphärischer Druck, Temperatur (der Flüssigkeit in der Flüssigkeitssäule) und hydrostatischer Druck, arbeitet, um ein genaues Messergebnis, das beispielsweise eine Genauigkeit von 1 mm/Messung hat, zu erzielen.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die im Prinzip ein (elektronisches) Absolut-Druckmanometer ist, können Höhendifferenzen mit Hilfe des hydrostatischen Druckes einer Flüssigkeitssäule erfasst werden. Hierzu wird das Gewicht, das die Flüssigkeitsteile auf Grund der momentanen Höhendifferenz, also der Höhendifferenz zwischen Messpunkt und Referenzpunkt im Zeitpunkt der Messung besitzt, mit Hilfe eines Drucksensors erfasst und zur Ermittlung des Höhenabstandes verwertet werden. Der Referenzpunkt dieser Flüssigkeitssäule befindet sich an ihrem oberen Ende, wobei bevorzugt ist, dass an dem oberen Ende des Schlauches, in dem die Flüssigkeitssäule enthalten ist, ein Ausgleichsgefäß vorgesehen ist. Wenn ein Ausgleichsgefäß vorgesehen ist, bleiben Änderungen des oberen Pegels der Flüssigkeitssäule klein, auch wenn sich der Querschnitt und/oder die Länge des Schlauches, in dem die Flüssigkeitssäule enthalten ist, beim Weiterbewegen der Meßsonde von Meßpunkt zu Meßpunkt ändert.

Da das Ausgleichsgefäß offen ist, wird beim Auswerten der Messung des hydrostatischen Drucks auch der Luftdruck berücksichtigt. Hierzu ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Drucksensor zum Erfassen des Umgebungsluftdruckes (Atmosphärendruck) vorgesehen. Dieser den Atmosphärendruck erfassende Sensor ist beispielsweise in der Nähe des Ausgleichsgefäßes angeordnet.

Beim Arbeiten nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und bevorzugt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann beispielsweise wie folgt vorgegangen werden, wobei die nachfolgende Beschreibung am Beispiel der Längsprofilmessung an einem Kanalrohr gegeben wird:

Vor der Bestimmung des Längsprofils des Kanalrohrs wird der Kanal gereinigt, beispielsweise mit Hilfe eines Kanalhochdruckspülwagens, damit sichergestellt ist, dass die Messsonde, die beim erfindungsgemäßen Verfahren verwendet wird, auf der Rohrsohle und nicht auf dort befindlichen

Ablagerungen liegt.

Nach dem Reinigen des Kanals wird dieser mit Hilfe einer Kanal-TV-Anlage überprüft. Wenn die sich zu überprüfende Rohrleitung in gereinigtem Zustand befindet, kann die Kanal-TV-Anlage aus dem Kanal entfernt werden, wobei es möglich ist, gleichzeitig in den Kanal eine Einziehschnur für das Bewegen der erfindungsgemäßen Sonde zu dem ersten Messpunkt einzubringen.

Nun wird ein Fahrzeug, auf dem die Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens eingebaut sein kann, vor dem einen Kanalschacht in Stellung gebracht und die Schlauchleitung ein Stück von der Schlauchkassette (Schlauchvorrat beispielsweise 250 lfm) abgezogen und mit einem kalibrierten Justierrohr justiert. Am anderen (oberen) Ende der Schlauchleitung befindet sich ein Ausgleichsbehälter dessen Entlüftungsschraube und Ventil geöffnet wird. Mit diesem Vorgang wird das Messsystem für die Eigenkontrolle justiert. Dann wird bei geöffnetem Schachtdeckel die (vorher eingebrachte) Einziehschnur an der Messsonde befestigt und die Messsonde mit dem Messschlauch in das Kanalrohr gezogen, wobei der Schlauch über Umlenkrollen im Schacht und am Messfahrzeug geführt werden kann. Das Ausziehen bzw. Einziehen des Messschlauches kann durch einen motorunterstützten Antrieb unterstützt werden. Die eingeführte Meßsonde wird am ersten Meßpunkt positioniert und der Meßwert wird nach der Stabilisierung der Meßflüssigkeit als Ausgangswert für alle weiteren Messungen hergenommen und abgespeichert. Danach kann mit den weiteren Meßvorgängen begonnen werden. Hierzu wird, gegebenenfalls unterstützt durch eine motorunterstützte Schlauchrückholung, der Messschlauch ein Stück weit eingezogen und im nächsten Messpunkt positioniert. Hierzu kann an der Schlauchkassette eine automatische Längenmessvorrichtung für den Messschlauch vorgesehen sein, so dass beispielsweise Messungen in Abständen von einem Meter durchgeführt werden können.

Vor jeder Messung nach dem Weiterziehen der Messsonde ist es zweckmäßig eine Beruhigungsphase abzuwarten, damit sich die Flüssigkeit im Messschlauch beruhigt und ein stabiler Wert erreicht werden kann. Diese Beruhigungszeit kann abhängig von der Messstreckenlänge und dem Höhenunterschied zwischen Messsonde und Ausgleichsbehälter etwa 15 bis 45 s betragen.

Die Messungen werden so oft wiederholt, bis die Messsonde das Ende der zu überprüfenden Strecke erreicht hat.

Anzumerken ist, dass die Korrektur der gemessenen Werte für den hydrostatischen Druck (Drucksensor in der Messsonde) durch Einbeziehen des Atmosphärendruckes der Umgebungstemperatur der Temperatur im Bereich im Bereich der Messsonde und der Temperatur Flüssigkeit im Bereich des Schlauchvorrates mit Hilfe eines Rechnerprogrammes durchgeführt werden kann, so dass bei jeder Messung ohne zusätzliche Maßnahmen richtige Werte für den Höhenabstand des Messpunktes vom Referenzpunkt aus dem von der Messsonde gemessenen hydrostatischen Druck der Flüssigkeitssäule erhalten werden.

Da auf der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Schlauchpaket als Vorrat für den Messschlauch vorgesehen ist, besteht die Möglichkeit Schlauchpakte mit unterschiedlicher Länge zu verwenden. Beispielsweise können Schlauchpakte mit 250 m Längen oder Schlauchpakte mit 60 m Länge verwendet werden. Beim Auswerten der von der Drucksensor in der Messsonde erfassten, hydrostatischen Drucks wird auch die Länge des Schlauchpaketes mitberücksichtigt. Dies erfolgt beispielsweise so, dass die Länge der Messstrecke und die Schachtiefe berücksichtigt werden. Damit wird Folgendes berücksichtigt. Beispielsweise wird im Jänner bei einer Außentemperatur von -15°C eine Messung in Sickerwasser-Rohrleitungen in einer Mülldeponie vorgenommen, die selbst eine Temperatur von +80°C hat. Dies ergibt einen Temperaturunterschied von 95°C. Das Schlauchpaket hat eine Länge von 250 m, die Prüfstrecke beträgt 50 m, die Schachtiefe 5 m. Das bedeutet, dass von den 250 m des Schlauchpaketes 55 m eine Temperatur von +80°C und 195 m eine Temperatur von -15°C haben. Das heißt, dass die Dichte der Flüssigkeit im Messschlauch unterschiedlich ist. Auch diese temperaturbedingten Dichteunterschiede können durch das Rechenprogramm beim Auswerten des vom Drucksensor in der Messsonde erfassten, hydrostatischen Drucks berücksichtigt werden.

Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel für eine Anordnung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben. Es zeigt Fig. 1 eine Vorrichtung zum Bestimmen des Längsprofils eines Kanalrohres zwischen zwei Kanalschachten und die Fig. 2 bis 5 in Diagrammen Messergebnisse.

In einem Fahrzeug 1 ist eine Schlauchkassette 2 mit einem Schlauchvorrat für den Mess-

schlauch von beispielsweise 250 m oder 60 m vorgesehen. An dem einen Ende des Schlauches 3, das im Ausführungsbeispiel bereits in dem Kanal 4 angeordnet ist, ist eine Messsonde 5 befestigt. Das andere Ende des über eine Haspel 6 geführten Schlauches endet in einem Ausgleichsbehälter 7, der oben mit einer Entlüftungsschraube 8 versehen ist. Neben dem Ausgleichsbehälter 7 ist eine Messeinrichtung 9, in welcher der Drucksensor für das Bestimmen des Atmosphärendruckes (Luftdruck) und ein Rechner für das Auswerten der Meßdaten für den hydrostatischen Druck den Atmosphärendruck und die Temperatur untergebracht sind, vorgesehen. Die Meßeinrichtung 9 enthält auch verschiedene Bedienungsschalter, Anzeigeeinrichtungen (Displays) und Steuereinrichtungen, die z.B. die Abstände zwischen den Meßpunkten festlegen. Das Bewegen des Meßschlauches 3 kann durch Drehen der Schlauchkassette (-haspel) 6 von Hand aus oder mit Hilfe eines Motors erfolgen. Um das Bewegen des Messschlauches 3 zu erleichtern, ist eine von Hand aus betätigbare und/oder motorangetriebene Vorschubeinrichtung 10 vorgesehen, der auch eine Einrichtung zum Messen der vor- bzw. zurückgezogenen Länge des Schlauches 3 zugeordnet sein kann. Der Messschlauch 3 läuft dann über Umlenkrollen 11,12,13 bis zur Sohle 14 des Kanals 4 und bis zur Messsonde 5. In der Messsonde 5 ist in deren Längsmitte ein Drucksensor und an deren vorderem Ende ein Temperatursensor untergebracht, wobei die Kabel für die Datenübertragung durch den Messschlauch 3 laufen. Beim Verwenden der beschriebenen Vorrichtung werden in jedem Messpunkt folgende Werte erfasst:

- atmosphärischer Druck,
- Druck der Flüssigkeitsäule vom Ausgleichsbehälter auf den Drucksensor in der Messsonde,
- Temperatur im Drucksensor,
- Temperatur der Flüssigkeit,
- Temperatur der Luft und
- die Länge des gesamten Schlauchpaketes (beispielsweise 250 m oder 60 m).

Diese Meßwerte werden durch das Rechenprogramm zur Berechnung des Messergebnisses herangezogen.

Mit dem beschriebenen Verfahren der Erfindung und mit Hilfe der ebenfalls beschriebenen erfundungsgemäßen Vorrichtung konnte der Verlauf (das Längsprofil) eines Rohres 4 zwischen zwei Schächten 23 und 24 ermittelt werden.

Das Ergebnis einer solchen Bestimmung des Längsprofiles ist in den Diagrammen der Fig. 2 bis 5 wiedergegeben. Das Diagramm von Fig. 2 gibt das Ergebnis der ersten Messung (Bestandsaufnahme) wieder. Die Verlegeposition - das Gefälle - eines Rohres zwischen zwei Schächten (Schacht Nr. 23 und Schacht Nr. 24) ist vorgeschrieben und in dem Diagramm mit der Linie "vorgeschriebenes Gefälle" eingetragen. Das "tatsächliche Gefälle" des Rohres weicht so gut wie immer vom "vorgeschriebenen Gefälle" ab, wobei die Abweichung in einem Toleranzbereich liegen kann. Durch Aufnahme des "tatsächlichen Gefälles" mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung und dem erfundungsgemäßen Verfahren kann dieses und damit die Abweichung vom "vorgeschriebenen Gefälle" punktweise ermittelt werden. Mit der Bestandsaufnahme ist die Verlegeposition (Linie "tatsächliches Gefälle") eines Rohres (genau der Rohrsohle des Rohres) zum Zeitpunkt der ersten Messung festgehalten.

Fig. 3 zeigt das Ergebnis der ersten, einige Monate nach der ersten Bestimmung des Längsprofils vorgenommenen Vergleichsmessung. Das Ergebnis dieser Vergleichsmessung zeigt, dass sich durch Bewegungen im Erdbereich eine Verlegeposition des Rohres geändert hat. So kann die Veränderung der Lage des Rohres ermittelt werden. Die bei der ersten Vergleichsmessung ermittelte Lage des Rohres (dessen Längsprofil) ist durch die strich-punktierte Linie "tatsächliches Gefälle" in Fig. 3 wiedergegeben.

Um zu zeigen, wie genau das erfundungsgemäße Verfahren arbeitet, wurde eine zweite, einige Monate nach der ersten Vergleichsmessung vorgenommenen Vergleichsmessung durchgeführt, deren Ergebnis in Fig. 4 (strichlierte Linie "tatsächliches Gefälle") wiedergegeben ist.

In Fig. 5 ist ein grafischer Vergleich der drei Diagramme der Fig. 2 bis 4 wiedergegeben. So ist das Setzungsverhalten genau zu ermitteln und es können unter Einbeziehung des Zeitfaktors, dem zeitlichen Abstand, in dem die Vergleichsmessungen stattgefunden haben, Rückschlüsse auf die Dynamik der Erdbewegungen gezogen werden.

Mit der beschriebenen Vorrichtung zum Bestimmen von Längsprofilen von Bauwerken kann auch ein System zur Dokumentation des Ortes und der Zeit der durchgeföhrten Messung kombi-

niert werden. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass mit dem Rechenprogramm eine GPS-Vorrichtung und eine Echtzeituhr kombiniert werden.

Im Rahmen der Erfindung kann eine große Genauigkeit der Messungen von Druck und Temperatur erreicht werden, wenn in der Messsonde ein Drucksensor mit integriertem Temperatursensor verwendet wird.

Die erfassten Messwerte werden über eine serielle Datenleitung, die den (kombinierten) Druck-Temperatur-Sensor auch mit Energie versorgt, an den Rechner weitergeleitet. Über die Datenleitung können zusätzlich zu dem Wert für den gemessenen Druck auch die Temperatur des Sensors, der Sensortyp und die Sensornummer mitübertragen werden. So ist es möglich, den angeschlossenen Sensor durch den Rechner automatisch zu erkennen. Der Umgebungsluftdruck, der auf die an ihrem oberen Ende offene Flüssigkeitssäule (Ausgleichsgefäß) wirkt, wird durch den Umgebungsdruck-Sensor erfaßt und rechnerisch im Rechner berücksichtigt, wenn der vom Drucksensor erfaßte hydrostatische Druck zum Ermitteln des Höhenabstandes zwischen Meßpunkt und Referenzpunkt ausgewertet wird.

Die Dichte der verwendeten Flüssigkeit im Messschlauch zum Zeitpunkt der Messung und die von der Messsonde sowie von dem den Luftdruck erfassenden Druckmesser empfangenen Daten werden durch Zeit und Datum der eingebauten Echtzeituhr sowie den Koordinaten des integrierten GPS-Systems in einem RAM-Speicher im Rechner abgelegt. Über eine Schnittstelle können diese Daten über einen PC ausgelesen und ausgewertet werden.

Von Vorteil ist es, wenn jede Messung für die spätere Auswertung mit einer individuellen Kennung für Projekt und Ort gekennzeichnet wird. Dies ist beispielsweise mit Hilfe des integrierten GPS-Systems und die integrierte Echtzeituhr möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung erlauben folgende, beispielhaft genannten Einsatzmöglichkeiten:

Der genaue Gefällsverlauf von Kanalrohren nach der Verschüttung des Rohrgrabens im Zuge der Bauabnahme kann ermittelt werden. Damit ist eine objektiv dokumentierte Beurteilung der Verlegequalität einwandfrei möglich. Bauchbildungen in den Rohrleitungen können festgestellt und innerhalb der Gewährleistungsfrist behoben werden. So können spätere Funktionsstörungen, die zusätzliche Pflege und Instandhaltungsaufwand verursachen, verhindert werden.

Das Gefälle von Drainagesystemen in Mülldeponien kann exakt vermessen und damit sein Funktionszustand überprüft werden. Schlecht funktionierende Drainagesysteme können zu erheblichen Untergrundkontaminationen führen. Die Stabilität des Untergrundes und dessen genaue Beobachtung erlauben eine höhere Aufschüttung der Mülldeponie, wenn es zu keinem Absenken des Terrains und Gefährdung der Drainagen kommt. Höhere Aufschüttung spart kostbare Deponiefläche und im Grenzfall die Anlage einer neuen Deponie. Die gleichzeitige Messung der Temperatur lässt Rückschlüsse auf die Vergasung und sonstiger Reaktionen innerhalb des Müllkörpers zu.

Die Setzung von Erddämmen, Baukörpern von Strassen und Eisenbahnen können frühzeitig erkannt werden, da diese Setzungen im Untergrund nachgewiesen werden können, bevor sichtbare Auswirkungen an der Oberfläche auftreten. Eine Früherkennung von Sicherheitsrisiken kann Schäden vorbeugen bzw. vermeiden helfen.

Hangrutschungen können durch Kontrollmessungen frühzeitig erkannt werden, da sich eine Erdbewegung im Untergrund abzeichnet, bevor die ersten Anzeichen an der Oberfläche sichtbar werden.

45

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Bestimmen des Längsprofiles von langgestreckten Bauwerken, insbesondere im Erdreich verlegten Bauwerken, wie Rohren u.dgl., bei dem man den Höhenabstand des Bauwerkes von einem Referenzpunkt an mehreren, über die Länge des Bauwerkes verteilten Messpunkten erfasst, indem man an jedem Messpunkt den hydrostatischen Druck einer Flüssigkeitssäule zwischen dem jeweiligen Messpunkt und dem Referenzpunkt erfasst und aus dem erfassten Wert für den hydrostatischen Druck den Höhenabstand des jeweiligen Messpunktes vom Referenzpunkt errechnet, dadurch gekennzeichnet, dass man den hydrostatischen Druck einer an ihrem oberen Ende offenen Flüs-

sigkeitssäule misst, wobei das obere Ende der Flüssigkeitssäule den Referenzpunkt bildet, und dass man bei der Berechnung des Höhenabstandes aus den gemessenen Werten des hydrostatischen Drucks den im Zeitpunkt der Messung gesondert erfassten Luftdruck und die gesondert erfasste Temperatur der hydrostatischen Flüssigkeit berücksichtigt.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die Temperatur der Flüssigkeitssäule sowohl am Messpunkt als auch am Referenzpunkt erfasst.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man das untere Ende der Flüssigkeitssäule schrittweise von Messpunkt zu Messpunkt bewegt.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man nach dem Weiterbewegen des unteren Endes der Flüssigkeitssäule zu dem nächsten Messpunkt vor der nächsten Messung des hydrostatischen Drucks zuwartet, bis sich die Flüssigkeitssäule beruhigt hat.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man den Zeitpunkt jeder Messung erfasst.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man den Ort jeder Messung erfasst.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass man die Druck- und Temperatursensoren vor dem Beginn einer Messung justiert.
- 35 8. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem mit einer Messflüssigkeit gefüllten Messschlauch (3), der am unteren Ende einen Drucksensor, der in einer am unteren Ende des Messschlauches (3) vorgesehenen Messsonde (5) eingebaut ist, aufweist, wobei das obere Ende des Schlauches (3) mit einem Ausgleichsgefäß (7) für die Messflüssigkeit verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des offenen Ausgleichsgefäßes (7) ein Sensor (9) zum Erfassen des Luftdruckes vorgesehen ist, und dass wenigstens in der Messsonde (5) ein Temperatursensor eingebaut ist.
- 40 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungen für das Weiterleiten der vom Drucksensor und vom Temperatursensor an der Messsonde (5) erfassten Daten im Inneren des Messschlauches (3) geführt sind.
- 45 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgleichsgefäß (7) eine Entlüftungsschraube (8) aufweist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vorrat an Messschlauch (3) vorgegebener Länge auf einer Schlauchhaspel (6) aufgewickelt ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Vorrats an Messschlauch (3) ein weiterer Temperatursensor vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine motorisch oder händisch angetriebene Schlauchfördervorrichtung (10) zum Bewegen des Messschlauches (3) vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass dem Messschlauch (3) eine Längenmessvorrichtung zum Erfassen des Verschiebeweges des Schlauches (3) und damit der Messsonde (5) zugeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rechner vorgesehen ist, in den die erfassten Daten für hydrostatischen Druck, Temperaturen und atmosphärischen Luftdruck sowie gegebenenfalls durch GPS erfasste Zeit und Ort der Messung eingegeben werden, und mit dem der Höhenabstand zwischen dem jeweiligen Messpunkt und dem durch das Ausgleichsgefäß (7) gebildeten Referenzpunkt errechnet wird.

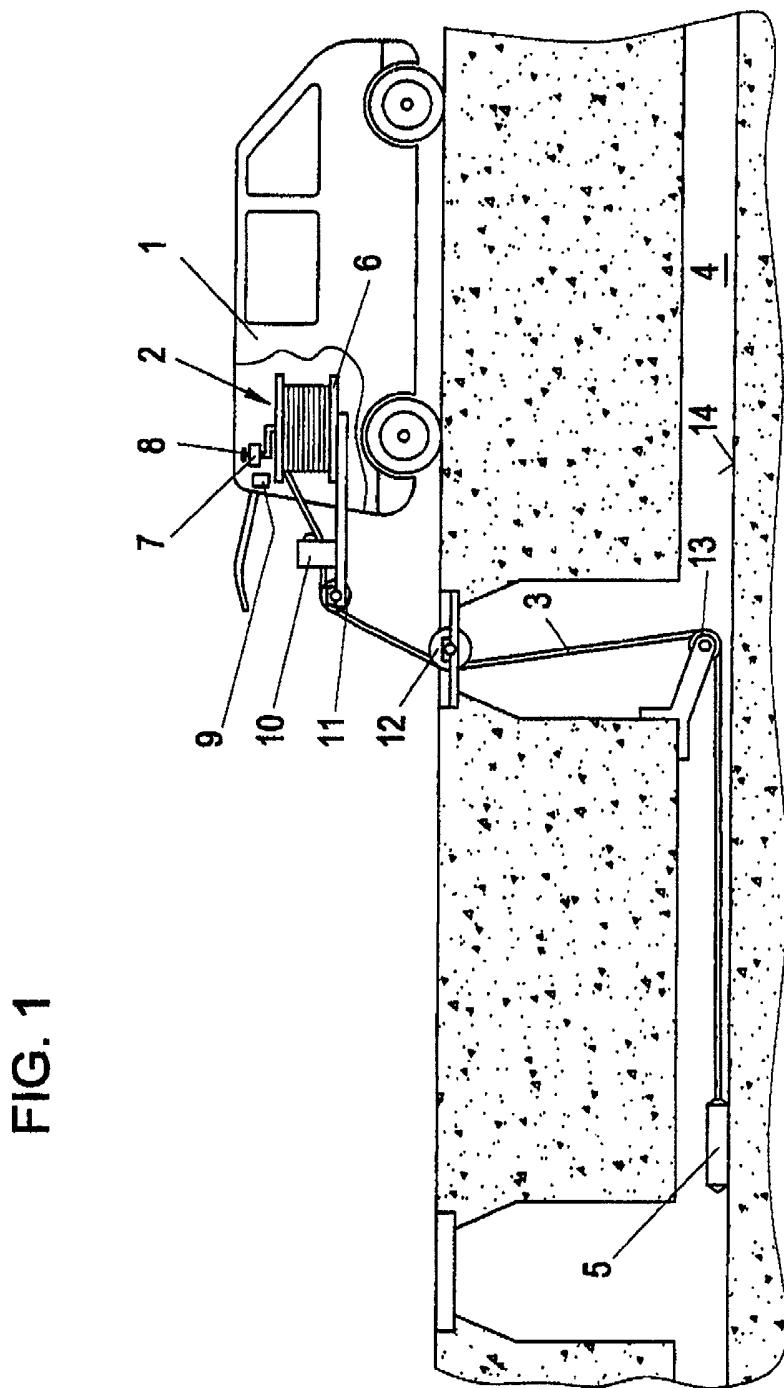
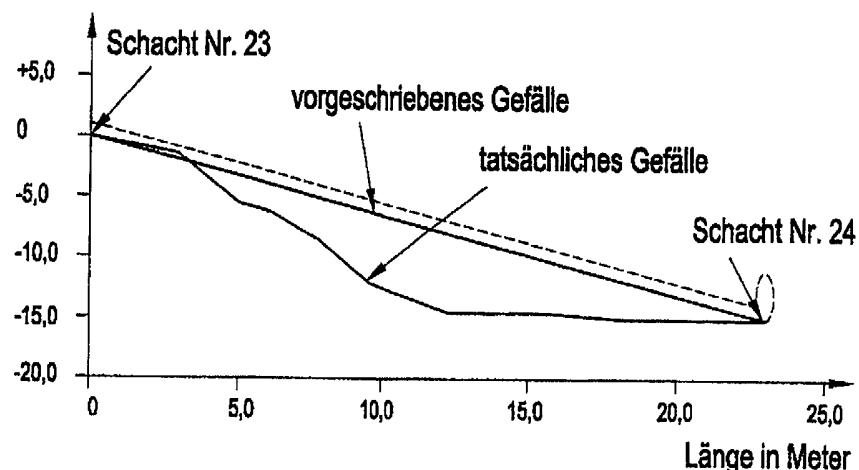


FIG. 1

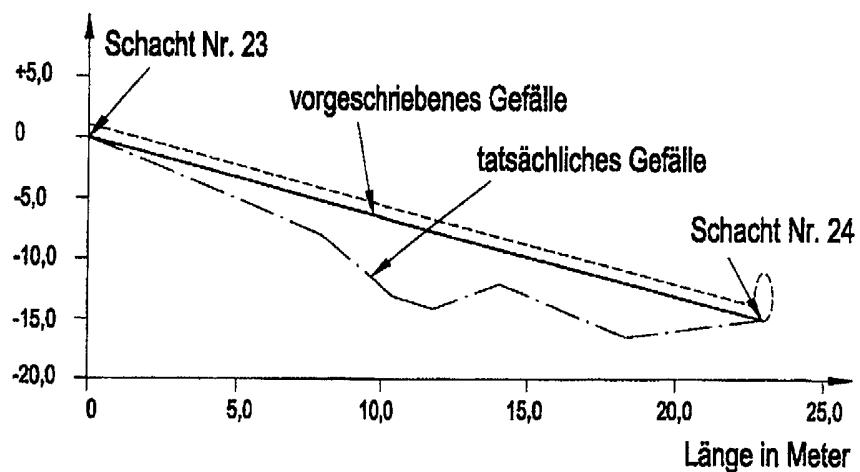
Gefälle
in
Millimeter

FIG. 2



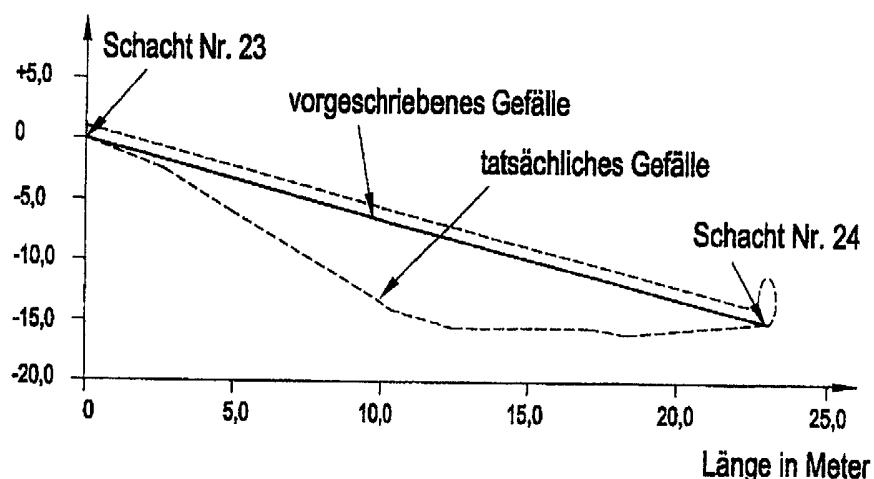
Gefälle
in
Millimeter

FIG. 3



Gefälle
in
Millimeter

FIG. 4



Gefälle
in
Millimeter

FIG. 5

