

Wehr wurde gerade fertiggestellt, als ich es sah - die Arbeiter setzten tausende kleiner Kieselsteine in den Mörtel, um ein schönes Aussehen zu erhalten.

8. DER FINANZIELLE ASPEKT

Die Betrachtung der Kosten und möglichen Erträge der Bewässerungslandwirtschaft ist so wichtig wie diese schwierig abzuschätzen sind.

Grundsätzlich kann gesagt werden, daß die Erstellung eines Bewässerungssystems in jedem Fall - also auch Kleinbewässerung - teuer ist. Die Kosten müssen durch die höheren oder sicheren Erträge gedeckt werden.

Es gibt mehrere Gründe für die Erstellung von Kleinbewässerungsanlagen :

- Sicherung und Erhalt der Subsistenz.

Wenn in diesem Falle keine Erfahrung mit Bewässerung vorhanden ist, scheint ihre Einführung nicht ratsam zu sein, da kein privates Kapital zur Finanzierung vorhanden ist. Mögliche Risiken können zur Verschlechterung der Lage der Bauern führen. Die Verbesserung der traditionellen Anbaupraktiken sollte in Erwägung gezogen werden.

- Sicherung oder Steigerung der Erträge / des Einkommens und der Nahrungsmittelversorgung durch (zusätzliche) Bewässerung.

In diesem Falle müssen die Kosten der Bewässerung mit ihrem möglichen Nutzen verglichen werden. Es muß bedacht werden, daß durch Anwendung verbesserten Saatgutes, Düngemitteln etc. auch ohne Bewässerung eine Steigerung der Erträge möglich ist. Dies gilt auch für aride und semi-aride Gebiete.

8.1. Kosten

Die Kosten eines Bewässerungsprojektes lassen sich unterteilen in :

- Investitionskosten - d.h. Kosten, die zur Herstellung erforderlich sind
- Betriebskosten - d.h. Kosten, die durch den Betrieb entstehen
- Indirekte Folgekosten - d.h. Kosten, die die Erträge sichern.

Der Ausdruck "Kosten" beinhaltet Kosten für Material, Arbeit, Energie und Kapital. Durch Arbeit in Selbsthilfe kann der Lohnkostenanteil gering gehalten werden.

-- Investitionskosten --

- Kosten für die Wasserbereitstellung
- Kosten für das gesamte Kanalnetz, einschließlich Aushub, Auskleidung und Regulierorganen
- Kosten für das Ebenen der Felder. Dies kann in Selbsthilfe erfolgen, dann müssen einfache Werkzeuge gekauft oder hergestellt werden.

Möglicherweise kommen hinzu :

- Kosten für den Bau von Dämmen, Wegen
- Kosten für Flurbereinigung

Es ist nicht möglich, allgemein gültige, absolute oder relative Angaben über die Kosten zu machen.

Die Kosten für die Erstellung eines Dammes/Speichers können erheblich sein. Der Einsatz von Maschinen ist durchaus zu überlegen.

Das Wasser kann durch Schwerkraftsysteme oder durch Pumpen bereitgestellt werden (s. Abschnitt 6.2.).

Trotz der hohen Investitionskosten sind SCHWERKRAFTSYSTEME wegen der geringen Betriebskosten und hohem Lebensdauer langfristig billiger. Ein weiterer Vorteil ist der große Anteil an lokal verfügbaren Baumaterialien, wohingegen PUMPSYSTEME meist importiert werden müssen.

Pumpsysteme erfordern weiterhin sorgfältigere Kontrolle und Unterhaltung als Schwerkraftsysteme.

Die Kosten für Wasserhebeeinrichtungen sind je nach Art sehr unterschiedlich. Es muß bedacht werden, daß Betriebsmittel (Strom, Benzin, Tierfutter) langfristig sehr teuer sein können. Auf der einen Seite sind traditionelle Einrichtungen billig in der Anschaffung, dafür ist ihre Leistung gering und sie können im Vergleich zum erreichbaren Nutzen sogar teuer sein. Ein Zugtier braucht unter Umständen nur etwas weniger an Futter, als es durch seine Leistung bewässern kann (s. Abschnitt 6.2.).

Erdmassenbewegungen können sehr umfangreich und damit teuer sein. Bei einer Übersicht über Projekte in Indien betrug der Anteil an den Gesamtkosten etwa 50 %. Deshalb sollte die Feldgröße bei Kleinbewässerung so gewählt werden, daß sie den topographischen Verhältnissen optimal angepasst ist und damit die erforderlichen Erdbewegungen gering sind.

-- Betriebskosten --

- Energiekosten von Pumpen (Diesel, Strom) werden in der nahen Zukunft beträchtlich ansteigen. Pumpen können auch durch Sonnen- oder Windenergie angetrieben werden. (s. Anhang G : Formeln zur Berechnung des Energieverbrauchs vom Pumpen).
- Lohnkosten, falls z. B. Arbeiter die Kanäle säubern.

- Kosten für Unterhaltungsmaßnahmen
- Möglicherweise Wassergeld, an den (Groß) Grundbesitzer oder (staatliche) Bewässerungsorganisation (s. auch S. 6)

- Pachtgebühren

-- Indirekte Folgekosten --

Kosten für :

- Kunstdünger
- Verbessertes Saatgut
- Pflanzenschutz

Kosten können auch bei der Vermarktung der neu oder zusätzlich angebauten Früchte entstehen. Dazu gehören Kosten für (größere) Lagerhäuser, Weiterverarbeitung der Früchte, Transport usw..

8.2. Erträge

Die Erträge aus der Bewässerung hängen von der Wahl der angebauten Früchte ab.

Wegen der hohen Kosten scheint es in der Regel sinnvoll zu sein, nur die höher bezahlten oder ertragreichen Pflanzen zu bewässern.

Die Auswahl hängt auch von den Bedürfnissen der Nutzer (Sicherung der Ernährung), dem Wasserdargebot oder den Vermarktungsmöglichkeiten ab.

Mitunter wird der Anbau bestimmter Pflanzen (Reis) durch staatliche Preisgarantien gefördert. Bei einigen Kulturen ist der Gewinn sehr abhängig von den Transportkosten der Vermarktung.

Eventuell wird Lagerhaltung erforderlich.

ERTRAGSNIVEAU WICHTIGER BEWÄSSERUNGSKULTUREN		
Kulturart	Ertragsniveau unbewässert	Ertragsniveau bewässert
 in 100 kg/ha.....	
Reis (paddy)	13-62	60-100
Weizen	3-41	30-60
Mais	3-43	40-200
Sorghum, Hirse	2-39	50-200
Kartoffeln	50-290	200-400
Kohlarten	40-670	600-1000
Tomaten	30-1420	500-1500
Erbsen	3-32	10-45
Bananen	40-340	300-500
Baumwolle	1-12	15-35
Zitronen	350-500	400-600

(in Anlehnung an : BLANCKENBURG/CREMER, 1967)

8.3. Finanzierung

Nach der Bestimmung der anfallenden Kosten und möglichen Erträge (diese Rechnung enthält immer Annahmen und damit Risiken!), muß untersucht werden, ob das Projekt lohnend und/oder finanzierbar ist.

Für die Anlagekosten gelten gewisse Abschreibungszeiten, d.h. die Kosten werden über einen Zeitraum verteilt. Dieser hängt unter anderem von der Haltbarkeit des Bauwerkes ab.

So sind z.B. Betonkanäle teurer als Erdkanäle, haben aber eine längere Lebenszeit. Die Abschreibungszeit für Pumpen beträgt 10-20 Jahre.

Der Zinssatz hängt davon ab, wo und unter welchen Bedingungen die benötigten Kredite aufgenommen werden.

Die jährlichen Kosten werden dann auf einen Zeitpunkt in Gegenwart oder Zukunft bezogen und den geschätzten Erträgen gegenübergestellt (s. Anhang H).

Die Differenz zwischen Kosten und Erträgen wird auch als CASH-FLOW bezeichnet und wird in den ersten Betriebsjahren negativ sein.

Die Entwicklung der Landwirtschaft ohne Bewässerung, aber mit verbesserten Anbautechniken sollte ebenfalls untersucht werden.

Die Produktion kann nicht schneller steigen als die finanziellen Möglichkeiten der Bauern. Da ihr Selbstfinanzierungspotential gering ist, sind sie auf Kreditaufnahme (z.B. beim Staat) angewiesen.

8.4. Die Rolle von Genossenschaften und Staat

Die Aufnahme von Krediten führt häufig zu Abhängigkeit von (privaten) Geldverleihern. So werden z.B. in Nepal 85 % der Kredite bei privaten Verleihern aufgenommen, zu Zinsen von 10-50 %. Es drängt sich deshalb die Bildung von GENOSSENSCHAFTEN auf, in der alle Nutzer der Bewässerungseinrichtung Mitglied sind. Zusätzlich zur Kreditvergabe können andere Aufgaben wie Versorgung mit Saatgut, Düngen und Pflanzenschutzmitteln oder Vermarktung übernommen werden.

Soweit möglich, sollten bestehende Genossenschaften übernommen werden, da eine Neugründung immer mit Problemen verbunden ist. Sie sollten von den Bauern selbst und nicht von der Regierung getragen werden.

Besondere Beachtung muß die mögliche Mitgliedschaft von reichen Bauern in der Genossenschaft finden. Sie könnten die günstigen Kredite der Genossenschaft zur Finanzierung ihres eigenen Betriebes verwenden, ohne aber die eingesparten Akkumulationswerte an die Kleinbauern weiterzugeben.

Letztere sind häufig bei der Kreditvergabe benachteiligt, da sie die erforderlichen Sicherheiten nicht geben können. Auf diese Art können Genossenschaften die kapitalistische Durchdringung der Landwirtschaft fördern und damit auch den Prozeß der Verelendung der Kleinbauern beschleunigen.

Durch die REGIERUNG können verschiedene Maßnahmen zur Unterstützung der Kleinbauern ergriffen werden :

- Landreform, die die Kleinbauern von Pächtern zu Eigentümern des von ihnen bewirtschafteten Landes macht.
- Pächterschutzgesetze, um insbesondere die Abhängigkeit der Kleinbauern vom Großgrundbesitz abzubauen.
- Flurbereinigung und Teilungsverbot von Grundstücken kleiner einer gewissen Größe (1 - 5 Hektar).
Durch die Zersplitterung in eine Ummenge von kleinen Feldern infolge des geltenden Erbrechtes wird die Planung und Errichtung von Bewässerungseinrichtungen häufig erschwert.
- Unterstützung durch günstige Kredite bzw. Unterstützung bei der Versorgung oder der Vermarktung.

Die Maßnahmen müssen so erfolgen, daß sie die Kleinbauern direkt erreichen. Sie müssen dazu beitragen, deren Möglichkeiten zu verbessern. Immerhin macht diese Gruppe die Mehrheit der ländlichen Bevölkerung aus.

➡ Es liegt auf der Hand, daß die Durchsetzung zumeist mit erheblichen politischen Problemen verbunden sein wird - aber erst durch die Erfüllung dieser Forderungen kann der Erfolg der Kleinbewässerung auch langfristig gesichert werden.

EMPFOHLENE LITERATUR

1. BOOHER, L.J., "Surface Irrigation." FAO (Rome), 1974.
 2. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANISATION, (Rome). Irrigation and Drainage Papers:
 - No. 1. Irrigation Practice and Water Management, 1971.
 - No. 3. Design Criteria for Basin Irrigation Systems, 1971.
 - No.12. Farm Water Management Seminar (Manila), 1972.
 - No.24. Crop Water Requirements, 1977.
 - No.30. Self-Help Wells, 1977.
 3. HAGAN; HAISE and WESTMINSTER; "Irrigation of Agricultural Lands." (Madison, Wisconsin), 1967.
 4. "Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern." Band 1 und 2 (Stuttgart), 1976.
 5. ISRAELSEN, O.W.; and HANSEN, V.E., "Irrigation Principles and Practices." (New York, London), 1962.
 6. KREEB, K., "Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen." (Stuttgart), 1964.
 7. RUTHENBERG, H., "Farming systems in the Tropics." (Oxford), 1971.
 8. SCHEFFER; and SCHACHTSCHABEL, "Lehrbuch der Bodenkunde." (Stuttgart), 1976.
 9. STERN, P., "Small Scale Irrigation." Intermediate Technology Development Group, (London, Bet Dagan, Ottawa), 1979.
 10. WITHERS, B.; VIPOND, S; and LECHER, K., "Bewässerung." (Berlin, Hamburg), 1978.
- English version: "Irrigation--Design and Practice." (London), 1974.

ANHANG

- A. Einfaches Vermessungsverfahren
- B. Ungefähre Durchflußmessung
- C. Feldmethode zur Bestimmung der Korngrößenverteilung eines Bodens
- D. Anleitung zur Feststellung der verfügbaren Bodenfeuchte nach Gefühl oder Aussehen des Bodens
- E. Wehre
- F. Siphon
- G. Energieverbrauch von Pumpen
- H. Formeln zur Finanzanalyse

Anhang A

EINFACHES VERMESSUNGSVERFAHREN

Hier werden Instruktionen angegeben für die Erstellung eines Planes mit einem Meßtisch.
Solche Karten werden für Bewässerung, Entwässerung und Dorfplanung verwendet.

Werkzeug und Material

Flacher Tisch
Papier
Stift
Lineal
Nadel
Meßband
Wasserwaage

Schrittmessung

Wenn keine langes Meßband zur Verfügung steht, soll als erstes die Schrittlänge bestimmt werden: eine 30 m langes Stück soll auf flachem Gelände gemessen werden. Wenn nur ein 30 cm langes Lineal verfügbar ist, kann es benutzt werden, um einen Meter auf einem Stock abzumessen. Mit diesem Stock können die 30 Meter abgemessen werden. Das Abschreiten muß regelmäßig erfolgen, dabei werden die Schritte gezählt, die er für die 30m braucht. Eine einfache Teilung ergibt dann die Schrittlänge.

Maßstab

Dann wird der Maßstab festgesetzt. Er ergibt sich aus der längsten zurechenbaren Entfernung und der gewünschten Kartengröße. Der Plan braucht nicht auf einem Stück Papier gezeichnet zu werden, sondern kann aus mehreren Stücken Papier zusammengesetzt werden. Zum Beispiel: wenn Sie einen 80 cm langen Plan von einer Fläche haben wollen, deren längste Strecke 800 m ist, beträgt der Maßstab 1 m zu 1 cm.

Erstellen des Planes

1. Papier auf dem Meßtisch legen und den Meßtisch auf einem wichtigen Platz der Oberfläche ausrichten; z.B. Weg, Straße oder Baum.
2. Stecken Sie vertikal eine Nadel in den Plan, die diesen Platz kennzeichnet.
3. Richten Sie den Meßtisch mit z.B. einer Wasserwaage eben. Wenn eine solche nicht vorhanden ist, können Sie etwas leicht Rollendes benutzen.
4. Drehen Sie den Tisch so, daß der Plan in der gewünschten Richtung gemacht werden kann.

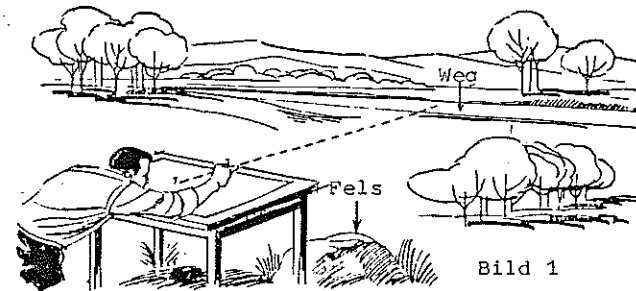


Bild 1

5. Visieren Sie über die Nadel einen anderen wichtigen Punkt an der von dem Tisch sichtbar ist (eine Kurve von einer Straße, einen Hügel o.ä.). Ein Lineal kann als Ziellinie benutzt werden. Dazu werden 2 Nadeln in das Lineal gesteckt.
6. Ziehen Sie eine Gerade in der durch die Nadeln festgelegten Richtung.
7. Messen Sie durch Abschreiten oder mit einem Maßstab die Länge zu dem beobachteten Punkt.
8. Rechnen Sie diese Entfernung in den Maßstab der Karte um und zeichnen Sie entsprechend ein, beginnend beim Ausgangspunkt.
9. Wiederholen Sie dieses Vorgang für andere wichtige Orte, die vom dem Platz aus gesehen werden können (s. Abb. 2).
10. Wenn dies erfolgt ist, stellen Sie den Tisch an einem der beobachteten Punkte auf, von dem aus eine günstige Beobachtung möglich ist. Folgen Sie zum Beispiel einer Straße oder einem Bach.
11. Richten Sie den Tisch aus, indem Sie Nadeln in den jetzigen und den vorherigen Punkt stecken. Dadurch erhalten Sie die Linie, die diese Punkte verbindet, entsprechend ihrer Lage in Gelände. Damit wird Karte richtig ausgerichtet.
12. Von diesem neuen Ort aus markieren Sie den gut sichtbaren Punkte.

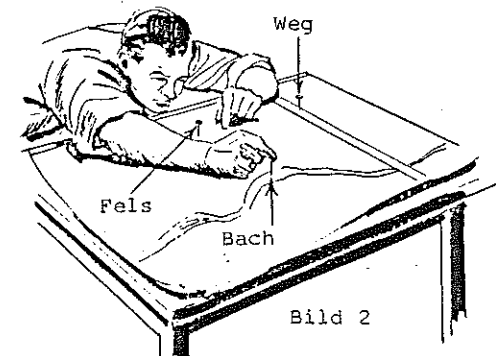


Bild 2

Auf diese Weise wird das gesamte zu vermessende Gelände aufgezeichnet. Falls Lücken entstehen oder eine genauere Vermessung nötig wird, gehen Sie auf einen vermessenen Ort zurück, richten Sie die Karte auf einen zweiten Ort aus, und verfeinern Sie die Karte.

Wenn Sie einige Orte auf der Karte eintragen wollen, diese aber nicht ausmessen, ziehen Sie auf dem Plan eine Gerade in der betreffenden Richtung. Merken Sie aber auf jeden Fall an, daß die Entfernung noch gemessen werden muß.

Relative Höhen

Falls eine Wasserwaage zur Verfügung steht, kann damit der Tisch eben ausgerichtet werden und dann über ein Lineal oder andere Visierlinien relative Höhen auf der Karte markiert werden.

Ein etwa 2 oder 3 Meter langer Stock wird mit einer Zentimeter-Einteilung versehen. Während eine Person einen Finger vertikal an dem Maßstab bewegt, kann eine andere, die über den Tisch visiert, die Höhe ablesen.

Entnommen aus: VITA - Village Technology Handbook, 1975

Anhang B

- UNGEFÄHRE DURCHFLUSSMESSUNG -

Dies ist eine grobe, aber schnelle Methode zum Abschätzen des Durchflusses von Bächen. Bei der Suche nach geeigneten Wasserläufen für Trinkwasserversorgung, Bewässerung oder Energieerzeugung sollten alle vorhandenen Bäche gemessen werden.

Wenn die Wasserquellen über eine längere Zeit genutzt werden sollen, müssen die Daten über ein ganzes Jahr hinweg gesammelt werden, besonders Hoch- und Niedrigwasser. Die Anzahl der Bäche und ihre Durchflußänderungen zu kennen, ist eine wichtige Grundlage für die Auswahl der erforderlichen Einrichtungen.

Werkzeuge und Material

Möglichst eine Uhr mit Sekundenzeiger
Maßband
Schwimmer (s. unten)
Stab zur Messung der Tiefe

Folgende Gleichung ermöglicht eine schnelle Bestimmung des Durchflusses :

$$Q = K \times A \times V \text{ mit}$$

Q = Durchfluß in Litern pro Sekunde

A = Durchflußquerschnitt des Baches, senkrecht zur Fließrichtung, in Metern

V = Fließgeschwindigkeit, Meter pro Minute

K = Korrektionsfaktor, wird gebraucht, da die Oberflächengeschwindigkeit normalerweise größer ist als die Durchschnittsgeschwindigkeit. Bei normalem Durchfluß ist K = 850, bei Hochwasser K = 900-950.



Bild 1

Bestimmung des Durchflußquerschnittes

Da der Bach unterschiedliche Tiefen in seinem Verlauf aufweist, sollte eine Stelle mit durchschnittlicher Tiefe ausgewählt werden.

1. Stellen Sie den Maßstab 50 cm vom Ufer entfernt senkrecht in den Bach.
2. Notieren Sie die Wassertiefe.
3. Stellen Sie den Maßstab 1 m vom Ufer in einer geraden Linie wieder in den Bach.
4. Notieren Sie die Tiefe.
5. Wiederholen Sie dies in 50 cm Intervallen, bis Sie den Bach durchquert haben.

Notieren Sie bei jeder Messung die Tiefe. Zeichnen Sie ein Netz wie in Bild 2 gezeigt und tragen Sie die gemessenen Tiefen ein, so daß Sie einen Querschnitt des Baches erhalten. Häufig wird dafür ein Maßstab von 1 cm zu 10 cm verwendet. Durch Zählen der Rasterquadrate bzw. deren Bruchteile erhalten Sie der Durchflußquerschnitt, der hier zum Beispiel etwas weniger als 4 Quadratmeter beträgt.

Bestimmung der Fließgeschwindigkeit

Messen Sie die Länge, die ein Schwimmer in einer Minute oder Bruchteilen davon zurücklegt. Die Bachbreite sollte auf der Fließstrecke gleichbleibend sein und im Bach auf der Meßstrecke keine Schnellen vorkommen.

Ein zu leichter Schwimmer, wie z.B. ein Holzpan, wird infolge von Wind oder Strömungen häufig seinen Kurs ändern. Ein beschwerter Schwimmer, der senkrecht in Wasser schwimmt, wird seinen Kurs nicht so leicht ändern. Eine leichte Röhre oder eine Blechdose, die so mit etwas Wasser oder Sand, beschwert werden, daß nur ein Teil über Wasser liegt, werden ihren Kurs nicht so leicht verändern und damit gute Meßschwimmer abgeben.

Messen von breiten Strömen

Bei einem breiten und unregelmäßigen Strom ist eine Unterteilung in 2 oder 3 Meter-Schritte sinnvoller. Für jeden wird die Fläche und Geschwindigkeit bestimmt. Q wird für jede einzeln errechnet und ergibt aufaddiert Qs, die Gesamtdurchflußmenge.

Beispiel (s. Bild 2) :

- Durchflußquerschnitt ist 4 Quadratmeter
- Fließgeschwindigkeit ist 6 Meter in 0,5 Minuten zurückgelegt.

Normaler Durchfluß

$$Q = 850 \times 4 \times \frac{6 \text{ Meter}}{0,5 \text{ Minuten}}$$

$$= 40.800 \text{ l/m}$$

$$= 680 \text{ l/s.}$$

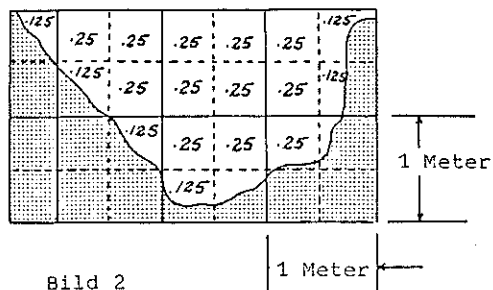
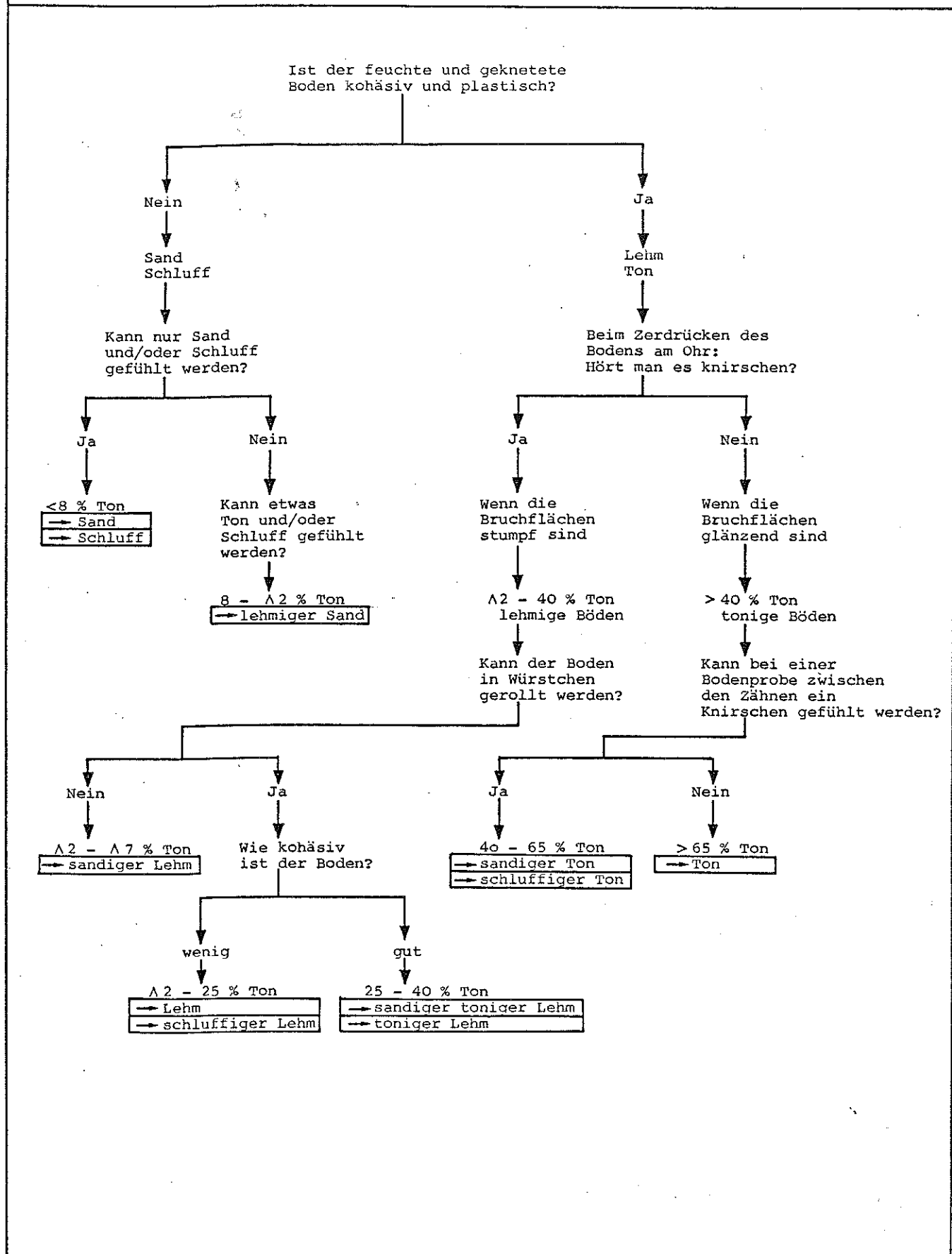


Bild 2

Entnommen aus:
VITA - Village Technology
Handbook, 1975

FELDMETHODE ZUR BESTIMMUNG DER KORNGRÖSSENVERTEILUNG EINES BODENS



Anhang D

ANLEITUNG ZUR FESTSTELLUNG DER VERFÜGBAREN BODENFEUCHTE NACH GEFÜHL ODER AUSSEHEN DES BODENS			
verfügbare Boden- beuchte Prozent (%)	lehmige Sande und sandige Lehme (grobe Textur)	feinsandiger Lehm und schluffiger Lehm (mittlere Textur)	schluffig, tonige Lehme und tonige Lehme (feine Textur)
0-25	trocken, locker, fließt durch die Finger	pulvrig, manchmal leicht krustig aber leicht zu Pulver zu zerbrö- ckeln	fest, kompakt, krustig, schwer zu Pulver zu zer- bröckeln
25-50	scheint trocken zu sein, kann nicht durch Zu- sammendrücken zu einem Klumpen geformt werden	teilweise kohäsiv, hält beim Zusam- mendrücken	etwas biegsam, bildet Klumpen unter Druck
50-75	bildet Klumpen unter Druck, hält jedoch selten beim Aufschlag	bildet Klumpen, etwas plastisch, leicht klebrig beim Zusammen- drücken	bildet Klumpen, zerquetschbar zwischen Daumen und Zeigefinger, fühlt sich matsch- ig an
75-100	bildet weiche Klumpen, bricht teilweise beim Aufschlag, matscht nicht	bildet sehr wei- che Klumpen, sehr klebrig	leicht zwischen Daumen und Zeige- finger zu zer- quetschen, fühlt sich matschig an
100 (FK)	beim Quetschen, kein freies Was- ser aber die Hand- fläche wird feucht, klebt am Daumen beim Rollen zwisch- en Daumen und Zei- gefingern	idem	idem
gesättigt	freies Wasser erscheint, beim Zusammenquetschen	idem	idem

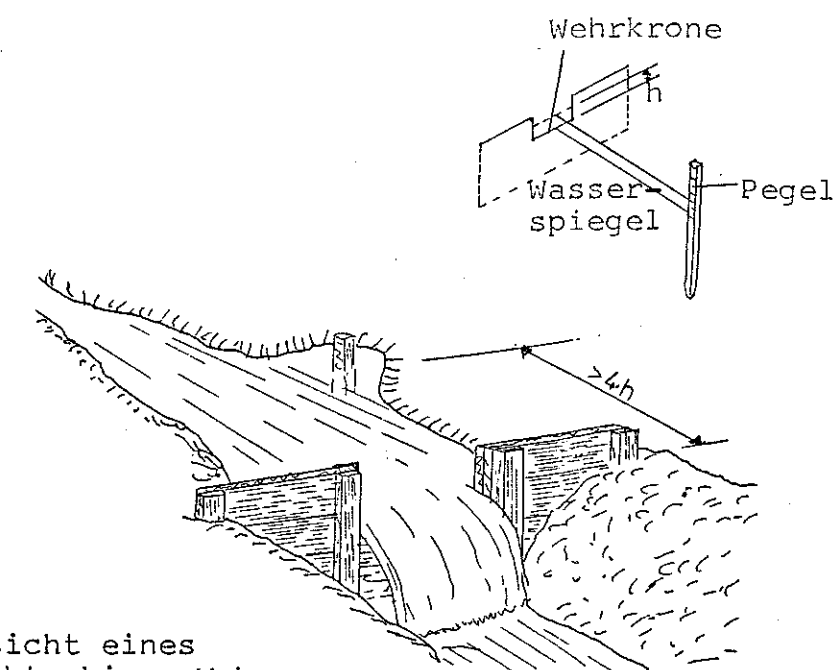
Entnommen aus: PILLSBURY, A.F. "Sprinkler Irrigation"
FAO, (Rome) 1968

- WEHRE -

Wehre sind einfach in der Herstellung, zuverlässig, dabei genau im Gebrauch. Sie werden aus Holz oder Metall hergestellt.

Der Durchfluß Q ist eine Funktion aus Durchflußbreite b , Überfallhöhe h und eventuell Anströmgeschwindigkeit v_a . Er kann aus einer Formel errechnet oder aus Diagrammen bzw. Tabellen abgelesen werden.

Das Wehr muß rechtwinklig zur Strömung stehen. Wegen des "draw-down"-Effektes vor der Wehrkrone soll der Pegel mindestens $4 \times h$ (h = maximale Überfallhöhe) vor dem Wehr stehen. (s. Darstellungen).



Ansicht eines
rechteckigen Wehres

Die Anströmung soll über eine längere Strecke gleichförmig erfolgen; die Anströmgeschwindigkeit $v_a < 15$ cm/s betragen. Gegebenenfalls muß zu ihrer Reduzierung der Kanal vor dem Wehr etwas verbreitert werden.

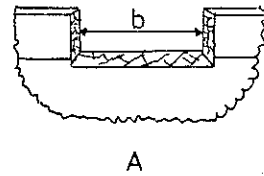
Der Pegel soll am Rande des Kanals stehen. Es ist darauf zu achten, daß sich vor dem Wehr und am Pegel kein Sand etc. ablagert.

Für eine scharfe Überfallkrone wird am besten eine ca. 2 mm starke Metallplatte verwendet.

Das Wehr kann auch als Absturzbauwerk genutzt werden. Hinter dem Wehr sollte der Kanal mit Steinen o.ä. befestigt werden, damit es infolge der Überfallhöhe nicht zu Erosion kommt.

Hier werden 3 Arten von Wehren betrachtet.

- Rechteck-Wehr -



Es ist gekennzeichnet durch horizontale Krone und vertikale Seiten. Die Höhe von Kanalsohle vor dem Wehr zur Krone sollte mindestens doppelt so groß sein wie h. Die Tabelle zeigt Werte für Q in Abhängigkeit von b und h.

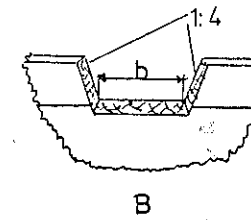
$$Q = 1,838 \times (b - 0,2 \times h) \times h^{1,5} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

b = Überfallbreite (m)
h = Überfallhöhe (m)

DURCHFLUSS Q (m ³ /s) für STANDARD-RECHTECK-WEHR						
Überfall- höhe h (m)	Überfallbreite b (m)					
	0,30	0,40	0,50	0,75	1,00	1,50
0,015	0,0010	0,0013	0,0013	0,0025	0,0034	0,0051
0,030	0,0028	0,0038	0,0047	0,0071	0,0095	0,0143
0,060	0,0078	0,0105	0,0132	0,0199	0,0267	0,0402
0,090	0,0140	0,0190	0,0239	0,0363	0,0487	0,0736
0,120	0,0211	0,0287	0,0364	0,0555	0,0746	0,1128
0,15	0,0288	0,0395	0,0502	0,0769	0,1036	0,1570
0,18		0,0511	0,0651	0,1002	0,1353	0,2055
0,24			0,0977	0,1517	0,2058	0,3139
0,30				0,2084	0,2804	0,4350
0,42					0,4584	0,7086
0,60						1,1791

(1 m³/s ≅ 1000 l/s)

- Cipoletti-Wehr -

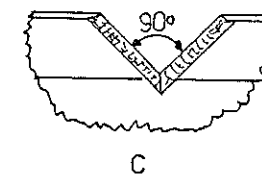


Die Neigung der Seiten beträgt 1 zu 4 (horizontal zu vertikal). Es ist dem Rechteck-Wehr sehr ähnlich.

$$Q = 1,86 \times b \times h^{1,5} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

DURCHFLUSS Q (m ³ /s) für CIPOLETTI-WEHR						
Überfall- höhe h (m)	Überfallbreite b (m)					
	0,30	0,40	0,50	0,75	1,00	1,50
0,015	0,0010	0,0014	0,0017	0,0026	0,0034	0,0051
0,030	0,0029	0,0039	0,0048	0,0072	0,0097	0,0145
0,060	0,0082	0,0109	0,0137	0,0205	0,0273	0,0410
0,090	0,0151	0,0201	0,0251	0,0376	0,0502	0,0753
0,120	0,0232	0,0309	0,0386	0,0580	0,0773	0,1159
0,15	0,0324	0,0432	0,0540	0,0810	0,1080	0,1620
0,18		0,0568	0,0710	0,1065	0,1420	0,2129
0,24			0,1093	0,1639	0,2186	0,3278
0,30				0,2291	0,3054	0,4582
0,42					0,5060	0,7590
0,60						1,2959

- Dreieckswehr -



Die Achse des Wehres liegt in Kanalmitte. Die beiden Seiten sind 45° zur Vertikalen geneigt.

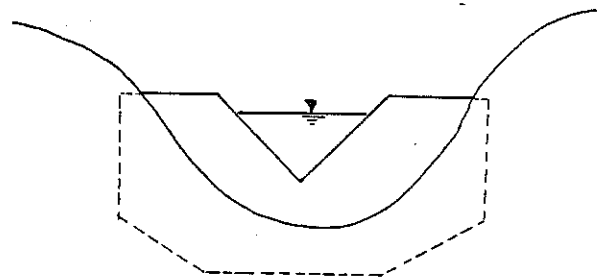
Das Wehr ist besonders geeignet für kleine Durchflüsse.

$$Q = 1,368 \times h^{2,5} \text{ (l/s)}$$

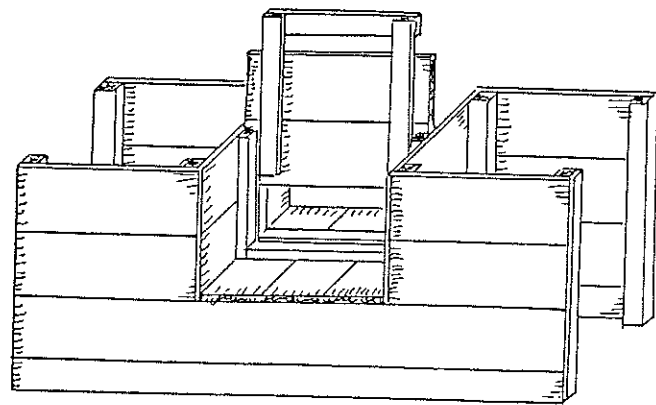
h = Wassertiefe über der Dreiecksspitze (cm)

h (cm)	Q (l/s)	h (cm)	Q (l/s)
5	0,8	11	5,5
6	1,1	12	6,8
7	1,7	13	8,3
8	2,5	14	10,0
9	3,3	15	11,9
10	4,3	16	14,0

In kleineren Kanälen lässt sich das Dreiecks-Wehr leicht einbauen. In kleinen Erdkanälen genügt es, eine Stahlplatte in der Erde einzudrücken. (siehe Abbildung).



In ausgekleideten Kanälen kann die Wehrplatte in vorbereitete Nutzeingeschoben werden. In diesem Fall kann mittels einer entsprechenden Platte auch der Kanal ganz abgesperrt werden. Durch unterschiedliche Plattenhöhen können verschiedene Wasserstände im Kanal hervorgerufen werden (zum Aufstau vor Feldeinläufen).



Doppelseitiges Stau-Wehr
(U.S.D.A. Farmers Bul. 1243)

Wenn man hinter einem Cipolètti-Wehr rechtwinklig zu diesem eine scharfkantige Platte aufstellt, kann mit dieser das überfallende Wasser in einem bestimmten Verhältnis aufgeteilt werden. Damit können die 3 Funktionen Aufstau, Messung und Teilung in einem Gerät vereinigt werden.

Wichtig sind dabei langer Anströmweg, von Sand o.ä. freies Kanalbett und scharfe Wehrkanten.

- SIPHON -

Der hier beschriebene Siphon aus Metall (s. Bild 1) kann für Bewässerungszwecke verwendet werden. Schmiede können ihn leicht herstellen und reparieren. Ein Siphon kann ebenfalls aus einem Stück Gummischlauch oder durch Biegen einer Plastikröhre gebaut werden.

Werkzeuge und Material

Verzinktes Blech

Schlosserwerkzeug : Lötmittel, Zinnstückchen, Hammer, Amboß.

Eine Bauanleitung ist aus Bild 2 zu ersehen.

Zweck dieses Siphons ist die Wasserentnahme aus einem Kanal, ohne dabei die Böschung zu beschädigen. Infolge von Erosion wird in vielen Böden ein kleines Loch schnell zu einem großen, importierte Plastiksiphons sind häufig teuer, brechen leicht und sind schwer zu reparieren.

Zur Inbetriebnahme eines Siphons gibt es mehrere Möglichkeiten. Die einfachste ist, den Siphon ins Wasser zu legen, bis er sich gefüllt hat. Dann wird der Siphon in die in Bild 1 gezeigte Stellung gebracht. Dabei wird das eine Ende mit der Hand zugehalten, um Lufteintritt zu verhindern. Die andere Öffnung darf während des Vorganges nicht aus dem Wasser kommen. Wenn der Siphon richtig liegt, wird die Hand weggenommen, und das Wasser beginnt zu fließen. Das Ende des Siphons ausserhalb des Grabens muß tiefer liegen als der Wasserspiegel im Graben.

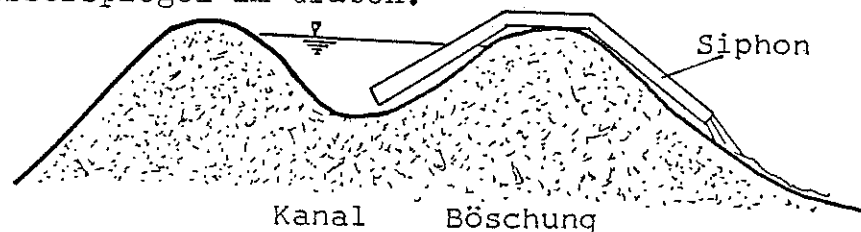


Bild 1

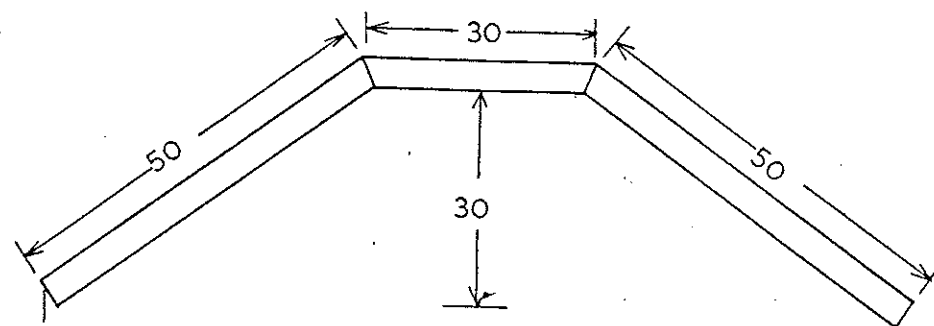


Bild 2

Ø 2 + 8 cm

Alle Verbindungen müssen luftdicht sein.

Entnommen aus: VITA-Village Technology Handbook, 1975

- ENERGIEVERBRAUCH VON PUMPEN - (Beispiel)

1) Errechnung der Förderhöhe

- a) Feststellung der senkrechten Höhe vom Wasserspiegel bis zum Aufstellungsort der Pumpe = 4,00 mWs
- b) Reibungsverluste in der Saugleitung = 1,00 mWs
- Gesamtsaughöhe = 5,00 mWs

2) Leistungsbedarf an der Pumpenwelle (Ni in PS)

$$N_i = \frac{\text{Fördermenge } Q \text{ (m}^3/\text{h}^3) \times \text{Förderhöhe } H \text{ (m)}}{2,7 \times \text{Wirkungsgrad der Pumpe (\%)}}$$

Beispiel : $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$; $H = 5,00 \text{ m}$
Wirkungsgrad = 60 %

$$N_i = \frac{40 \times 5,00}{2,7 \times 60} = 1,25 \text{ PS}$$

3) Motorleistung (ne in PS)

$$N_e = 1,2 \times N_i \text{ (PS)}$$

Beispiel : $N_e = 1,2 \times 1,25 = 1,5 \text{ PS}$

4) Energieverbrauch

a) Stromverbrauch in kWh = $\frac{N_i}{1,36} \times 1 \text{ h}$

Motorwirkungsgrad : 84 %

Beispiel : Stromverbrauch = $\frac{1,25}{0,84 \times 1,36} \times 1 = 1,1 \text{ kWh}$

b) Dieselkraftstoffverbrauch be in g/PS x h (Gramm je PS und Stunde)

überschlägig be = 200 g/PS x h

Beispiel : Dieselkraftstoffverbrauch bei einem Leistungsbedarf von 1,25 PS an der Pumpenwelle

$$1,25 \times 200 = 250 \text{ g/h} \hat{=} 0,28 \text{ l/h}$$

(1 Liter Dieselkraftstoff = 880 Gramm)

Diese Berechnungen setzen gut gewartete Maschinen voraus .

(Nach PERROT-Fäustzahlen für den Berechnungspraktiker, Calw, 1977)

ANHANG HFORMELN zur FINANZ - ANALYSE1. Zukunftswert einer Investition (Verzinsung)

$$A = P \cdot (1 + i)^n$$

mit A = Zukunftswert der Investition

P = Gegenwartswert der Investition

i = Zinsfuß

n = Anzahl der Jahre

$(1 + i)^n$ wird als Akkumulationsfaktor bezeichnet

2. Gegenwartswert einer zukünftigen Investition (Diskontieren)

Die Formel wird angewendet, um den Gegenwartswert einer Investition in n Jahren zu ermitteln, unter der Annahme, daß das Geld bei einem gegebenem Zinsfuß gezahlt wird.

$$P = A \cdot (1 + i)^{-n} = A \cdot \frac{A}{(1 + i)^n}$$

mit P = Gegenwartswert

A = Zukunftswert der Investition

i = Diskontsatz

n = Anzahl der Jahre

$(1 + i)^{-n}$ ist der Diskontierungsfaktor

3. Zukunftswert einer Annuität

Mit Hilfe der Formel wird der Gesamtwert einer Investition nach einer Anzahl von jährlichen Zahlungen (Annuitäten) zum Zeitpunkt der letzten Zahlung bestimmt.

$$A = R \cdot \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

mit A = die Gesamtsumme, die aus n jährlichen Zahlungen mit dem Zinssatz i gebildet wird (Rentenendwert).

R = gleichbleibende Rate in den kommenden n Jahren

i = jährlicher Zinssatz

n = Anzahl der jährlichen Zahlungen

$\frac{(1 + i)^n - 1}{i}$ ist der gleichbleibende jährliche Kapitalisierungsfaktor

4. Gegenwartswert einer Annuität

Der Gegenwartswert der Gesamtsumme jährlicher Zahlungen (siehe Punkt 3.) wird mit der folgenden Formel berechnet :

$$P = R \cdot \frac{(1 + i)^n - 1}{i \cdot (1 + i)^n}$$

mit P = Gegenwartswert der Summe, zu der sich n jährliche Zahlungen akkumulieren (Rentenbarwert).

R = die jährliche Zahlung

i = jährlicher Zinssatz

n = Anzahl der jährlichen Zahlungen