

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Solothurn
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Solothurn
Band: 26 (1973)

Artikel: Beiträge zur Hydrologie des unteren Emmentals
Autor: Bloch, Tristan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-543299>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

TRISTAN BLOCH

—

BEITRÄGE ZUR HYDROLOGIE
DES UNTEREN EMMENTALS

BEITRÄGE
ZUR HYDROLOGIE DES UNTEREN
EMMENTALS

Von
TRISTAN BLOCH

INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis der:

- Tafeln	112
- Figuren	112
- Beilagen	113
- Abbildungen	114

1. TEIL

1. <i>Einleitung und Problemstellung</i>	115
2. <i>Geographische Lage des Arbeitsgebietes</i>	116
3. <i>Abgrenzung des Arbeitsgebietes</i>	116
4. <i>Stau- und Kraftwerke Emmental (nicht ausgeführte Projekte)</i>	117
4.1 Allgemeine Aspekte	117
4.2 Die Standortfrage	119
4.3 Der Wasserwirtschaftsplan	120
4.4 Der Einfluß der Talsperre auf ihre Umgebung	122
4.5 Hydraulische Akkumulierung	123
4.6 Technische Angaben zum Projekt	123
4.7 Das Absatzgebiet	130

2. TEIL

1. <i>Geologie</i>	135
1.1 Tertiäre Ablagerungen	135
1.2 Quartärablagerungen	138
2. <i>Die Klimaverhältnisse im Untersuchungsgebiet</i>	140
2.1 Das Klima im allgemeinen	140
2.2 Der Klimaverlauf während der Untersuchungsperiode	152

3. TEIL

Wasserkreislauf und Teilwasserbilanz

1. <i>Die Niederschläge</i>	155
1.1 Aufbau des Beobachtungsnetzes	155
1.2 Beurteilung der Meßstationen	155
1.3 Räumliche Verteilung der Niederschläge	172
1.4 Zeitliche Verteilung der Niederschläge	185
1.5 Niederschlagstage und Niederschlagsintensitäten	191
2. <i>Die Oberflächengewässer</i>	196
2.1 Das Flußnetz	196

2.2	Meßstationen und Meßmethode	198
2.3	Kurze Beschreibung der einzelnen Stationen	202
2.4	Verschiedene Abflußmessungen	228
2.5	Wasseruntersuchungen, Temperaturen	229
2.6	Die Emme und ihre Ufer	232
2.7	Das Kanalsystem in Burgdorf	261
3.	<i>Das Grundwasser</i>	268
3.1	Bildung des Grundwassers	268
3.2	Beobachtungsnetz und Meßmethoden	274
3.3	Grundwasserspiegelschwankungen und Mächtigkeiten des Grundwasser- leiters	277
3.4	Temperaturverhältnisse und Qualität des Grundwassers	283
3.5	Beziehungen zwischen Kanalsystem und Grundwasserspiegel	289
4.	<i>Quellen und Quellgebiete</i>	290
4.1	Das Gebiet südlich von Kirchberg	290
4.2	Die Region Fraubrunnen	291
4.3	Das Quellgebiet Utzenstorf	293
4.4	Das Quellgebiet westlich Willadingen	296
5.	<i>Mathematisch-statistische Untersuchungen</i>	299
6.	<i>Wasserbilanz am Beispiel Limpachtal</i>	302

4. TEIL

Die Wasserversorgungen des Untersuchungsgebietes

1.	<i>Allgemeines</i>	305
2.	<i>Die Wasserversorgung der Stadt Burgdorf</i>	313
2.1	Historischer Rückblick	313
2.2	Das Pumpwerkprojekt an der Wynigenstraße	317
2.3	Die Quellfassungen im Gebiet «Tannen-Lauterbach»	319
2.4	Das Stadelbachquellengebiet	323
2.5	Projekt und Realisierung des Pumpwerks im Schachen	324
2.6	Das Projekt vom 11./12. Juli 1953	326
2.7	Zukünftige Trinkwassererschließung	329
2.8	Bevölkerungsentwicklung und Prognose	331
2.9	Statistischer Anhang	333
3.	<i>Die Gemeindewasserversorgung Utzenstorf</i>	339
3.1	Die Vorgeschichte	339
3.2	Der Ausbau 1952	341
3.3	Zukunftsaspekte	343
3.4	Feuerlöschtechnische Aspekte	344
4.	<i>Die Wasserversorgung Vennersmühle</i>	345
4.1	Die Vorgeschichte	345
4.2	Ausbau und Verbesserungen	347

4.3 Statistische Angaben	348
4.4 Zukunftsaspekte	350
5. <i>Wasserversorgung Steinenberg</i>	353
5.1 Entstehungsgeschichte	353
5.2 Zukunftsaspekte	356
6. <i>Vorschläge für die Durchführung weiterer Untersuchungen</i>	360
<i>Literaturverzeichnis</i>	361

TAFELN

Tafel 1	Klimadaten der Stationen Oeschberg, Bern und Solothurn	143
Tafel 2	Termine mit Nebel; Stationen Bern, Oeschberg und Solothurn	146
Tafel 3	Sonnenscheindauer in Stunden; Stationen Bern und Oeschberg	151
Tafel 4	Tabelle der Niederschlagsmeßstationen	156
Tafel 5	Tägliche Niederschlagswerte eigener Stationen	158
Tafel 6	Niederschlagswerte 1966/67	176
Tafel 7	Niederschlagswerte 1967/68	178
Tafel 8	Niederschlagswerte 1968/69	180
Tafel 9	Niederschlagswerte 1969/70	181
Tafel 10	Zahl der Niederschlagstage verschiedener Stationen	192
Tafel 11	Tabelle der Limnigraphenstationen	198
Tafel 12	Tabelle der Pegelmeßstellen	199
Tafel 13	Ergebnisse der Abflußmessungen	200
Tafel 14	Mittlere Tagesabflüsse der Jahre 1969 und 1970	218
Tafel 15	Wassertemperaturen der Oberflächengewässer	231
Tafel 16	Tabelle der Hochwasser 1934 bis 1963	239
Tafel 17	Hochwasser Station Emmenmatt	240
Tafel 18	Hochwasser Station Gerlafingen	241
Tafel 19	Verbauungen an der Emme gemäß Vorlage 1964	251
Tafel 20	Grundwasserspiegelmeßstellen	275
Tafel 21	Tabelle der Grundwassermeßstellen mit Schreiber	277
Tafel 22	Werte zur Amplitudenkarte	280
Tafel 23	Temperaturen ausgewählter Grundwasserbeobachtungsstellen	285
Tafel 24	Korrelationskoeffizienten zwischen den Meßwerten verschiedener Grundwasserbeobachtungsstationen	301
Tafel 25	Einzelne ausgewählte Angaben zur Wasserbilanz Limpachtal	304
Tafel 26	Bevölkerungsentwicklung im Amtsbezirk Burgdorf	306
Tafel 27	Bevölkerungsentwicklung im Amtsbezirk Fraubrunnen	307
Tafel 28	Zahlenwerte zu Figur 32	308
Tafel 29	Zahlenwerte zu Figur 33	312
Tafel 30	Wasserversorgung Burgdorf, Statistik I	334
Tafel 31	Wasserversorgung Burgdorf, Statistik II	336
Tafel 32	Wasserversorgung Burgdorf, Statistik III	337
Tafel 33	Bevölkerungsstatistik Wasserversorgung Vennersmühle	350

FIGUREN

Figur 1	Lageskizze Stau- und Kraftwerke Emmental	118
Figur 2	Geologisches Profil im Raume Burgdorf-Lützelflüh	135
Figur 3	Windverteilung der Stationen Oeschberg, Bern und Solothurn	144
Figur 4	Termine mit Nebel, Stationen Oeschberg, Bern und Solothurn	150
Figur 5	Sonnenscheindauer 1966–1969 in Bern und Oeschberg	152
Figur 6	Niederschlagskarte 1966/67	174
Figur 7	Niederschlagskarte 1967/68	174

Figur 8	Niederschlagskarte 1968/69	175
Figur 9	Niederschlagskarte 1969/70	175
Figur 10	Streifenausschnitt Limnigraphenstation Limpach/Kräiligen	184
Figur 11	Streifenausschnitt Pluviograph Wengi	184
Figur 12	Jahresniederschläge Burgdorf 1934–1970	185
Figur 13	Niederschlagsdiagramme der Stationen im Untersuchungsgebiet	186
Figur 14	Mittlerer Monatsabfluß und Extremwerte in Emmenmatt und Gerlafingen	206
Figur 15	Schmelzwasserkurve Limnigraph Burgdorf (4.–10.4.1971)	208
Figur 16	Hochwasserkurve Limnigraph Burgdorf (7.8.1970)	209
Figur 17	Limpachhochwasser bei Kräiligen	210
Figur 18	Dauerkurve Emme Gerlafingen 1965–1969	212
Figur 19	Dauerkurven der Jahre 1969 und 1970 (Limpach, Luterbach, Oesch, Rüegsbach, Urtenen)	213
Figur 20	Temperaturen von Emme, Urtenen und Limpach im Jahr 1970/71	230
Figur 21	Häufigkeitsverteilung der Hochwasser 1934–1963 in Gerlafingen und Emmenmatt	243
Figur 22	Schema des Kanalsystems in Burgdorf	263
Figur 23	Streifenausschnitte der Pluviographen Kaltacker und Wengi und der Grundwasserspiegelaufzeichnungen Burri	270
Figur 24	Streifenausschnitte Limnigraphenstation Burgdorf und Grundwasser- beobachtungsstelle Stalder	271
Figur 25	Streifenausschnitt Limnigraphenstation Burgdorf (15.–20.8.1970)	272
Figur 26	Streifenausschnitt Grundwasserbeobachtungsstelle Stalder (15.–20.8. 1970)	273
Figur 27	Ausgewählte Grundwasserganglinien	278
Figur 28	Temperaturverlauf der Stationen Emmehüsli, Rohr 118 und Sandeggen	284
Figur 29	Kartenausschnitt (1:25 000) mit Temperaturmeßstellen im Raume Frau- brunnen	292
Figur 30	Kartenausschnitt (1:25 000) mit Temperaturmeßstellen im Raume Utzen- storf	294
Figur 31	Situationsplan des Quellgebietes westlich Willadingen	298
Figur 32	Bevölkerungsentwicklung verschiedener Gemeinden (Graphik 1 bis 4)	309
Figur 33	Bevölkerungsentwicklung von Stadt und Amtsbezirk Burgdorf (Graphik 5)	313
Figur 34	Schema Hauptleitungsnetz der Wasserversorgung Burgdorf (Projekt vom 11./12.7.1953)	328
Figur 35	Bevölkerungsprognose Stadt Burgdorf	332
Figur 36	Graphische Darstellung ausgewählter Daten aus den Tafeln 31 und 32 .	338
Figur 37	Bevölkerungsentwicklung der Wasserversorgung Vennersmühle	351
Figur 38	Bevölkerungsentwicklung der Wasserversorgung Steinenberg	358

BEILAGEN

Beilage 1	Abflußkurve Emme/Burgdorf	363
Beilage 2	Abflußkurve Limpach/Kräiligen	364
Beilage 3	Abflußkurve Luterbach/Oberburg	365

Beilage 4	Abflußkurve Oesch/Koppigen	366
Beilage 5	Abflußkurve Rüegsbach/Rüegsau	367
Beilage 6	Abflußkurve Urtenen/Schalunen	368
Beilage 7	Netz der Meßstellen (1:25000)	
Beilage 8	Schwankungsamplituden und Isohypsen der Grundwasserspiegelfläche (1:50000)	

ABBILDUNGEN

Abb. 1	Aquitänmergelgrube der Ziegelei Weibel im Bütikofenmoos	137
Abb. 2	Eingang zum ehemaligen Steinbruch bei Ziegelbrücke SE Burgdorf ..	137
Abb. 3	Kiesgrube Fraubrunnen (Plateauschotter)	139
Abb. 4	Pluviograph Widenhof bei Kirchberg	157
Abb. 5	Detailaufnahme eines Pluviographen	157
Abb. 6	Feldweg im Limpachtal kurz nach heftigem Gewitter	182
Abb. 7	Hauptstraße im Limpachtal nach heftigem Gewitter	182
Abb. 8	Landwirtschaftsbetrieb im Limpachtal nach heftigem Gewitter	183
Abb. 9	Hauptstraße nach Schützenhaus im Limpachtal nach heftigem Gewitter	183
Abb. 10	Meßseilbahn an der Emme (linkes Ufer)	204
Abb. 11	Limnigraphenstation an der Emme im Winter 1970/71	204
Abb. 12	Durch ein Hochwasser im Jahr 1968 beschädigter Träger der Meßseilbahn	204
Abb. 13	Emme beim «Einlaß Gewerbekanal» südlich Burgdorf im Winter 1970/71	205
Abb. 14	Abflußmessung an der Emme	205
Abb. 15	Limnigraphenstation im Rüegsbach in Rüegsau	205
Abb. 16	Limpachhochwasser bei Kräiligen im Februar 1970	210
Abb. 17	Hochwassermarken und Pegelplatte an der Brücke in Bätterkinden ...	238
Abb. 18	«Heimet» Läng nach dem Dammbruch in Utzenstorf	256
Abb. 19	Emme bei Burgdorf am 26. September 1912	256
Abb. 20	Provisorische Verbauung des Anbruches am linken Ufer	257
Abb. 21	Linkes Ufer, Sporren Nr. 8–13 vom Notsteg aus aufwärts gesehen ...	257
Abb. 22	Emme bei Burgdorf am 26. Juni 1914, Blick von Sporren Nr. 13 abwärts	258
Abb. 23	Hochwasser beim Kanaleinlaß der Tenta-Werke im Herbst 1968	259
Abb. 24	Sommerliches Niedrigwasser bei Burgdorf, Blick von der AMP-Brücke nach Norden	259
Abb. 25	Betonblockwurf am rechten Ufer zwischen Burgdorf und Hasle	260
Abb. 26	Uferanriß unmittelbar südlich der Brücke Bätterkinden–Utzenstorf, Sommer 1971	260
Abb. 27	Umweltschutz im Emmental, Stand 1971	267
Abb. 28	Betriebsfähiger Sodbrunnen in Kernenried	288
Abb. 29	Mülibach westlich Utzenstorf	296
Abb. 30	Schöpfwerk Adam mit Speicher an der Oberdorfstraße in Utzenstorf ..	340
Abb. 31	Detailaufnahme des Schöpfwerkes Lüthy in der Ey, Utzenstorf	340
Abb. 32	Ausgetrockneter Quellbach in der Ey, Utzenstorf	344

1. Einleitung und Problemstellung

Als im Sommer 1966 das Geographische Institut mit der Grundlagenbeschaffung für den zu gründenden Regionalplanungsverband Burgdorf begann, wurde mir, unter Leitung von Herrn Professor F. GYGAX, die Beschaffung der hydrologischen Grundlagen übertragen.

Es galt vorerst, anhand eines intensiven Aktenstudiums eine generelle Bestandesaufnahme vorzunehmen und anschließend im Rahmen der finanziellen Mittel das bestehende hydrologische Netz zu erweitern. Dank der sich langsam anbahnenden Zusammenarbeit unserer Abteilung des Geographischen Institutes mit dem WEA (Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern) war später ein Weiterausbau des Beobachtungsnetzes möglich, indem 3 weitere Pluviographen und 4 zusätzliche Limnigraphen im Untersuchungsgebiet eingesetzt werden konnten. Im Sommer 1968 begann ich mit den Feldaufnahmen für die Grundlagenkarte. Es ging primär darum, die Angaben aus den zur Verfügung stehenden Akten (v.a. Konzessionsurkunden, Gutachten usw.) im Blatt Burgdorf (1:10000) zu verifizieren und eventuell neu gefaßte Quellen und Grundwasserfassungen ebenfalls zu kartieren. Nebenbei sei vermerkt, daß das in dieser Arbeit vorliegende Blatt Burgdorf besonders in den Berggebieten nicht vollständig ist, müßte doch jeder einzelne Hofbesitzer aufgesucht werden, um einen vollständigen Quellkataster aufzunehmen. Dies wäre zwar wünschenswert, würde aber den Rahmen dieser Dissertation bei weitem sprengen. Meine Aufgabe bestand weitgehend darin, für die Regionalplanung Burgdorf und das WEA ein hydrologisches Netz aufzubauen, damit für die weitere Planung und zum Beispiel die dringliche Errichtung der Schutzzonenkarte die notwendigen Unterlagen zur Verfügung stehen. Einigen Ingenieurbüros mußte ich Teilresultate bereits vor Abschluß der Arbeit zur Verfügung stellen, benötigten diese doch hydrologische Daten für Unterführungen, ARA-Zuleitungen, Kanalisationen usw. Im Regionalplanungsbericht wurde im Kapitel 1.3 auch bereits die kombinierte Grundwasser-Isohypsen- und Amplitudenkarte veröffentlicht. Im Abschnitt «Grundwasser» dieser Arbeit wird noch speziell darauf verwiesen.

Aufgrund der im Laufe der Jahre gesammelten Erfahrungen und der Interpretation der während dreier Jahre aufgezeichneten Ganglinien der etwa 70 Grundwassermeßstellen konnte ich das Beobachtungsnetz auf ein Minimum an mit Schreibpegeln versehenen Stationen reduzieren. Dieses Netz muß meines Erachtens auch in Zukunft überwacht werden, damit man im Bedarfsfalle Rückschlüsse für andere Zonen im Arbeitsgebiet ziehen kann,

so zum Beispiel für den Bau von Straßen, Brücken, Unterführungen, Kanalisationen, Tankanlagen oder zur Errichtung von Schutzzonen, Kehrichtdeponien oder zur Erteilung von Konzessionen bei Eröffnung von Kiesgruben usw.

Eine abschließende Wasserbilanz für das Untersuchungsgebiet kann im Winter 1971 noch nicht aufgestellt werden, fehlen doch noch verschiedene wichtige Bohrungen, die über die Tiefe der Molasse bzw. über die Mächtigkeit des Grundwasserleiters Auskunft geben. Somit muß ich mich in dieser Arbeit nebst dem soeben geschilderten Aufgabenkreis auf Teilergebnisse beschränken. Damit sind aber immerhin wesentliche Grundsteine gelegt, und die Gesamtwasserbilanz kann bei Vorliegen der noch fehlenden Bohrresultate mit geringem Aufwand errechnet werden.

2. Geographische Lage des Arbeitsgebietes

Die beiden Haupttäler der großen Emme und der Ilfis, welche sich bei Emmenmatt vereinigen, bilden gesamthaft betrachtet das «Emmental». Etymologisch stammt der Begriff Emme aus dem gallischen «ambis», was soviel wie Bergbach, Fluß bedeutet. Der Begriff Emmental weist aber verschiedene Bedeutungen auf, wird er doch vorwiegend für das gebirgige Gebiet der Amtsbezirke Trachselwald und Signau verwendet. Das Tal der Emme hat andererseits auch noch Anteil an den Amtsbezirken Thun, Kollnigen, Burgdorf und Fraubrunnen. Die Grenze zwischen oberem und unterem Emmental wird allgemein in der Region Ramsey angenommen, womit die südliche Grenze meines Arbeitsgebietes gegeben ist.

Topographisch muß aber dieses untere Emmental noch gegliedert werden in den relativ engen Teil von Ramsey bis Burgdorf mit den Ortschaften Lützelflüh, Hasle, Rüegsaach und Oberburg. Gebildet werden diese steilen Talhänge durch die Molasse (Burdigalien, Helvetien und Tortonien). Ab Burgdorf öffnet sich das Tal vor allem in westlicher Richtung. Der östliche Talrand ist bis Kirchberg noch sehr ausgeprägt und besteht aus aquitaner Molasse mit auflagernder Moräne der letzten Vergletscherung. Vollständig öffnet sich das Tal dann ab Kirchberg, was allerdings nicht ausschließt, daß vereinzelt noch Molassesporne und Buckel unter Moränenbedeckung auftauchen.

3. Abgrenzung des Arbeitsgebietes

Während im Norden das Untersuchungsgebiet durch die Kantonsgrenze Bern/Solothurn gegeben ist, deckt sich im Süden die Grenze mit dem oben erwähnten Übergang vom oberen ins untere Emmental.

Nicht ganz so einfach verlaufen die Ränder im Westen und Osten, da nicht nach politischen Gesichtspunkten vorgegangen werden kann. Für die Westgrenze gilt im engeren Sinn die Linie Lützelflüh–Burgdorf–Fraubrunnen–Bätterkinden–Kräiligen. Das Limpachtal muß insofern ins Untersuchungsgebiet eingeschlossen werden, als sich in Wengi eine durch uns errichtete Niederschlagsstation befindet, die – als einzige übrigens für das ganze Limpachtal – für die Beurteilung des Abflußgeschehens in diesem Tal von entscheidender Bedeutung ist. Als östliche Umrandung ist die Linie Lützelflüh–Burgdorf–Oberösch–Höchstetten–Kantonsgrenze anzusehen.

Es sei hier allerdings noch erwähnt, daß die Quellen des Limpachs, der Urtenen, des Luterbachs, des Rüegsbachs und der Oesch zum Teil beträchtlich außerhalb der soeben erwähnten Grenzen liegen. Da aber die Abflüßmengen dieser mit Ausnahme der Oesch seitlichen Nebenflüsse der Emme kurz vor dem Eintritt in dieselbe bestimmt werden müssen, also lediglich noch die Größe des Einzugsgebiets festzulegen ist, scheint es mir angebracht, nur das effektive Untersuchungsgebiet als Arbeitsgebiet zu bezeichnen.

4. Stau- und Kraftwerke Emmental

(Nicht ausgeführte Projekte)

4.1 ALLGEMEINE ASPEKTE

Befragt man heute die Bewohner des Emmentals nach einem großen Kraftwerkprojekt an der Emme, so wird einem klar, daß dieses einst in der Talschaft der großen Emme hochaktuelle Projekt praktisch ganz in Vergessenheit geraten ist. Nur noch sehr wenige Personen wissen Bescheid. Viel Glück war mir aber bei der Abklärung einiger Fragen, die das Kanalsystem in Burgdorf betreffen, beschieden, als mir der ehemalige Verwalter des Elektrizitätswerkes Burgdorf [32] erzählte, alle die Kraftwerkanlage betreffenden Studien, Pläne, Akten und Protokolle seien in seinem Estrich noch vorhanden. Die Angaben in diesem Kapitel sind zum Teil aus den oben erwähnten Akten entnommen und wurden durch mündliche Angaben ergänzt.

1908 wurde die «Genossenschaft der Stau- und Kraftwerke Emmental» gegründet. Bei den Mitgliedern der heute noch bestehenden Genossenschaft handelt es sich vor allem um Industrieunternehmen, Besitzer von Werkstätten, Schmieden, Mühlen, Sägereien usw. Sie alle zeigten ein großes Interesse, ihre durch mechanische Energie betriebenen Maschinen mit elektrischer Energie zu betreiben. Mit der zu erstellenden Kraftwerkanlage sollten folgende Ziele erreicht werden:

- a) Belieferung der Talschaft mit elektrischem Strom zum Betreiben von Maschinen und Straßenbeleuchtungen, wobei die Elektrizität preislich

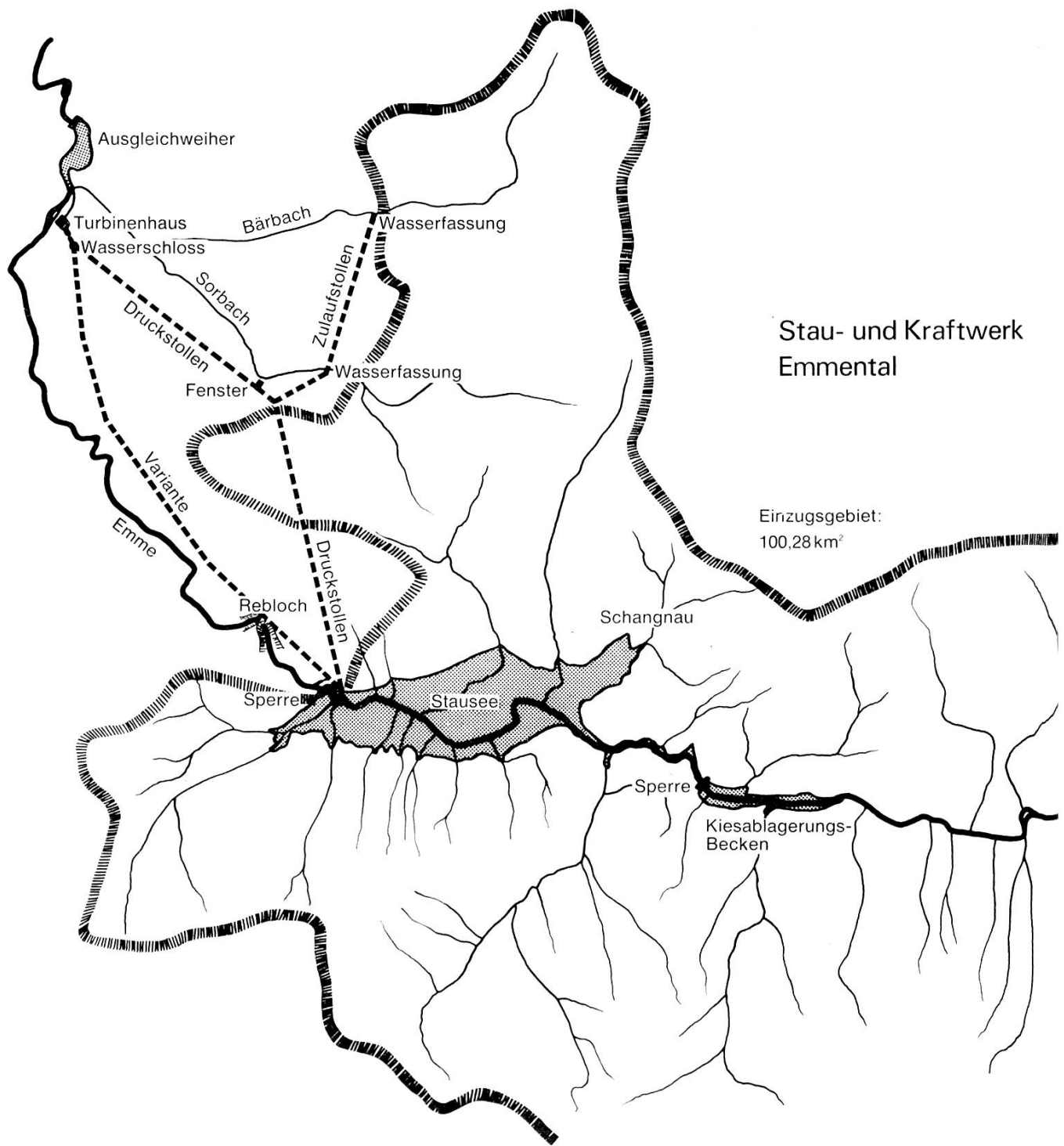


Fig.1. Lageskizze Stau- und Kraftwerke Emmental.

den Konkurrenzkampf mit dem zu jener Zeit üblichen Energieträger Steinkohle gewinnen mußte.

- b) Dämpfung der Hochwasserwellen, die in der Talschaft verschiedentlich durch Überschwemmungen große Schäden anrichten, und Herabsetzen

der Reparaturkosten der Leitwerke (Uferverbauungen) durch den gleichmäßigeren Wasserstand.

- c) Belieferung der zumeist an Kanälen stehenden Wasserräder auch in Trockenzeiten.
- d) Verhindern der Grundwasserspiegelschwankungen durch einen geregelten Wasserstand der Emme und somit Gewährleistung der Trinkwasserversorgung der Talschaft.

4.2 DIE STANDORTFRAGE

a) Die geologischen Aspekte

Der Talkessel von Schangnau wird durch Molassegesteine gebildet. Im Talgrund, am Süd- und am Nordostabhang gehören die Gesteinsschichten in der Hauptsache der unteren Süßwassermolasse an, während von Nordosten nach Südwesten sich ein mächtiger Nagelfluhriegel erstreckt, der beim Rebloch das Bett der Emme durchquert. In diese Nagelfluhwand, die an und für sich vollkommen verfestigt ist und einem mit reichlichen Bindemitteln erstellten Beton verglichen werden kann, hat sich die Emme eingesägt und hat dort eine etwa 40 m tiefe und 4–10 m breite Schlucht gebildet, deren Wände überall den nackten, gesunden Nagelfluhfelsen zutage treten lassen [13, S. 10]. Geologische Gutachten, auf die hier nicht näher eingetreten wird, sind bei den Herren ARBENZ, TRÖSCH und SCHARDT eingeholt worden. Mit dem Rebloch ist eigentlich der idealste Standort für eine zu errichtende Talsperre gegeben; zudem könnten die Erstellungskosten durch diese natürliche Verengung des Emmenbettes relativ niedrig gehalten werden.

Mit diesen die bautechnischen Belange betreffenden geologischen Untersuchungen gab man sich allerdings nicht zufrieden. Es lag auf der Hand, sich über die hydrologischen Faktoren im Talkessel oberhalb der zu errichtenden Staumauer ebenfalls Klarheit zu verschaffen, da man sich der Tatsache bewußt war, daß

1. ein Teil des Einzugsgebietes keine Vegetationsdecke aufweist (Gesteine der Schrattenfluh) und daher trotz der starken Zerklüftung des Gebietes der Niederschlag relativ rasch abfließt,
2. ein wichtiges Moment im geologischen Aufbau die günstigen Vorbedingungen zur Bildung sogenannter Wildbäche sind,
3. die zu der Kreideformation zählenden Schrattenkalke leicht verwitterbar sind und daher unaufhörlich neues Geschiebe ins Emmental bringen, welches durch die Emme weitertransportiert wird.

Demzufolge mußten – dem eigentlichen Staubecken vorgelagert – die Errichtung einer Kiessperre und die Verbauung der Wildbäche ins Auge gefaßt werden (vgl. Figur 1).

b) Die hydrologischen Aspekte

Aus dem technischen Bericht geht hervor, daß Abflußmessungen über eine genügend lange Beobachtungsperiode nicht vorlagen. Der an der Brücke in Schangnau errichtete selbstregistrierende Pegel lieferte erst Daten über ein Jahr, und dieses eine Beobachtungsjahr genügte nicht, um auf den Resultaten «ein so weit tragendes Projekt wie das vorliegende aufzubauen».

FISCHER errechnete dann unter Zuhilfenahme von Erfahrungsergebnissen aus einem von ihm bearbeiteten Gebiet in den Vogesen für Schangnau einen Wert der Abflußmengen von 82,5 % der dort gemessenen Niederschlagsmenge. Somit ergab sich rechnerisch für das Jahr 1908 – bei einer Regenhöhe von 1277 mm – ein Abfluß von 3,1 m³/s.

Die Summe der gemessenen Abflüsse vom August 1908 bis zum August 1909 ergab einen mittleren Jahresabfluß von ebenfalls 3,1 m³/s bei einer Regenhöhe in Schangnau von 1305 mm.

Weiter wurden als Studienmaterial verwendet die Messungen des Eidgenössischen Oberbauinspektorates aus den Jahren 1905 und 1906 am Zusammenfluß von Emme und Ilfis, allerdings unter Berücksichtigung der Tatsache, daß dort das Flußtal eine Breite von etwa 700 m aufweist und bis in eine beträchtliche Tiefe von Grundwasser durchströmt wird.

Die folgenden, von FISCHER erwähnten Zahlenwerte scheinen mir als Vergleich zu den heutigen k-Wert-Bestimmungen interessant und seien deshalb an dieser Stelle als Zitat angeführt:

«Wie mir mitgeteilt wurde, sind in der Nähe von Burgdorf Messungen über die Geschwindigkeit des Grundwassers angestellt worden, die ergaben, daß sich dasselbe in 11 Tagen 10 km weit fortbewegt. Es würde dies einer sekundlichen Geschwindigkeit von etwa 1 cm entsprechen. Wenn die absolute Tiefe des Grundwasserstromes mit 1,00 m angenommen wird, ergäbe dies bei einer Talbreite von 700 m bereits eine Wassermenge von 7,0 m³ pro Sekunde, ein Quantum, das mit der Tiefe des Grundwasserstromes selbstredend weiter anwächst. Die Messungen an der genannten Flußstelle können daher erst dann direkte Verwendung finden, wenn die Frage geklärt ist, welchen Anteil der Grundwasserstrom am Transport der Abflußmengen hat» [13, S.13].

Obschon die hydrologischen Verhältnisse noch nicht genügend geklärt waren, baute der Projektverfasser auf der gemessenen und berechneten Abflußmenge von 3,1 m³/s auf, da diese Beobachtungsperiode zu den trockensten des vergangenen Jahrzehnts zählte.

4.3 DER WASSERWIRTSCHAFTSPLAN

Aufgrund der beobachteten Niederschlags- und Abflußmengen im fraglichen Gebiet stand fest, daß der Haushalt der auszunützenden Flußstrecke

ganz bedeutenden Schwankungen unterworfen war. Die Aufgabe bestand also darin, die Hochwassermengen, die namentlich zur Zeit der Schneeschmelze und der Frühjahrs- und Herbstregen auftreten, anzusammeln, um sie der Wasserkraftnützung zur Zeit der «Wasserarmut» zuzuführen.

«Diese Aufgabe steht der geplanten Talsperre zu, sie hat aber diese Wassermengen nicht nur zu vergleichmäßigen, sondern es liegt ihr ferner ob, die Wassermengen über die Jahresperiode so zu verteilen, daß den erhöhten Ansprüchen an die Stromerzeugung während der Wintermonate Genüge geleistet werden kann. Ferner hat sie die Schwankungen in der Krafterzeugung, die sich aus den wechselnden Ansprüchen an die Stromlieferung während der Betriebsperiode eines Tages ergeben, auszugleichen. Diese letztere Aufgabe wird indessen, wie rechnerisch nachgewiesen werden kann, im Stausee kaum merkliche Spiegelschwankungen zur Folge haben. Unterhalb der Zentrale ist ein Gegenweiher, das Ausgleichsbecken, angeordnet, das die Schwankungen im Betriebswasserverbrauch während der Tagesperiode wieder ausgleicht und den unterhalb liegenden Nutznießern hydraulischer Kräfte ein vergleichmäßigt Wasserquantum zuführt» [13, S.15].

Der Wasserwirtschaftsplan, für 2 Bauperioden ausgeführt, zeigt im 1. Ausbau eine Kraftentwicklung von 4000 PS = 24 Mio. kWh pro Jahr, im 2. Ausbau eine solche von 4600 PS oder 27,6 Mio. kWh pro Jahr. Allerdings mußte aufgrund von Berechnungen eingestanden werden, daß in den Jahren 1901, 1905, 1906 und 1908 der Stausee allein nicht in der Lage gewesen wäre, einen vollkommenen Ausgleich der Schwankungen im Wasserhaushalt herbeizuführen. Aus diesem Grunde war geplant, eine «thermische Anlage» als Reserve mit 2000 PS zu errichten und damit die hydraulische Anlage zu ergänzen. Laut Gutachten BLATTNER [4, S.9], das sich auf die Angaben FISCHERS stützt, wäre eine Aushilfe notwendig gewesen in den Jahren:

1908/09	während 145 Tagen
1909/10	während 0 Tagen
1910/11	während 0 Tagen
1911/12	während 111 Tagen
Total	während 256 Tagen (dies in total 45 Monaten*)

Das Mittel pro Monat betrug also 5,7 Tage, das Jahresmittel 69,5 Tage.

* Bei der Überprüfung der obigen Angaben konnte ich feststellen, daß sich BLATTNER bei der von ihm angegebenen Untersuchungsperiode vom 1. August 1908 bis 1. April 1912 um einen Monat verrechnet hatte, daß also die Anzahl Tage mit «Dampfaushilfe» nicht durch 45, sondern durch 44 Monate dividiert werden müssen, so daß das Mittel pro Monat 5,82 (statt 5,7) Tage beträgt, was einem Jahresmittel von 69,6 Tagen entspricht. Da es sich um einen nur geringfügigen Fehler handelt, habe ich die weiteren Angaben BLATTNERS nicht geändert.

Der Anteil der Dampfreserve an der Gesamtleistung hätte somit 9,6 % erreicht. Der Einsatz der Dampfreserve hätte den Vorteil gehabt, daß während der ganzen übrigen Zeit weitere 600 hydraulische PS (Ausbau 2) zu gewinnen wären, hätte allerdings den nicht zu verkennenden Nachteil aufgewiesen, daß dann gerade während der trockensten Zeit für die Unterlieger eine geringere Betriebswasserzufuhr stattgefunden hätte. Die Frage, ob dies auf Rechnung des mehr zu erzielenden Kraftquantums in Kauf genommen werden sollte oder nicht, mußte laut Bericht durch die Genossenschaft entschieden werden.

4.4 DER EINFLUSS DER TALSPERRE AUF IHRE UMGEBUNG

Laut mündlichen Angaben [32] wären durch die Errichtung des Stausees 7 «Heimet» unter Wasser gesetzt worden, was einer Fläche von etwa 180 ha entsprochen hätte. Der dadurch für die Gemeinde Schangnau entstehende Verlust an bebaubarer Fläche sowie die gleichzeitig entstehende Steuer- einbuße müßten entschädigt und den Eigentümern des für die Talsperre benötigten Terrains müßte auch Ersatz geleistet werden. Allerdings wurde in Betracht gezogen – einer Anregung Herrn Professor Dr. GEISERS in Bern folgend –, Bodenflächen kulturfähig zu machen, «die heute brach liegen und an denen es in der Nähe des Dorfes Schangnau nicht fehlt». Es war Sache eines Kulturingenieurs, zu prüfen, ob sich diese Anregung verwirklichen lasse.

Auch den Einflüssen klimatischer und hygienischer Art wird im Bericht Beachtung geschenkt. Man stützte sich dabei vorwiegend auf Erfahrungen mit den Remscheidter und Solinger Stauweiheranlagen im Gebiete Westfalen, die sich in der Nähe größerer Städte befinden und keine nachteiligen Beeinflussungen des Klimas zeitigten. «Es vollzieht sich ferner in der Talsperre selbst infolge der nahezu totalen Ruhelage der Wassermengen ein Klärungsprozeß, der die oberen Schichten des Wassers von allen Sinkstoffen vollständig befreit. Daß dies in vollkommenem Maße der Fall ist, geht daraus hervor, daß eine große Zahl derartiger Talsperren dazu verwandt wird, Städte mit Trinkwasser zu versorgen. Etwaige Schwankungen in der Wasserspiegelhöhe würden also auch in den Sommermonaten keinerlei Ablagerungen an den Rändern des Beckens zur Folge haben. Es wäre schon aus diesem Grund jeder nachteilige Einfluß auf die gesundheitlichen Verhältnisse der Umgebung ausgeschlossen» [13, S.18].

Hinsichtlich der Temperaturverhältnisse wurde eine Dämpfung der Winter- und Sommerwerte vorausgesagt, da ja bekanntlich das Wasser die etwa vierfache Wärmekapazität des Festlandes aufweist.

Durch die Anlage des künstlichen Sees sollte in dem «jetzt keineswegs mit besonderen Reizen ausgestatteten Talgrunde» ein Werk geschaffen werden, das neben seinem hohen wirtschaftlichen Wert, den es der ganzen Tal-

schaft zur Verfügung stellte, dem Landschaftsbild neue Schönheiten einfügen würde.

Da die Straße laut mündlichen Angaben ebenfalls unter Wasser gesetzt würde, war die Mauerkrone so konzipiert, daß sie dieselbe hätte aufnehmen können.

4.5 HYDRAULISCHE AKKUMULIERUNG

Um die Notwendigkeit und Bedeutung der Staumauer, also die Speicherung des Wassers, darzulegen, wurden die Erfahrungswerte der Kraftwerke von Wangen und Wynau sowie Spiez und Hagneck analysiert. Dabei stellte sich heraus, daß die «Kraftbedürfnisse» in der Betriebsperiode eines Jahres von Mitte Dezember bis Ende Juni ab- und von Anfang Juli bis Mitte Dezember wieder zunahmen. Der Kraftverbrauch im Mai betrug etwa 50 % des Verbrauchs im Dezember.

Der Belastungsvorgang in der durch eine Tageslänge abgegrenzten Betriebsperiode zeigt, daß die Spitze des Strombedarfes mit dem Zu- oder Abnehmen der Nachtlängen in engem Zusammenhang steht.

Es wird somit ersichtlich, daß der Lichtstromkonsum die Belastungskurve bestimmt. Das wiederum hat zur Folge, daß der Energiebedarf gerade dann die Spitze aufweist, wenn die Wasserführung der Emme am geringsten ist.

Ein im technischen Bericht erwähntes Beispiel sei der interessanten Zahlenwerte wegen hier angeführt:

«Das Elektrizitätswerk Wynau verkaufte im Jahre 1908 11 202 500 Kilowattstunden. Die höchste Kraftentfaltung der Zentrale betrug im Dezember 3140 Kilowatt. Eine dauernde Ausbeutung dieser Kraftmenge hätte im Jahr ein Arbeitsquantum von 27 500 000 Kilowattstunden ergeben. Es waren somit etwa 40 % der höchsten Kraftentfaltung wirklich ausgenützt. Aber auch hier ist zu berücksichtigen, daß die Winterleistung wesentlich hinter dem Jahresmittel der wirklich möglichen Krafterzeugung zurückbleibt. Der Ausnützungsfaktor war daher tatsächlich noch wesentlich kleiner als obige Zahl.»

Es bedurfte deshalb keiner weiteren Beweisführung, daß ein Laufkraftwerk «größerer Stils» nicht in Frage kam, eine Stauung des Wassers sich also aufdrängte.

4.6 TECHNISCHE ANGABEN ZUM PROJEKT

Staumauer im Rebloch

Durch die Staumauer wäre die Emmenschlucht an der schmalsten Stelle geschlossen worden, indem durch einen Fundamentblock das Rebloch ausgefüllt und über demselben die eigentliche Sperrmauer errichtet worden

wäre. Die größte Höhe der Sperrmauer über der Talsohle hätte 70 m betragen, der obere, mit einem Radius von 150 m angelegte Mauerteil eine Kronenlänge von 155 m aufgewiesen. Die Mauerkrone hätte zudem die Fahrbahn für den umgelegten Straßenzug Eggiwil–Schangnau getragen. Um die ankommenden Hochwasser bei gefülltem Stausee weiterleiten zu können, waren beidseits der Sperrmauer Überlaufkammern von je 30 m Länge vorgesehen, zudem aber sollte bei einem außergewöhnlichen Hochwasser durch Öffnen der Grundablaßschieber eine Entlastung des Überlaufs erreicht werden. Der Grundablaß, in Form eines doppelten Rohrdurchlasses von je 1 m Durchmesser, sicherheitshalber mit zwei hydraulisch bewegten Absperrschiebern versehen, hätte sich am tiefsten Punkt der Stau-mauer befunden und war auch für eine allfällige Entleerung des Stausees vorgesehen.

Geschiebebecken mit Sperrmauer

Am oberen Ende des Staugebietes (vgl. Figur 1) war der Einbau einer Sperrmauer ins Bachbett geplant, um die Geschiebmassen vom Hauptstausee fernzuhalten. Diese Staumauer hätte bei einem Radius von 50 m eine Kronenlänge von 52 m besessen, eine größte Höhe über dem Flußbett von 16 m und im Fundament eine größte Breite von 11 m aufgewiesen. Der durch diese Sperre entstehende Rückstau hätte sich über 900 m erstreckt. Zwei Überfallöffnungen von je 10 m Länge hätten zur «Weiterleitung» des Nutzwassers gedient. Ein Grundablaß von 4 m Höhe und 3 m Breite hätte zur Entleerung gedient und damit die Möglichkeit gegeben, den Kiesinhalt zu entfernen. Die Krone hätte zudem eine 3 m breite Fahrbahn für den Straßenzug nach Schangnau getragen.

Vom Stausee zum Wasserschloß

Die Zuleitung des Betriebswassers vom Stausee zum Wasserschloß sollte durch einen 7,0 m² Transportquerschnitt aufweisenden, 4290 m langen Stollen erfolgen. Gemäß Projekt (2. Ausbau) würden die Niederschlags-wässer des Sor- und Bärbaches mittels eines Einfallschachtes durch den erwähnten Stollen aufgenommen. Die Sohle des Stollens sollte vom Beginn des Stausees auf 3200 m Länge horizontal verlaufen und dann für die restlichen 1090 m bis zum Wasserschloß in ein Gefälle von 13,5 % übergehen.

Das Wasserschloß hätte folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Den Übergang des durch den Druckstollen vom Stausee der Zentrale zugeleiteten Betriebswassers in die an die Verteilungskammer angeschlossenen Druckleitungen zu den Turbinen zu vermitteln.
2. Die Betriebswasserbedarf- und Spiegelschwankungen auszugleichen, welche durch das plötzliche An- und Abstellen der Maschinen im Betrieb auftreten.

3. Die in den Druckrohrleitungen während des Turbinenbetriebes auftretenden Stöße aufzufangen und unschädlich zu machen.

Das Wasserschloß hätte aus einem im Berghang oberhalb des Maschinenhauses senkrecht errichteten Schacht mit einem Lichtdurchmesser von 4,20 m bestanden. Der über den Berghang hinausreichende Teil hätte einen Durchmesser von 8,80 m aufgewiesen. Die Höhe des gesamten Wasserschlosses hätte sich aus den beiden angegebenen Koten 837,20 und 904,09 m auf 66,89 m bestimmen lassen. Von der Sohle des Wasserschlosses hätte ein 204 m langer Druckschacht zur Verteilungskammer geführt; hier hätten die 5 zu den Turbinen führenden Druckrohrleitungen mit einem Lichtdurchmesser von 1,90 m begonnen.

Maschinelle Einrichtungen

Für den Vollausbau waren geplant: 5 hydroelektrische Aggregate zu 4000 PS Leistung mit 2 Erregergruppen zu 150 PS Leistung. Als Hydromotoren waren Hochdruck-Franzis-Spiralturbinen mit Wasserführung von unten und 2 Ausströmrohren zur Verhütung axialen Seitenschubs vorgesehen. Für die Regulierung des Wasserzulaufes wären Präzisionsregulatoren zur Verwendung gelangt. Die Turbinen, direkt gekuppelt mit den zugehörigen Dynamos, Drehstromgeneratoren von 3200-kW-Leistung bei 500 Touren und 7500 Volt Spannung, hätten horizontale Wellen erhalten. Das für die Erregergruppen erforderliche Betriebswasser hätte eine an alle 5 Turbinenzuleitungsdruckrohrstränge angeschlossene Druckrohrleitung von 420 mm lichtem Durchmesser geliefert. Die Zuleitungsrohre zu den Turbinen samt den zugehörigen Schieberarmaturen waren in einem zwischen Unterwasserkanal und Maschinenfußboden situierten Rohrkanal untergebracht gewesen. Die Turbinen hätten ihr Betriebswasser in den unter dem Maschinenhausfußboden durchziehenden Unterwasserkanal von 13,20 m² nutzbarem Querschnitt abgegeben, von wo dasselbe alsdann außerhalb des Maschinenhauses wieder in die Emme zurückgelangt wäre. Die Transformatorenanlage hätte aus 5 Öltransformatoren von je 3000 kVA Leistung bei einer Spannungsübersetzung von 7500×40000 Volt bestanden.

Der Ausgleichsweiher

Wie bereits erwähnt, hätte ein unterhalb des eigentlichen Stausees liegendes Ausgleichsbecken dafür sorgen sollen, daß die Wasserführung der Emme auch während der Betriebsperiode eines Tages konstant geblieben wäre. Der Inhalt wurde, um diese obgenannte Bedingung zu erfüllen, mit 236000 m³ bemessen. Um diesen Fassungsraum zu erhalten, war vorgesehen, eine Sperrmauer von 7 m Höhe über Flußsohle etwa 1 km unterhalb des Maschinenhauses zu errichten. Die Sperrmauer hätte einen Grundablaß von 4 m² Durchflußquerschnitt erhalten. Eine von einem elektrischen Schwim-

merkcontact abhängige, automatisch arbeitende Regulierschütze hätte die gleichmäßige Wasserabgabe gewährleistet.

Anmerkung

Die Differenzen betreffend Zahlenangaben zwischen dem technischen Bericht FISCHER (datierend vom 28. 2. 1909) und dem Gutachten BLATTNER (Dezember 1912) rühren daher, daß zwischen den beiden offenbar auf dem Korrespondenzwege noch Änderungen gegenüber dem 1. Bericht – auf den ich mich im Text stütze – beschlossen worden sind. Entsprechende Unterlagen sind aber nicht auffindbar. Da es sich aber nur um relativ geringe Unterschiede handelt – Wahl des Stollenprofils, Turbinen zu 3000 statt 4000 PS Leistung –, hätten weder Baukosten, Bauzeit, noch Leistung des Werkes große Differenzen erfahren. Die fehlenden Unterlagen zwingen dazu, den «Schönheitsfehler» in Kauf zu nehmen.

Die Bauzeiten:

Für den 1. Ausbau wurde eine Gesamtausbauzeit von 2 ½ Jahren ermittelt. Diese erste Phase hätte umfaßt:

1. Herstellung des Druckstollens vom Stausee zum Wasserschloß.
2. Herstellung der Sperrmauer mit 30653 m³ Mauerwerksinhalt sowie der Kiessperre.
3. Herstellung des Wasserschlosses und des Druckschachtes bis zum Schieberhaus.
4. Herstellung des Maschinen- und Schieberhauses, Montieren der Maschinen und Druckrohrleitungen.
5. Herstellung des Unterwasserkanals und des Ausgleichsbeckens.

Die Gesamtbauzeit wird, wie mir scheint, durch die Herstellung des Druckstollens bestimmt, obschon das 4290 m lange Bauwerk von 9 m² Ausbruchprofil an 4 Stellen (im Schichtbetrieb 3 × 8 Std.) hätte in Angriff genommen werden können. Man rechnete, mittels 4 eingesetzten Bohrapparaten einen Tagesfortschritt von 1,55 m zu erreichen. Dies hätte für den größten Bauabschnitt von 1275 m Länge 823 Arbeitstage erfordert, bei 28 Stollenarbeitstagen pro Monat also eine Arbeitsdauer von 30 Monaten oder 2 ½ Jahren.

Die Sperrmauer sollte in 2 Bautappen erstellt werden. Für den Fundamentkeil mit etwa 11200 m³ Mauerwerksinhalt wären bei einer Tagesleistung von 100 m³ 112 Tage oder 4 ½ Monate erforderlich gewesen. Nach einer Erhärtungsdauer von 3 Monaten hätte der 19700 m³ umfassende obere Teil der Mauer bei einer Tagesleistung von 120 m³ in 160 Arbeitstagen oder 7 Monaten erstellt werden können. Für Bauvorbereitungen, Erstellen der Überlaufkammern und der Kiessperre wären weitere 9 Monate erforderlich gewesen, so daß sich für alle die Sperrmauer betreffenden Arbeiten eine Bauzeit von 2 Jahren ergeben hätte, also 6 Monate weniger als für den Stollenbau.

Der 2. Ausbau

Dieser hätte den Einbezug des Niederschlagsgebietes des Bär- und Sorbachs sowie die Weiterleitung dieses Betriebswassers in den Hauptdruckstollen umfaßt. Es wären somit folgende Bauobjekte zu errichten:

1. Fassung des Bärbachs und Herstellung des 1250 m langen Zulaufstollens zum Sorbach.
2. Fassung des Sorbachs und Errichten des 500 m langen Zulaufstollens zum Einfallschacht.
3. Der 46 m tiefe Einfallschacht zum Hauptdruckstollen.

Für diese 3 Arbeiten wurde mit einer ermittelten Bauzeit von etwa einem Jahr gerechnet.

Der 3. Ausbau

Dieser hätte die Erstellung eines zweiten Druckstollens von 9 m² Ausbruchprofil und 4000 m Länge umfaßt. Hier wäre eine Arbeitsaufnahme an gleichzeitig 8 Punkten möglich gewesen. Für den Kompressorenantrieb der Preßluftbohrmaschinen hätte die zu diesem Zeitpunkt bestehende Zentrale den Betriebsstrom liefern können. Bei einer Tagesleistung von 1,55 m hätte das längste Teilstück in 258 Tagen oder 9 Monaten fertiggestellt werden können. Weitere 3 Monate wären allerdings nötig gewesen, um die Anschlüsse an die bereits bestehenden Bauobjekte zu errichten, so daß bei einem regulären Baubetrieb die Gesamtbauzeit für diesen 3. Ausbau 12 Monate ergeben hätte.

Die Baukosten

Aus dem Gutachten BLATTNER [4] ist zu entnehmen, daß nur der erste Ausbau bis ins Detail durchgerechnet worden ist, wobei in diesem ersten Ausbau nur *ein* Druckstollen mit 4 m² Fließquerschnitt vorgesehen war. Im Maschinenhaus sollten 4 Einheiten zu 3000 PS, total also 12000 PS installiert werden.

Die Baukosten sollen hier nicht allzu detailliert angeführt werden, sondern lediglich einen Gesamtüberblick geben und etwaige Vergleiche mit heutigen Kosten ermöglichen.

Es mußten eingesetzt werden Fr. 950000 für den Grunderwerb, was einen Quadratmeterpreis von 60 Rappen ergibt.

Die Hoch- und Tiefbauten hätten sich insgesamt belaufen auf Fr. 3661060.—.

Dabei wurden die höchsten Beträge eingesetzt für:

Sperrmauer	Fr. 1235470.—
Druckstollen zwischen Stausee und Wasserschloß	Fr. 1199380.—
Für die maschinellen Einrichtungen hätte der Kostenaufwand insgesamt betragen	Fr. 850000.—

wobei für die Turbinen usw. Fr. 170000.-,
für die Druckrohrleitungen Fr. 170000.-
und für die elektrischen Anlagen Fr. 510000.-

vorgesehen waren.

Die allgemeinen Unkosten (Bauzinsen, Projekt- und Bau-
leitung, Unvorhergesehenes und Zuschlag für noch eintre-
tende Steigerung der Materialpreise) wurden angegeben
mit total Fr. 838 940.-

Die Gesamtanlagekosten hätten sich somit für den 1. Ausbau auf 6,3 Mio.
Franken belaufen.

Zusätzlich wäre nun aber noch ein Betrag von 500000 Franken für die
Wildbachverbauungen bereitzustellen gewesen (Hornbach, Schwarzbach,
Glunti- und Blütschlibach).

Die Leistung des Werkes

Vorerst sei erwähnt, daß der Stausee gemäß vorliegendem Projekt für eine
Jahresakkumulation nicht völlig ausgereicht hätte, so daß also in wasser-
reichen Zeiten bei vollständig gefülltem Stausee (31,5 Mio. m³) noch Wasser
unbenützt abgeflossen wäre. Somit wäre es unmöglich, den Mangel wasser-
armer Jahre durch Aufspeicherung des Überschusses wasserreicher Jahre
zu decken. Man rechnete mit einem mittleren Jahresabfluß von 3,2 m³/s, der
hätte ausgenützt werden können (1908 gemäß Berechnung und Messung
3,1 m³/s bei einer Niederschlagsmenge von 1277 mm). Nach mündlichen
Angaben [32] betrug die gemessene mittlere Abflußmenge in den Jahren
1931–1967 3,66 m³/s (115 Mio. m³/Jahr). In der gleichen Zeitspanne sind
folgende Extremwerte registriert worden:

Maximale Spitze im Jahr 1944	195	m ³ /s
Minimum im Jahr 1947	20	l/s
Größte mittlere Abflußmenge 1965	5,04	m ³ /s
Kleinste mittlere Abflußmenge 1949	2,11	m ³ /s

Diese nachträglich ermittelten Zahlenwerte mögen zeigen, daß die 3,2 m³/s,
auf denen die Leistung des Werks basieren sollte, richtig und zuverlässig
ermittelt worden waren.

Die mittlere Nettodruckhöhe hätte nach den wasserwirtschaftlichen Be-
rechnungen 116,91 m betragen. Somit ergäbe sich bei einem von FISCHER
mit 80 % angenommenen Wirkungsgrad der Turbinen eine mittlere Jahres-
leistung von

$$L = \frac{3,2 \cdot 1000 \cdot 116,91}{75} \cdot \frac{80}{100} = \text{rund } 4000 \text{ PS.}$$

Die Zahl der pro Jahr ab Werk lieferbaren Kilowattstunden hätte sich wie
folgt zusammengesetzt:

Mittlere Leistung des Werkes, an den Generatorwellen gemessen	4000 PS
Wirkungsgrad eines Drehstromgenerators	
einschließlich Erregung: bei Vollast	92 %
bei Halblast	89 %

Wirkungsgrad eines Transformers 7500/50 000:

bei Vollast	98 %
bei Halblast	97 %

Rechnet man, unter Berücksichtigung der Tatsache, daß nicht immer günstige Belastungen vorhanden sind, für die Generatoren mit einem Wirkungsgrad von 90 % und für die Transformer von 97,5 %, so würde der Gesamtwirkungsgrad $0,90 \times 0,975 = 87,75$ % betragen.

Die Leistung des Werkes hätte somit betragen:

$$4000 \times 365 \times 24 \times 736 \times \frac{1}{1000} \times \frac{87,75}{100} = 22\,600\,000 \text{ kWh.}$$

Davon wären durch Dampf zu erzeugen gewesen:

$$9,6 \% = 2\,170\,000 \text{ kWh.}$$

Der Projektverfasser rechnete allerdings mit einem zeitlich geringeren Einsatz der Dampfreserve, da in die der Untersuchung zugrundeliegende Zeitspanne sehr wasserarme Perioden fielen. Da nach Auffassung Dr. BLATTNERS der Projektverfasser den Turbinenwirkungsgrad mit 80 % etwas zu hoch angenommen hatte, rechnete er mit einem Ersatz durch die Dampfreserve von jährlich rund 2 200 000 Kilowattstunden.

Im folgenden seien kurz die 4 Varianten des Ausbaus erwähnt, da nämlich die Strompreishöhe weitgehend durch die Baukosten bestimmt wird. Es würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen, hier im Detail die Bauten anzuführen, zudem handelt es sich um unwesentliche Änderungen gegenüber Projekt 1908 (= Fall 1), welches auf den vorangehenden Seiten erläutert worden ist.

Die wesentlichen Unterschiede der 4 Fälle seien deshalb nur ganz kurz hier angeführt:

- Fall 1: Gemäß oben beschriebenem Projekt, inklusive jährlicher Betriebsauslagen für die Dampfreserve, aber ohne die Baukosten derselben und ohne deren Verzinsung.
- Fall 2: Wie Fall 1, aber mit Dampfreserve, einschließlich Gebäude, Kesselanlage, Dampfturbine mit Turbogenerator und Schaltanlage.
- Fall 3: Ausbau auf 18 000 PS anstelle von 12 000. Druckstollen mit 6 statt 4 m² Fließquerschnitt. Erweiterung der Maschinenanlage auf 6 Einheiten usw.; Dampfreserve wie Fall 2.
- Fall 4: Wie Fall 3, aber statt 1 Druckstollen zu 6 m² sollten 2 Stollen zu je 3 m² Fließquerschnitt entstehen. Dadurch entstünden Mehrkosten von einer halben Mio. Franken.

Nicht inbegriffen sind in all den Fällen die Wildbachverbauungen, die sich auf 500000 Franken belaufen hätten. Man nimmt aber an, «daß die Eidgenossenschaft und der Staat Bern, die an dem Zustandekommen dieses Werkes großes Interesse haben, diese Verbauungen übernehmen oder sonst an die Kosten des Werks einen namhaften Betrag leisten werden» [4, S. 13].

Zusammenstellung der Baukosten:

Fall 1	Fr. 6 300 000.-
Fall 2	Fr. 6 800 000.-
Fall 3	Fr. 7 185 000.-
Fall 4	Fr. 8 200 000.-

Betriebsausgaben für die 4 verschiedenen Varianten:

Fall 1	Fr. 580 000.-
Fall 2	Fr. 635 000.-
Fall 3	Fr. 710 000.-
Fall 4	Fr. 743 000.-

Selbstkostenenergiepreis pro kWh ab Werk in Hochspannung:

Fall 1	2,57 Rappen
Fall 2	2,81 Rappen
Fall 3	3,14 Rappen
Fall 4	3,29 Rappen

Es bedarf hier allerdings des Vermerks, daß diese Kosten pro kWh für das vollausgenützte Werk zu verstehen sind. Bei nur teilweiser Ausnützung wären die Kosten beträchtlich höher. So würde zum Beispiel im Fall 1 die kWh bei nur halber Ausnützung (11 300 000 kWh) auf etwa 4,0 Rappen anstelle von 2,57 Rappen zu stehen kommen.

Schlußendlich bleibt noch die Frage der Absatzmöglichkeiten zu klären.

4.7 DAS ABSATZGEBIET

Es muß festgehalten werden, daß ein freies Absatzgebiet für das Werk im Rebloch um 1910 nicht existierte. Alle größeren umliegenden Gemeinden waren bereits an ein Kraftwerk angeschlossen und die Möglichkeit von Industrieansiedlung in Kraftwerksnähe schien ausgeschlossen. Für die Erzeugung elektrotechnischer Produkte wäre die Energie des Reblochwerkes zu teuer gewesen. Es blieben schließlich nur noch die folgenden 2 Möglichkeiten:

1. Sich ein Absatzgebiet für die Energie zu erkämpfen oder
2. sich mit den benachbarten Werken bezüglich Stromlieferungen zu arrangieren.

Die erste Möglichkeit war schon aus dem Grund kaum realisierbar, weil die hier produzierte Energie zu teuer gewesen wäre. Die zweite Möglichkeit schien aber durchaus vernünftig, sollten sich doch benachbarte Werke, die ja aufeinander angewiesen sind, bei Störungsfällen zum Beispiel aushelfen können. Zudem gewährleistete die Zusammenarbeit zum Beispiel eines Hochdruck-Akkumulationswerkes mit einem Niederdruckwerk eine wesentlich rationellere Ausnützung der zur Verfügung stehenden Wassermassen. So wurde unter anderem eine Verbindung mit dem Niederdruckwerk Wangen an der Aare als vorteilhaft betrachtet, da in Wangen während der Nacht eine große Menge Wasser unbenützt abfloß [4, S.21]. Das Reblochwerk hätte nachts Wasser benötigt, vor allem um den Lichtstrom zu liefern. Wären die beiden Werke aber miteinander verbunden gewesen, so hätte man im Rebloch vorwiegend den teuren Spitzenstrom verkaufen können. Es wäre dies eine weitere Kombination von einem Hochdruck- mit einem Niederdruckwerk gewesen, wie dies zum Beispiel schon bei Beznau- und Löntschwerk sowie Kander- und Hagneckwerk der Fall ist.

Gleichwohl muß aber untersucht werden, welche Absatzmöglichkeiten im Emmental selbst gegeben waren, weil diese Talschaft in volkswirtschaftlicher Hinsicht am meisten am Zustandekommen des Werkes interessiert war, da es nebst der sehr erwünschten Verminderung der Hochwassergefahr zudem eine Vermehrung der Leistungsfähigkeit der an der Emme bestehenden Wasserkraftanlagen mit sich gebracht hätte. Man gelangte hier im Emmental allerdings ins Absatzgebiet der BKW und des EW Wangen an der Aare. Von Luzern aus reichte der Einflußbereich des EW Rathausen bis nach Schüpfheim; Wolhusen hatte eine eigene Anlage, Huttwil war ans Werk Wynau angeschlossen. Es bleibt also festzustellen, daß das ganze Emmental, einschließlich des durch die Ortschaften Schüpfheim-Wolhusen-Willisau-Huttwil-Sumiswald umgrenzten Gebietes, zum fraglichen Zeitpunkt nicht in der Lage war, die am Werk produzierbaren 22 ½ Mio. kWh aufzunehmen. BLATTNER schätzte den Verbrauch der Ortschaften Langnau, Schüpbach, Signau, Zollbrück, Lützelflüh, Goldbach, Sumiswald, Hasle-Rüegsau, Oberburg, Burgdorf, Kirchberg, Utzenstorf, Gerlafingen, Biberist und Derendingen, ferner Escholzmat, Schüpfheim, Entlebuch, Wolhusen, Willisau, Huttwil, einschließlich der in diesem Gebiet liegenden kleineren Ortschaften, ohne Bahnen auf höchstens 6 Mio. kWh.

Zur Absatzmöglichkeit bei den Bahnen meint BLATTNER:

«Die Elektrifizierung der in diesem Gebiet liegenden Bahnen: Emmentalbahn, Ramsei-Sumiswald-Huttwil, Huttwil-Langenthal und Huttwil-Wolhusen, eventuell die Stromlieferung an die Burgdorf-Thun-Bahn würde eine namhafte Mehrbelastung zur Folge haben; ich schätze den Verbrauch dieser Bahnen auf etwa 5 Millionen Kilowattstunden, ohne BTB, und auf etwa 7 Millionen Kilowattstunden mit BTB, aber diese Elektrifizierung ist für die nächsten Jahre noch nicht zu erwarten und zudem ist es noch sehr fraglich, ob das Reblochwerk in der Lage wäre, den Einphasenstrom 15 Pe-

rioden, der ja für diese Bahnbetriebe voraussichtlich in Betracht kommen würde, zu einem für diese Bahntraktion annehmbaren Preise zu liefern» [4, S.19].

Aus all diesen Untersuchungen geht nun, wie mir scheint, die Schlußfolgerung hervor, daß die einzige Chance zur Realisierung des Werkes in der Verbindung mit einem Niederdruckwerk gelegen hätte. Allerdings bestand auch hier noch eine Schwierigkeit, indem nämlich die verschiedenen Werke zum Teil mit verschiedenen Periodenzahlen arbeiteten. Die Periodenzahl 50 wurde in der näheren Umgebung von den Werken Olten-Gösigen (damals in Ausführung), Wangen an der Aare, Wynau, Luzern-Engelberg benutzt, während mit 40 Perioden arbeiteten: Olten-Aarburg, Rathausen (42) und die Bernischen Kraftwerke.

Ein weiteres Problem lag bei den unterschiedlichen Übertragungsspannungen. Allerdings hätte dieses Problem leichter gelöst werden können, waren doch die Wechselstromtransformatoren bezüglich Anschaffungskosten relativ günstig und deren Wirkungsgrad hoch (bis 98 %). Hätte das Werk im Rebloch nur Drehstrom von 40 und 50 Perioden – nach BLATTNER kam die Periodenzahl 42 nicht in Frage – in die Verteilanlagen der benachbarten Kraftwerke abgeben sollen, hätte sich dies relativ einfach durch Aufstellung von getrennten Drehstromgeneratoren für die genannten Periodenzahlen lösen lassen. Andererseits hätte auch die Turbinenanlage so disponiert werden können, daß man die Generatoren mit der der Periodenzahl 40 oder 50 entsprechenden Tourenzahl hätte arbeiten lassen können.

Laut BLATTNER wäre auch eine Verbindung mit dem Werk Luzern-Engelberg zu begrüßen gewesen, da dieses im Sommer (auch in den trockensten Jahren) von Gletscherwasser gespiesen wurde, andererseits im Winter, solange nicht ein weiteres Kraftwerk gebaut wurde, Bedarf an Spitzenenergie gehabt hätte, für die das Werk einen guten Preis hätte bezahlen können.

Die BKW ihrerseits hatten damals offenbar an einem Zusammenschluß mit dem Reblochwerk weniger Interesse, da bei ihnen die Verbindung von Hoch- und Niederdruckwerken bereits bestand und durch projektierte Werke vervollständigt werden sollte.

Bevor nun irgendwelche Schlußfolgerungen gezogen werden können, bleibt noch eine weitere, für die Realisierung des Werkes entscheidende Frage zu klären: die Baukosten der primären Verteilungsanlagen. Da die Frage des Absatzgebietes ebenfalls noch nicht definitiv geklärt werden konnte, wurden im Gutachten zwei approximative Varianten durchgerechnet, wobei sich für das Absatzgebiet Emmental allein eine Summe von 1,5 Mio. Franken ergab. Für die Variante Emmental und Umgebung – inklusive Anschluß an das Werk Luzern-Engelberg in Littau und Lieferung von Einphasenstrom an die oben genannten Bahnen – belief sich der Betrag auf etwa 2 ½ Mio. Franken. Daraus hätte eine Erhöhung der Selbstkosten der kWh resultiert, und zwar bei 1 ½ Mio. um 0,72 Rappen und bei 2 ½ Mio.

um 1,11 Rappen. Die Selbstkosten pro kWh Hochspannung ab Werk einschließlich Kosten für die Verteilung der elektrischen Energie hätten also für die oben dargelegten 4 Fälle betragen,

bei Baukosten von:	1 ½ Mio. Fr.	2 ½ Mio. Fr.
Fall 1	3,29 Rp.	3,68 Rp.
Fall 2	3,53 Rp.	3,92 Rp.
Fall 3	3,86 Rp.	4,25 Rp.
Fall 4	4,01 Rp.	4,40 Rp.

Der Preis pro kWh am Verbrauchsort wird gegenüber dem Preis ab Werk noch erhöht durch die Verluste in den Hochspannungsleitungen und durch Transformation. Die Verluste betragen zwischen 10 und 15 % der im Werk produzierten Energie. Bei 12 % hätten also den Stromabnehmern von den 22,6 Mio. im Werk produzierten kWh noch rund 20 Mio. zur Verfügung gestanden.

Die Kosten hätten somit pro kWh an den Abgabestellen betragen,

bei Baukosten von:	1 ½ Mio. Fr.	2 ½ Mio. Fr.
Fall 1	3,71 Rp.	4,15 Rp.
Fall 2	3,99 Rp.	4,43 Rp.
Fall 3	4,36 Rp.	4,80 Rp.
Fall 4	4,53 Rp.	4,97 Rp.

Es ist darauf hinzuweisen, daß die in obigen Tabellen angeführten Preise für den Fall gegolten hätten, daß das Reblochwerk für sich betrieben worden wäre. Hätte aber ein Zusammenschluß mit einem Niederdruckwerk zustandekommen sollen, wären finanziell günstigere Resultate zu erzielen gewesen.

Abschließend können folgende Gründe, die für die Nichtausführung des Projektes verantwortlich sind, angegeben werden:

1. Die Absatzmöglichkeit für die im Reblochwerk zu erzeugende Energie war nicht gegeben.
2. Die Konkurrenzfähigkeit mit anderen Werken der Umgebung war der hohen Baukosten wegen nicht denkbar.
3. Ein Interesse zum Zusammenschluß war bei den bestehenden Kraftwerksgesellschaften nicht vorhanden.

Welche Realisierungschancen bestehen heute noch?

Als Kraftwerk ist dieses Projekt vor allem der hohen Baukosten wegen nicht mehr ausführbar. Schon nach dem 1. Weltkrieg hätten die Baukosten mindestens den doppelten Betrag ausgemacht [32].

So bleibt aber die Frage offen, ob es sich heute eventuell doch noch loh-

nen würde, ein Ausgleichsbecken zu errichten, um damit folgende Resultate zu erzielen [32]:

1. Regulierung des Wasserstandes der Emme, um die zum Teil starken Schwankungen des Grundwasserspiegels auszugleichen und um speziell in sehr trockenen Perioden eine Versorgung der Bevölkerung des Emmentales mit Trinkwasser zu gewährleisten.
2. Verminderung der Schäden an den Leitwerken, Schwellen und Kanaleinlässen sowie an den Brücken durch die Dämpfung der Hochwasser.
3. Regelmäßige Speisung der Gewerbekanäle und damit der noch bestehenden Elektrizitätswerke verschiedener Industriebetriebe. Die Gültigkeit dieses 3. Punktes ist allerdings zeitlich begrenzt, da die 11 heute noch bestehenden Werke in Burgdorf älteren Datums sind und voraussichtlich kaum durch neue Anlagen ersetzt werden.

Bei Punkt 1 müßte für den Fall einer allzu gleichmäßigen Wassermenge die Frage der Kolmatierung geprüft werden.

Die Errichtung einer Talsperre aus den zuletzt genannten drei Punkten scheint mir allerdings aus folgenden Gründen fraglich:

1. Das Einzugsgebiet ist mit 100 km², gegenüber den rund 900 km² bei der Kantonsgrenze, relativ klein, so daß kaum von einem Verhindern der Hochwasser gesprochen werden darf. Es trifft allerdings zu, daß die höchsten Spitzen leicht «gebrochen» werden könnten, wodurch unter Umständen Schäden an Leitwerken usw. verhindert werden könnten.
2. Es müßte zuerst durch Färb- oder Impfversuche geklärt werden, ob nicht gerade eine gleichmäßige Wasserführung zu Kolmatierung des Flußbettes und damit zur Verhinderung der Grundwasseranreicherung führt. Andererseits schiene mir aber durch die Erzeugung künstlicher Hochwasser die Möglichkeit zur Grundwasseranreicherung gegeben, da erwiesenermaßen bei Hochwasser die Infiltration von Emmenwasser ins Grundwasser groß ist.
3. Vor allem scheint mir aber der große finanzielle Aufwand für den Landerwerb und den Bau der Talsperre eine Realisierung zu verunmöglichen. Dabei steht der Verlust an Kulturland in keinem Verhältnis zum «Ertrag» der Talsperre.

Es dürfte also, handle es sich nun um ein Kraftwerk oder bloß um eine Talsperre, beim Projekt bleiben. Daß man allerdings lange Zeit an eine Realisierung glaubte, ist daran zu erkennen, daß die Konzession verschiedene Male erneuert worden ist. Laut Protokoll des Regierungsrates wurde die erste Konzession am 23. März 1911 erteilt. Ein Protokoll vom 6. Mai 1914 enthält eine erste Verlängerung. Weitere Verlängerungen konnten anhand des Kassabuches für die Jahre 1920 und 1925 nachgewiesen werden, wobei die Gebühr bei der letzten Fr. 70.60 und bei derjenigen von 1920 Fr. 50.– betrug. Nach 1925 erfolgte keine Verlängerung mehr, was das Schwinden der Verwirklichungschancen aufs deutlichste belegt.

1. Geologie

Der Untergrund des Untersuchungsgebietes wird vorwiegend von Ablagerungen der Tertiär- und Quartärzeit gebildet, wobei den tertiären Molassesandsteinen eine große Bedeutung als Grundwasserstauer und den diluvialen und alluvialen Ablagerungen des Quartärs als Grundwasserleiter zukommt.

1.1 TERTIÄRE ABLAGERUNGEN

In tektonischer Hinsicht befinden wir uns im praktisch ungefalteten Abschnitt der mittelländischen Molasse. Die Schichten liegen allerdings nicht ganz horizontal, sondern fallen mit geringer Neigung nach SE ein. Diese Schrägstellung ist gegen Ende der Miozänzeit im Zuge der Alpen- und Jurafaltung erfolgt; vorher müssen die Schichten eher leicht nach N oder NW eingefallen sein, sind doch die Molassesedimente – mit Ausnahme der Glimmersandschüttung aus dem Osten – vom emporsteigenden Alpenkörper her ins Molassebecken gelangt. Die Schichten im Raume Burgdorfs werden dem SE-Schenkel der Friesenbergantiklinale zugewiesen [15, S.52].

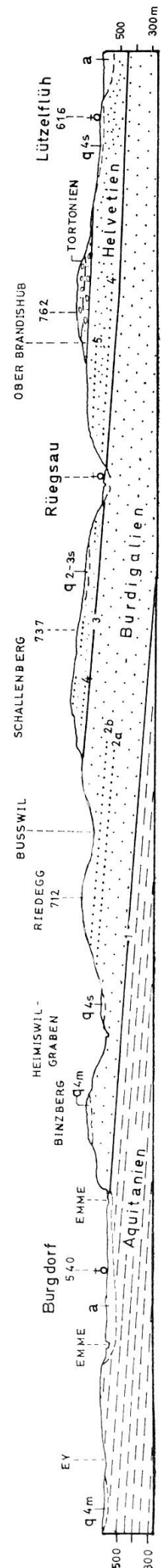
Figur 2 (nach ED. GERBER, Erläuterungen zu Atlasblatt 22) zeigt die Lagerung der Molasse im Raume Burgdorfs.

Die Molassestufen sind – mit Ausnahme der untersten (Stampien) – im Arbeitsgebiet alle anstehend. Im Flachland und anschließenden Hügelland lagern auf der Molasse allerdings weitgehend Schotter und Moränen. Stratigraphisch gliedert sich die Molasse wie folgt:

4. Tortonien = Obere Süßwassermolasse (OSM).
3. Helvétien = Obere Abteilung der Oberen Meeresmolasse (OMM).
2. Burdigalien = Untere Abteilung der Oberen Meeresmolasse.
1. Aquitanien = Untere Süßwassermolasse (USM).

Fig. 2

a	Alluvionen
q 4m	Moräne (Würm)
q 4s	Stauschotter des Emmentals und seiner Seitentäler (Würm)
q 2-3s	Höhen-Schotter (Prä-Riss, ? Früh-Riss)
1, 2a, 2b, 3, 4, 5	Stratigraphische Leithorizonte



Leitgestein des Aquitans bilden bunte Mergel mit tonigen, kalkigen und sandigen Komponenten. Ein wichtiges Merkmal dieser Mergel sind nußgroße, meist gelblichweiße Kalkkonkretionen, die nach GERBER [15, S. 39] auch in den Mergeln der oberen Süßwassermolasse vorkommen, in den Mergeln der Meeresmolasse dagegen fehlen.

Ebenso häufig wie die Mergel sind auch weiche Sandsteine anzutreffen. Ich fand bei Grabungen im Wald südwestlich Bätterkinden verwitterten Sand bereits unter einem Meter Moränenbedeckung. Erst nach weiteren 30 cm erwies sich das Material als genügend hart, um ein Handstück zu entnehmen. Bei allen im Untersuchungsgebiet nördlich Burgdorf gelegenen anstehenden oder unter geringer Moränenbedeckung liegenden Molassevorkommen handelt es sich um Aquitan. Südwestlich Bütikofenmoos werden durch die Ziegelei Weibel in Oberburg Aquitanmergel als Zusatzmaterial zu den diluvialen Letten ausgebeutet (vgl. Abb. 1).

Die Grenze zum Burdigalien quert das Tal auf der Höhe von Burgdorf ungefähr von NO nach SW. Die bis zur Emme vordringende Umrandung des Gyrischachens (östlich Burgdorf) besteht aus aquitaner Molasse, während unmittelbar südlich der Straße nach Wynigen Burdigalien ansteht (Gebiet der Lorraine). Auch das Schloß steht auf dieser Stufe der Molasse.

Lithologisch sind bei diesem unteren Teil der OMM Nagelfluh, Muschel-sandstein, Sandstein und Mergel zu unterscheiden [15, S. 40].

Erwähnt sei hier vor allem der im frischen Anschnitt ungeschichtet aussehende homogene «Berner Sandstein», welcher vor allem in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts in kleineren und größeren Steinbrüchen ausgebeutet wurde, so unter anderem bei «Steingrueben» westlich Oberburg und «Rappenflue» südwestlich Oberburg sowie bei Ziegelbrücke am rechten Emmeufer oberhalb Burgdorf (vgl. Abb. 2).

Das Helvétien setzt östlich der Emme zwischen Heimiswilgraben und dem Tal des Rüegsaubaches ein. Es ist hier etwas weniger mächtig als westlich der Emme, wo es die Burdigalienstufe zwischen Lauterbachtal und Biembachgraben ablöst. Die Gesamtmächtigkeit wird mit 200 bis 250 m angegeben [15, S. 43].

Charakteristisch für diese Stufe sind gelbliche, weiche Sandsteine, die oft Kreuzschichtung aufweisen. Ein derartiger Aufschluß befindet sich an der Straße bei «Mühlegas» südlich Lützelflüh (bei der Grundwassermeßstelle Nr. 1, Stalder).

Das Helvétien reicht nördlich Rüegsaubach bei den Höfen «Wintersey» bis ins Tal des Flußlaufes der Emme, wodurch diese zu einer leichten Linksablenkung gezwungen wurde.

Bei unserer Limnigraphenstation in Rüegsau (617.770/208.210) ist mir beim angeschwemmten Feinmaterial verschiedentlich der hohe Anteil an Glimmer (v.a. Muskowit) aufgefallen. Dies bestätigt die Feststellung GERBERS [15, S. 45], daß «die weichen, gelblichen, glimmerreichen Sandsteine mit den eingeschalteten olivgrünen Mergeln eine lokale Besonderheit des

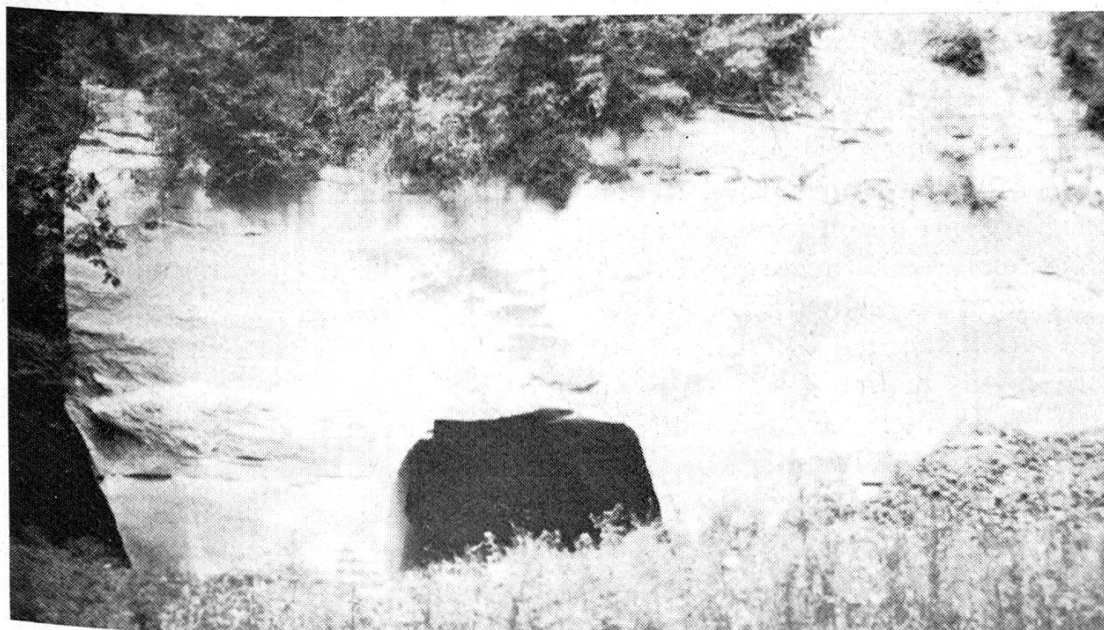
Abb.1

Aquitänmergelgrube der
Ziegelei Weibel im
Bütikofenmoos.



Abb.2

Eingang zum ehemaligen
Steinbruch bei Ziegelbrücke
SE Burgdorf.



hinteren Rüegsautes» seien. Das Tortonien (OSM) setzt östlich der Emme zwischen Rüegsau und Lützelflüh ein und liegt zwischen Rüegsau und Sumiswald inselhaft dem Helvétien auf. Dieses inselhafte Auflagern ist auch westlich der Emme festzustellen. Hauptverbreitungsgebiet des Tortonien ist der Schuttfächer des Napf, liegt also weit außerhalb meines Untersuchungsgebietes. Verschiedene Aufschlüsse von oberer Süßwassermolasse traf ich bei den Feldarbeiten zur hydrologischen Grundlagenkarte im Hagsbachgraben. Aber auch im Gebiet der Burgruine Brandis sind vereinzelte Aufschlüsse anzutreffen.

1.2 QUARTÄRABLAGERUNGEN

a) *Diluvium*

Ablagerungen, die eindeutig der Günz- und Mindelzeit zugewiesen werden können, sind im Arbeitsgebiet nicht bekannt. Die ältesten Quartärbildungen, dem Alter nach als Prä-Riß oder Früh-Riß zu bezeichnen, sind die auf dem geologischen Atlasblatt 22 als Höhengschotter bezeichneten Ablagerungen.

Moränen der Rißeiszeit sind nur selten und in kleinem Umfang vorhanden. Die ebenfalls der Riß-Zeit zugewiesenen Plateauschotter sind zwischen Fraubrunnen und Schalunen recht verbreitet. Unmittelbar nördlich Fraubrunnen befindet sich eine Kiesgrube (606.650/215.300) in diesen Plateauschottern (vgl. Abb. 3).

Viel bedeutender sind aber die Ablagerungen der Würm-Eiszeit. Nördlich Burgdorf werden große Flächen der an die Alluvionen angrenzenden leichten Erhöhungen durch die Würm-Moränen bedeckt. Zwischen Burgdorf und Lützelflüh sind besonders auf der linken Talseite die Stauschotter und Stauletten recht bedeutend. Auf der östlichen Talseite sind diese vor allem im unteren Abschnitt des Heimiswilgrabens vorhanden. Die höheren Regionen weisen teilweise auch Würm-Moränen auf. Die Ursache zur Bildung von Stauschotter und Letten war die Abriegelung des Talausganges bei Burgdorf durch Moränematerial des Rhonegletschers, was die Bildung eines Sees oberhalb Burgdorf zur Folge hatte. Gleichzeitig mußte sich aber die Emme der rechten Eisflanke des Rhonegletschers entlang gegen NO ein neues Bett schaffen. Die Entwässerung erfolgte durch das heutige Trockental Grafenscheuren-Bickigen-Wynigen.

Wirtschaftlich haben vor allem die Stauletten eine gewisse Bedeutung, werden sie doch in Oberburg durch die Ziegelei Weibel und in Burgdorf – beim Ausgang des Heimiswilgrabens – durch die Ziegelei Schachtler ausgebeutet. GERBER stellte in der «Lehmgrube» der Ziegelei in Oberburg beim Hof Tiefenbach (614.800/208.350) von oben nach unten folgendes geologisches Profil fest:

Abb.3
Kiesgrube
Fraubrunnen
(Plateauschotter)



- a) Schotter (nicht mehr aufgeschlossen),
- b) 10 m blaue und gelbliche Letten im oberen Teil der Ausbeutung,
- c) 6 m Sand, teilweise als Bausand brauchbar,
- d) 12 m geschichtete Letten, durch Absatz aus Seetrübe entstanden,
- e) 10 m Emmeschotter von frischem Aussehen. Gerölle teilweise 0,50 bis 0,80 m Durchmesser; bis hinab ins Niveau 560 aufgeschlossen [15, S. 66].

Nebst den Auswirkungen im Heimiswilgraben hat der Rückstau des Haupttales auch in den anderen Seitentälern Spuren hinterlassen. So können Terrassen im Lauterbachgraben und im Rüegsaual nachgewiesen werden.

Nach dem Rückzug des Rhonegletschers konnte sich die Emme zwischen Schloßfels und der Waldegg in Burgdorf ihr neues Bett graben. Die geo-

logische Karte (Atlasblatt 22) gibt an dieser Stelle den Fels etwa 5 m unter dem Emmenbett an.

b) Alluvium

Bei den Alluvionen erlangen vor allem die Ablagerungen in den Talböden bezüglich des Grundwassers große Bedeutung. Besonders unterhalb Kirchbergs dehnen sie sich in großer Breite aus. Dieses Schwemmland wird als «Feld» bezeichnet (Wilerfeld, Altwydenfeld usw.). Die Bedeutung dieser alluvialen Ablagerungen ist deshalb groß, weil ihnen die Funktion des Grundwasserleiters zukommt, liegen doch unter den lokal vorkommenden oberflächlichen Schichten aus Schwemmsand und Überschwemmungslehm meist bis in beträchtliche Tiefen die Emmenschotter. Es liegt auf der Hand, daß diese Alluvionen nicht im Rahmen einer Dissertation bis in alle Details untersucht werden können, denn es fehlen die finanziellen Mittel für Bohrungen oder geoelektrische Untersuchungen.

Vor allem interessiert die Mächtigkeit des Grundwasserleiters. Eine diesbezüglich eingehende Abklärung ist Gegenstand einer vom WEA (Wasser- und Energiewirtschaftsamt) eingeleiteten Untersuchung. Obschon bereits Teilresultate vorliegen, soll hier nicht dem Schlußbericht des WEA vorgegriffen werden.

Das Gebiet Burgdorf–Oberburg darf als weitgehend «erforscht» betrachtet werden, mußten doch zufolge eines Ölunfalls verschiedene Bohrungen abgeteuft werden. Zudem sind im Rahmen der vom Gas- und Wasserwerk Burgdorf angeordneten Grundwasserabklärung verschiedene Bohrungen in diesem Gebiet bis auf die Molasse vorgetrieben worden, so daß sich die Mächtigkeit des Grundwasserleiters recht genau bestimmen läßt. Diesbezügliche Angaben sind im Abschnitt über das Grundwasser in dieser Arbeit enthalten.

2. Die Klimaverhältnisse im Untersuchungsgebiet

2.1 DAS KLIMA IM ALLGEMEINEN

Innerhalb meines Arbeitsgebietes liegt nur eine Station, die umfassende Angaben über die meteorologischen Elemente Niederschlag, Temperatur, Windverteilung, Bewölkung, Nebel, Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer usw. liefert. Es handelt sich um die zum Beobachtungsnetz der MZA gehörende Station Oeschberg-Koppigen auf 482 m ü. M. (Koordinaten 613.300/219.520).

Daneben befindet sich in Burgdorf die ebenfalls von der MZA betreute Niederschlagsmeßstation (Koordinaten 613.070/212.520), auf 525 m ü.M.

Aufgrund dieser geringen Anzahl von Klimastationen waren wir gezwungen, das Netz etwas engmaschiger zu gestalten. Trotz der finanziellen Unterstützung (WEA, Geographisches Institut) bei der Anschaffung der Apparate war eine Beschränkung auf einige zusätzliche Regenmeßstationen unumgänglich, waren doch auch noch Limnigraphen zur Beobachtung der Oberflächengewässer sowie der Grundwasserspiegel notwendig.

Immerhin dürften meines Erachtens die Meßdaten der Station Oeschberg für den nördlichen Teil meines Arbeitsgebietes charakteristisch sein. Für den Raum Burgdorf-Lützelfluh dürften die Meßdaten Werte zwischen denjenigen Oeschbergs und der zu Vergleichszwecken herbeigezogenen Station Bern liegen. Entsprechend werden für den nördlichsten Abschnitt meines Arbeitsgebietes die Werte zwischen denjenigen Oeschbergs und Solothurns liegen.

Die Niederschläge werden nachfolgend in einem speziellen Kapitel behandelt. Von den anderen meteorologischen Elementen werden die folgenden einem Vergleich unterzogen:

- Windverteilung,
- Sonnenscheindauer,
- Sonnentage,
- Zahl der Tage mit: Hagel/Gewitter/Nebel/Frost.

Ganz bedeutende Unterschiede zwischen den drei Stationen sind bei den «Terminen mit Nebel» festzustellen. Die Tafeln 1 bis 3 und Figuren 3 bis 5 enthalten die bei den Stationen registrierten Daten, wobei die Windverhältnisse, Sonnenscheindauer und die Termine mit Nebel zur besseren Veranschaulichung noch graphisch dargestellt sind. Vor einer Erläuterung der Beobachtungsergebnisse seien, in Anlehnung an die Terminologie der MZA, die Abkürzungen und Definitionen obgenannter Begriffe in Erinnerung gerufen:

Als Niederschlagstag bezeichnet man einen Tag mit einer Niederschlagsmenge von mindestens 1,0 mm ($N \geq 1,0$ mm). Bei der Tabelle der «Windverteilung» geben die Abkürzungen die Herkunft des Windes an (Beispiel: N = Wind aus Richtung Norden, NE = Wind aus Richtung Nordosten). Alle Termine mit Windstärke 0 werden den Calmen (Ca) zugeteilt. Weitere Abkürzungen und Definitionen sind: Zahl der Tage mit:

Hagel (▲): Es wird jeder Tag gezählt, an dem Hagel gefallen ist, auch wenn die Niederschlagsmenge 0,3 mm nicht erreicht hat.

Gewitter (⚡): Tage mit Nahgewitter zwischen 07.30 und 07.30 Uhr des folgenden Tages. Maßgebend für die Bezeichnung «Nahgewitter» ist der Umkreis von 3 km um die Beobachtungsstation.

- Nebel (\equiv): Tage, an denen Nebel beobachtet wurde, ohne Rücksicht auf die Dauer, Nebel wird nur dann als solcher angegeben, wenn die Sicht kleiner ist als 1 km.
- Frost: Das Temperaturminimum am Extremthermometer ist niedriger als 0° C.
- Sommer: Das Temperaturmaximum am Extremthermometer beträgt mindestens 25° C.

Erläuterung einiger Klimaelemente

Der Wind

Wie aus den Diagrammen der Jahre 1964 bis 1969 hervorgeht, sind in Oeschberg die am häufigsten registrierten Windrichtungen SW und NE.

Die geringste Anzahl Windtermine wurde in allen in den Diagrammen wiedergegebenen Beobachtungsjahren aus Richtung NW gemessen.

In *Bern* herrscht NE-Wind vor, wobei allerdings nicht wie bei Oeschberg oder Solothurn von einer eindeutigen Dominanz gesprochen werden kann. Die geringste Anzahl Termine wurde in den Jahren 1966 bis 1969 nebst Calmen aus Richtung NW registriert.

In *Solothurn* fällt sehr deutlich die morphologisch bedingte Kanalisierung des Windes auf. Der Westwind dominiert, während aus Richtung Süd die geringste Anzahl Termine festgestellt wurde. Auffallend ist hier wie bei anderen am Jurasüdfuß liegenden Stationen (z.B. Biel, Olten) die außerordentlich hohe Zahl der Calmen.

Der Nebel

Recht bedeutend sind die Unterschiede aber auch bei den Nebelterminen. Relativ hoch ist in Solothurn die Zahl der um 07.30 Uhr registrierten Nebeltermine, was in der Figur 4 verdeutlicht wird. Aus der zusammenfassenden Tabelle über «Termine mit Nebel 1966–1969» geht ferner deutlich hervor, daß eine Differenzierung zwischen den einzelnen von der MZA festgelegten zeitlichen Fixpunkten 07.30/13.30/21.30 Uhr unumgänglich ist. Die nachfolgende Zusammenfassung zeigt dies deutlich:

1966–1969	07.30	13.30	21.30
Solothurn	266	51	45
Oeschberg	123	22	44
Bern	89	16	43

Die große Differenz flacht sich von der Ablesung um 07.30 Uhr über diejenige von 13.30 Uhr bis fast zu einem Ausgleich um 21.30 Uhr ab. Be-

Tafel 1

*Klimadaten der Stationen Oeschberg, Bern und Solothurn**Oeschberg*

	Windverteilung									Zahl der Tage				
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Ca	▲	▤	≡	Frost	Sommer
1962	63	199	178	99	82	201	141	44	88	–	13	47	–*	–*
1963	72	250	120	110	82	230	106	30	95	–	25	61	–*	–*
1964	66	246	133	85	102	251	68	19	128	2	20	53	107	48
1965	94	148	96	68	108	377	78	28	98	–	25	51	101	25
1966	95	181	126	76	119	326	85	26	61	–	15	48	93	36
1967	97	181	149	101	148	256	76	32	55	1	21	40	99	45
1968	133	220	112	73	166	251	42	36	65	–	23	56	109	23
1969	76	219	135	95	151	247	75	31	66	1	19	59	121	38

Bern

	Windverteilung									Zahl der Tage				
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Ca	▲	▤	≡	Frost	Sommer
1966	148	167	80	171	76	131	199	62	61	–	14	23	69	33
1967	163	196	78	202	78	88	173	76	41	2	24	22	70	38
1968	168	216	79	169	76	124	175	62	29	–	24	35	92	21
1969	167	228	92	189	57	96	158	75	33	1	15	35	99	35

Solothurn

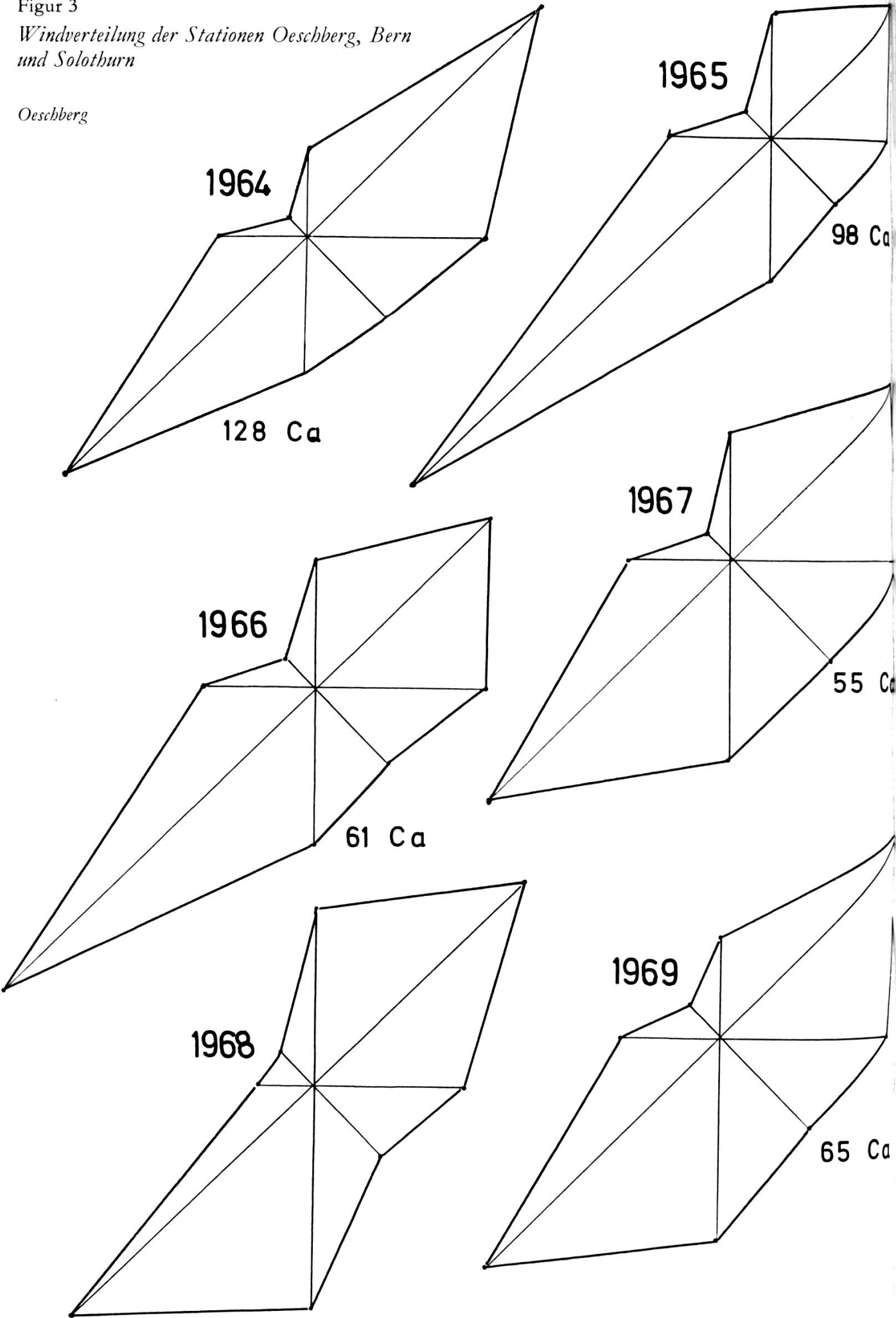
	Windverteilung									Zahl der Tage				
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Ca	▲	▤	≡	Frost	Sommer
1966	37	55	79	36	27	43	187	63	568	–	15	56	77	48
1967	37	72	95	47	14	60	156	80	534	3	18	64	89	64
1968	33	76	92	58	14	62	121	69	573	3	18	79	94	35
1969	30	82	82	61	11	70	125	59	575	1	16	86	106	52

* Nicht registriert.

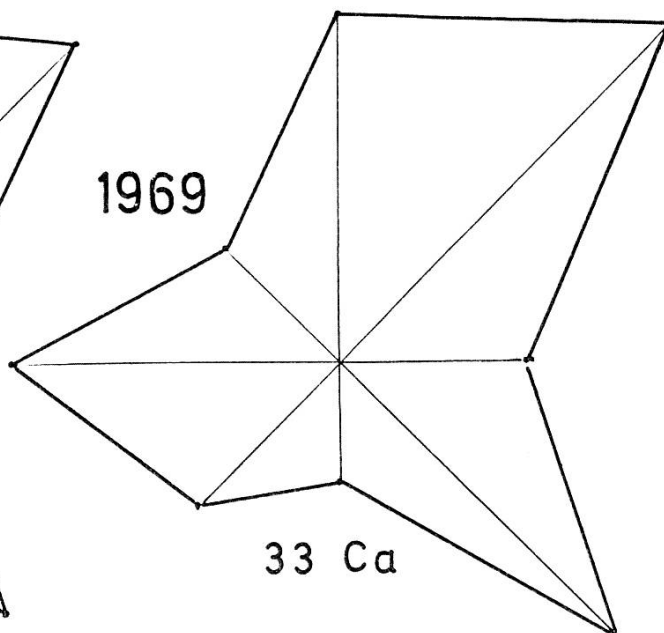
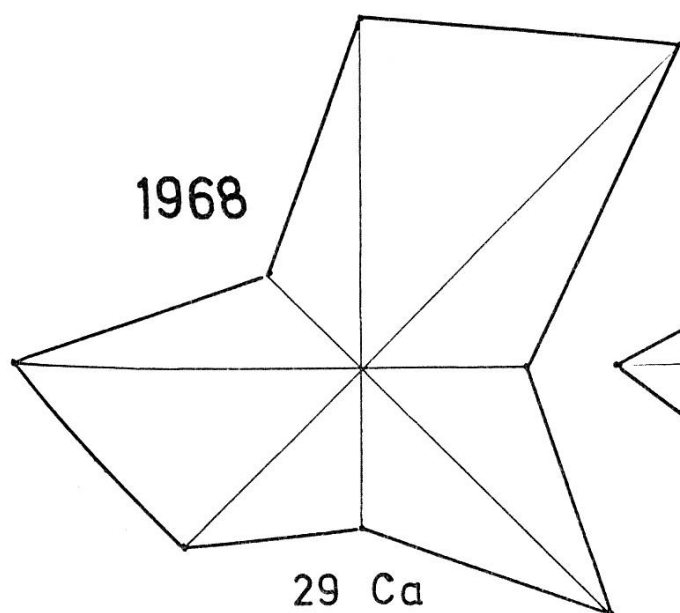
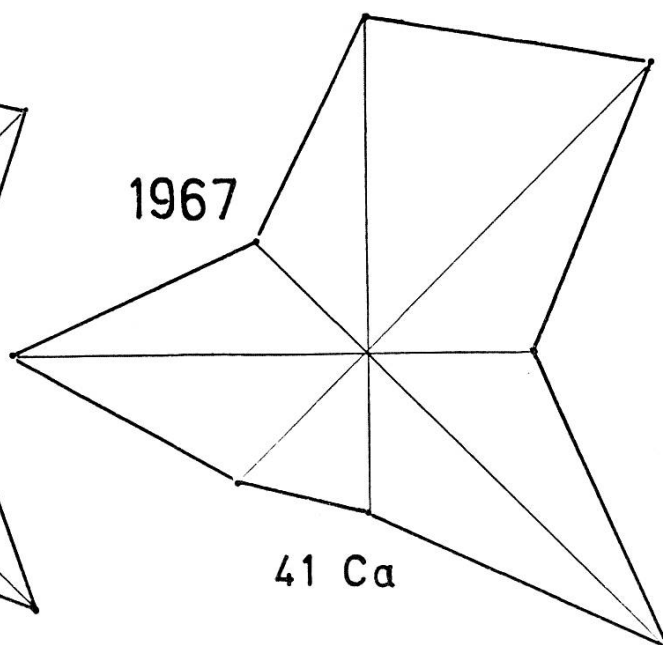
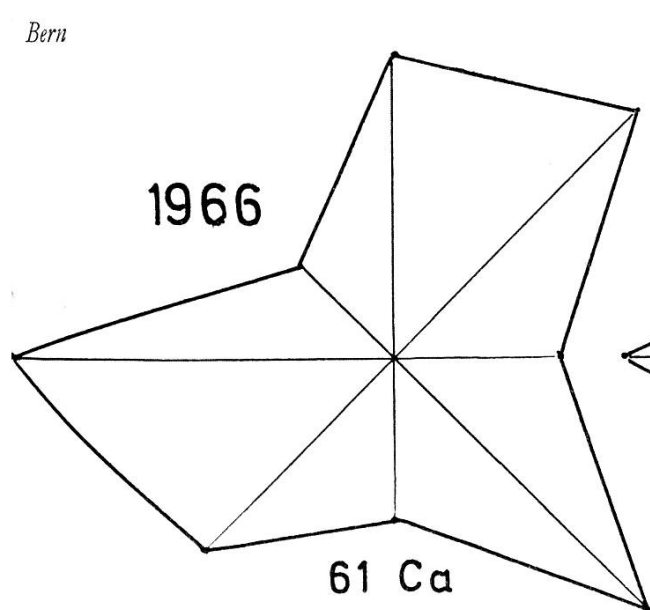
Figur 3

Windverteilung der Stationen Oeschberg, Bern
und Solothurn

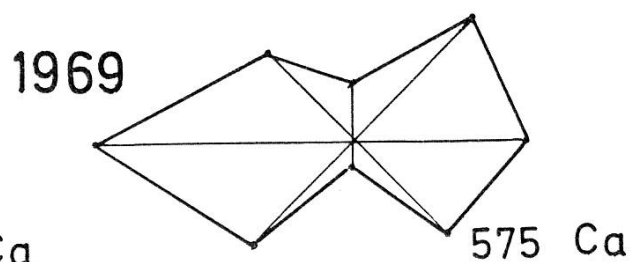
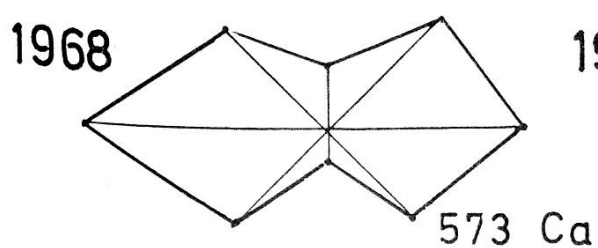
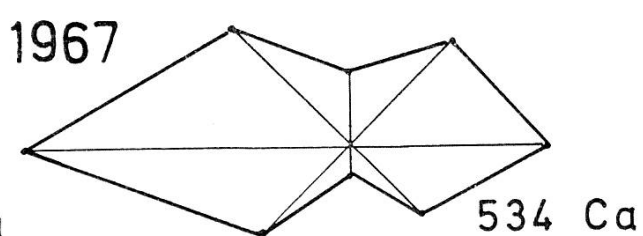
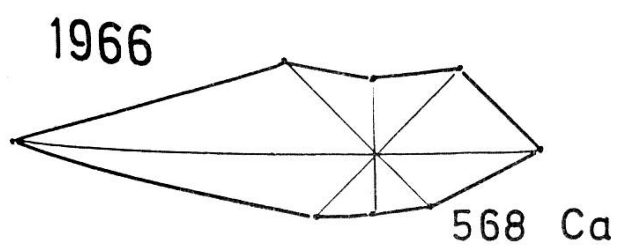
Oeschberg



Bern



Solothurn



Tafel 2

*Termine mit Nebel**Bern*

1966	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	1	5	–	4	–	–	–	–	9	4	3	3	29
13.30	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
21.30	1	2	–	–	–	–	–	1	–	–	–	2	6
Total	3	8	–	4	–	–	–	1	9	4	3	5	37

1967	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	3	–	1	–	–	–	–	–	3	2	6	–	15
13.30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1
21.30	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	8
Total	6	–	1	–	–	–	–	–	3	2	12	–	24

1968	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	–	2	–	–	1	–	–	1	2	7	6	3	22
13.30	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	4	2	9
21.30	2	1	–	–	–	–	–	–	–	4	6	5	18
Total	3	5	–	–	1	–	–	1	2	11	16	10	49

1969	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	5	2	1	–	1	–	–	–	4	7	3	–	23
13.30	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	4
21.30	5	1	–	–	–	–	–	–	–	4	1	–	11
Total	13	3	1	–	1	–	–	–	4	11	5	–	38

Tafel 2

*Termine mit Nebel**Oeschberg*

1966	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	2	6	–	3	1	–	2	–	5	5	2	3	29
13.30	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
21.30	1	1	–	–	–	–	–	1	2	2	1	–	8
Total	5	7	–	3	1	–	2	1	7	7	3	3	39

1967	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	3	–	3	2	1	–	–	2	2	3	6	1	23
13.30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1
21.30	1	–	–	–	–	–	–	–	–	2	6	–	9
Total	4	–	3	2	1	–	–	2	2	5	13	1	33

1968	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	1	7	–	1	3	–	1	1	6	7	6	6	39
13.30	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	6	4	14
21.30	1	5	–	–	–	–	–	–	–	1	6	–	13
Total	2	16	–	1	3	–	1	1	6	8	18	10	66

1969	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	6	1	1	1	1	1	–	1	5	14	1	–	32
13.30	3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	5
21.30	5	1	–	–	–	–	–	–	2	4	2	–	14
Total	14	3	1	1	1	1	–	1	7	18	4	–	51

Tafel 2

*Termine mit Nebel**Solothurn*

1966	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	5	13	2	3	–	–	2	1	9	8	6	1	50
13.30	2	2	–	–	–	–	–	–	2	1	–	1	8
21.30	2	4	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	9
Total	9	19	2	3	–	–	2	1	11	9	9	2	67

1967	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	8	1	3	3	1	–	–	1	11	12	14	5	59
13.30	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	2	11
21.30	4	–	–	–	–	–	–	–	1	–	5	1	11
Total	15	1	3	3	1	–	–	1	12	12	25	8	81

1968	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	3	12	1	2	1	1	1	7	11	19	9	7	74
13.30	1	3	–	–	–	–	–	–	–	3	7	4	18
21.30	2	6	–	–	–	–	–	1	–	3	6	1	19
Total	6	21	1	2	1	1	1	8	11	25	22	12	111

1969	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	14	9	5	2	2	1	2	3	11	23	8	3	83
13.30	10	3	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	14
21.30	3	1	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	6
Total	27	13	5	2	2	1	2	3	11	24	10	3	103

Tafel 2

Termine mit Nebel 1966–1969

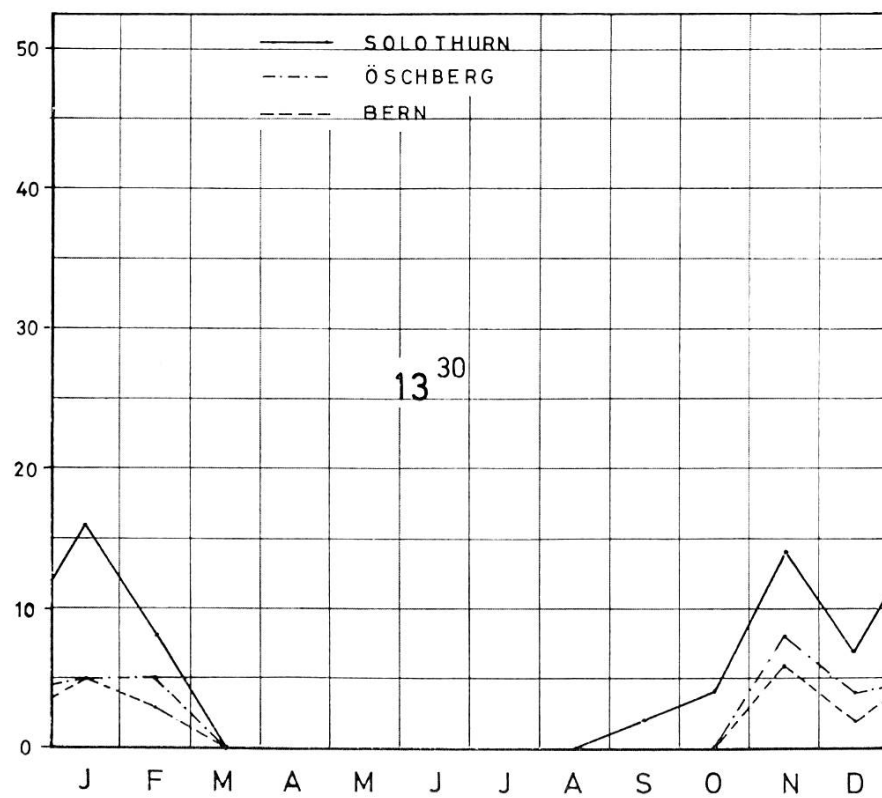
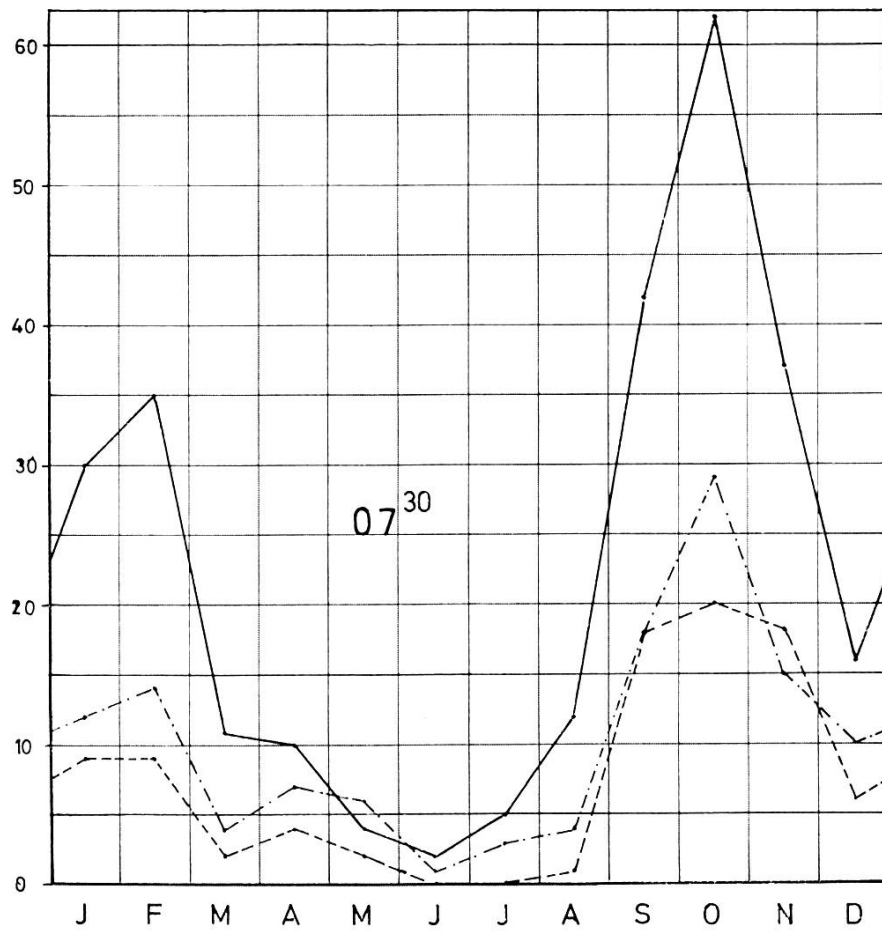
Bern	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	9	9	2	4	2	–	–	1	18	20	18	6	89
Mittel	2,25	2,25	0,5	1,0	0,5	–	–	0,25	4,5	5,0	4,5	1,5	22,25
13.30	5	3	–	–	–	–	–	–	–	–	6	2	16
Mittel	1,25	0,75	–	–	–	–	–	–	–	–	1,5	0,5	4,0
21.30	11	4	–	–	–	–	–	1	–	8	12	7	43
Mittel	2,75	1,0	–	–	–	–	–	0,25	–	2,0	3,0	1,75	10,75

Oeschberg	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	12	14	4	7	6	1	3	4	18	29	15	10	123
Mittel	3,0	3,5	1,0	1,75	1,5	0,25	0,75	1,0	4,5	7,25	3,75	2,5	30,75
13.30	5	5	–	–	–	–	–	–	–	–	8	4	22
Mittel	1,25	1,25	–	–	–	–	–	–	–	–	2,0	1,0	5,5
21.30	8	7	–	–	–	–	–	1	4	9	15	–	44
Mittel	2,0	1,75	–	–	–	–	–	0,25	1,0	2,25	3,75	–	11,0

Solothurn	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
07.30	30	35	11	10	4	2	5	12	42	62	37	16	266
Mittel	7,5	8,75	2,75	2,5	1,0	0,5	1,25	3,0	10,5	15,5	9,25	4,0	66,5
13.30	16	8	–	–	–	–	–	–	2	4	14	7	51
Mittel	4,0	2,0	–	–	–	–	–	–	0,5	1,0	3,5	1,75	12,75
21.30	11	11	–	–	–	–	–	1	1	4	15	2	45
Mittel	2,75	2,75	–	–	–	–	–	0,25	0,25	1,0	3,75	0,5	11,25

einflussende Faktoren bei der Zahl der Nebeltermine sind sowohl die Höhenlage als auch die Oberflächengewässer und das Grundwasser. Die Höhenlage spielt insofern eine Rolle, als Bern häufig während der Zeit der winterlichen Hochdruck-Großwetterlagen gerade über der Nebelobergrenze liegt.

Figur 4
*Termine mit
 Nebel*
 1966-1969



Tafel 3

*Sonnenscheindauer in Stunden**Station Bern*

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	64	70	149	139	229	251	214	179	187	99	48	34	1663
1967	56	106	122	176	193	234	290	217	140	195	50	62	1841
1968	60	78	146	194	178	240	246	164	155	121	25	38	1645
1969	58	70	77	135	217	177	277	207	162	168	97	35	1680
1966–1969	238	324	494	644	817	902	1027	767	644	583	220	169	6829

Station Oeschberg

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	54	52	128	138	225	243	192	180	168	94	48	25	1547
1967	40	99	115	171	189	236	276	221	143	191	39	53	1773
1968	40	68	142	193	164	238	241	151	147	98	9	23	1514
1969	36	59	75	130	212	167	266	195	156	128	87	31	1542
1966–1969	170	278	460	632	790	884	975	747	614	511	183	132	6376

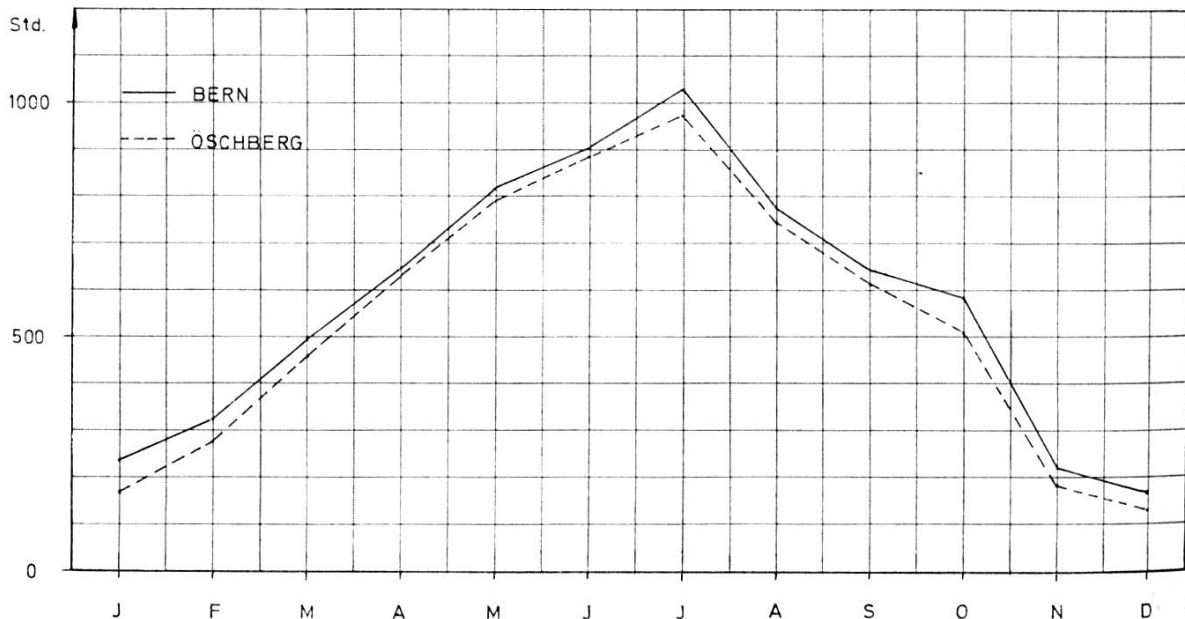
Diesbezüglich außerordentlich typisch war der Dezember 1971, erreichten einen doch meistens die ersten Sonnenstrahlen im Raum Burgdorf, während der nördlich gelegene Teil des Mittellandes in dichten Nebel gehüllt war. Andererseits fördert das teilweise nur unter unbedeutender Überdeckung vorhandene Grundwasser die Entstehung der nächtlichen Strahlungsnebel. Diese bilden sich vorzugsweise in Tälern, Mulden, über Mooren und feuchten Wiesen und können im Winter unter Umständen den ganzen Tag über anhalten. Logischerweise wird durch das Vorhandensein dieser Nebel auch die Sonnenscheindauer entscheidend beeinflusst.

Die Sonnenscheindauer

Die zur Verfügung stehenden Zahlenwerte der Stationen Bern und Oeschberg sind in Tabellenform (Tafel 3) und als Diagramm (Figur 5) wiedergegeben. Dabei ist deutlich die bevorzugte Stellung Berns zu erkennen.

Figur 5

SONNENSCHINDAUER 1966 - 1969



Frost- und Sommertage

Bei den Frosttagen liegt Oeschberg mit 422 in der Periode 1966–1969 vor Solothurn mit 366 und Bern mit 330. Hingegen weist Solothurn in den gleichen 4 Jahren die höchste Anzahl Sommertage auf (199), es folgen Oeschberg (142) und Bern (127). Diese letztgenannten Zahlen haben allerdings meines Erachtens keine optimale Aussagekraft, muß doch dem Standort der Station eine enorme Bedeutung beigemessen werden.

2.2 DER KLIMAVERLAUF WÄHREND DER
UNTERSUCHUNGSPERIODE

Als bedeutendstes Klimaelement für die vorliegende Untersuchung dürfen sicherlich die Niederschläge bezeichnet werden, ihnen kommt denn auch bei der Schilderung des Klimaverlaufs die führende Rolle zu.

Für die Station Burgdorf errechnete ich ein Jahresmittel von 977,2 mm in den Jahren 1934 bis 1970. Vergleichen wir nun die Jahresniederschläge der Untersuchungsperiode mit diesem Mittelwert, so kann festgestellt werden, daß auf das einen extrem hohen Niederschlag aufweisende Jahr 1965 das ebenfalls einen deutlichen Überschuß aufweisende Jahr 1966 folgte. Erst das Jahr 1967 wies mit einer Jahressumme von 870,7 mm ein bemerkenswertes Defizit auf, wobei der Mai mit 159,4 mm der niederschlags-

reichste Monat war. Ihm stand als trockenster Monat der April mit nur 21,6 mm gegenüber.

Das Jahr 1968 gab uns durch einen niederschlagsreichen Januar (110,7 mm) erste Anzeichen eines nassen Jahres. In der Tat konnten 1202,4 mm Regen gemessen werden, wobei die Monate August (288,5 mm) und September (205,0 mm) die größten Mengen beitrugen. Die Niederschlagsmenge des 21. September war mit 61,9 mm größer als das Total der Monate Februar (59,0), März (52,3), Oktober (27,6) und November (44,3). Unsere Station in Wengi registrierte an diesem Tag sogar 63,3 mm Niederschlag.

Entsprechend war denn auch die Auswirkung auf die Abflußmenge in den oberirdischen Gewässern und auf die Schwankung des Grundwasserspiegels. Aus den Tabellen der Werte zur Isoamplitudenkarte geht denn auch hervor, daß die höchsten Grundwasserstände in den Monaten August und September gemessen wurden.

Das Jahr 1969 darf als Jahr der Rekorde für die Periode 1966–1969 bezeichnet werden. Mit einem Jahrestotal von 808,9 mm erreichte es die geringste Niederschlagshöhe der Untersuchungsperiode. Zudem verzeichnet Burgdorf ein Monatstotal von 2,8 mm (Oktober). Oeschberg verzeichnet für 1969 die größte Anzahl Frosttage und die größte Zahl an Tagen mit Nebel. Das Jahr 1970 weist einen leicht überdurchschnittlichen Gesamtniederschlagswert auf. Das erste Drittel ist aber überaus niederschlagsreich ausgefallen, wobei speziell der Februar Rekordwerte registrieren ließ. Die Werte der verschiedenen Stationen lauten:

1. Affoltern 199,2 mm	4. Wydenhof 205,8 mm	7. Fraubrunnen 225,8 mm
2. Burgdorf 201,0 mm	5. Oeschberg 210,6 mm	8. Bätterkinden 250,6 mm
3. Kaltacker 203,0 mm	6. Wengi 212,8 mm	9. Gerlafingen 314,6 mm

Die einzelnen Stationen sind hier angeführt, um die interessante Feststellung zu zeigen, daß die Niederschlagswerte gegen den Jura hin enorm zunehmen. Die Topographie beeinflußt das Klimageschehen also in bedeutendem Maße. Trotzdem aber stellen die 201,0 mm in Burgdorf seit 1934 die höchste in einem Februar gemessene Regenmenge dar.

Im letzten Drittel des Jahres 1970 traten aber bereits 3 Monate mit Niederschlagsdefizit auf. In Gerlafingen vermochte allein der November mit 97,5 mm das langjährige Mittel (1901–1940) um 11,5 mm zu übertreffen. Die Reihe der defizitären Monate setzte sich bis fast zur Mitte des Jahres 1971 fort. Erst im Juni wurde das Mittel wieder überschritten.

Die Folgen bei Quellen und Grundwasser blieben denn auch nicht aus, so daß man allgemein auf niederschlagsreichere Zeiten hoffte.

WASSERKREISLAUF UND TEILWASSERBILANZ

1. Die Niederschläge

1.1 AUFBAU DES BEOBACHTUNGSNETZES

Wie aus der Tabelle der Niederschlagsstationen der nächsten Seite hervorgeht, waren im Untersuchungsgebiet nur zwei Niederschlagsstationen der MZA vorhanden. Der Tagestotalisator in Burgdorf steht im Areal des Gaswerks und wird durch Angehörige des Gas- und Wasserwerkes der Stadt Burgdorf bedient. In Oeschberg-Koppigen erfolgt die Wartung durch die Angestellten der Obstbauzentrale. Als Instrumente stehen hier zur Niederschlagsmessung sowohl ein Pluviograph als auch ein Tagestotalisator zur Verfügung. Ein erster Ausbau des Meßstationennetzes konnte im Rahmen der Unterlagenbeschaffung des Regionalplanungsverbandes Burgdorf im Juni 1966 erfolgen. (Monatspluviograph Kaltacker und Tagestotalisatoren in Bätterkinden und Fraubrunnen). Erst durch die Zusammenarbeit mit dem WEA wurde die Vervollständigung des Stationennetzes ermöglicht. Am 21. September 1968 konnten wir je einen Pluviographen in Wengi und beim Widenhof nördlich Kirchberg einrichten und in Betrieb nehmen. Ende Januar 1969 konnte auch der zufolge eines Lehrerwechsels in Fraubrunnen bereits im Oktober 1967 ausgefallene Tagestotalisator durch einen Pluviographen ersetzt werden. Wir mußten allerdings einen anderen Standort wählen, um den Stromanschluß für die im Winter notwendige Heizung zu gewährleisten. Die Bedingungen waren im Garten des Amtsgerichtes ideal.

1.2 BEURTEILUNG DER MESSSTATIONEN

Am Ende einer Untersuchungsperiode muß man sich über folgende Fragen Rechenschaft geben:

- Welche Apparate funktionierten in technischer Hinsicht zufriedenstellend?
- Wurde die räumliche Verteilung der Stationen richtig gewählt?

Wie aus den Tabellen der täglichen Niederschlagsmengen hervorgeht, mußten bei den Stationen Bätterkinden und Fraubrunnen (Tagestotalisator

Tafel 4

*Tabelle der Niederschlagsmeßstationen**A. Pluviographen*

Standort	Koordinaten	Höhe ü. M.	Meßbeginn/Meßende
Fraubrunnen	606.730/214.920	497 m	29.1.1969 –
Kaltacker	617.680/214.100	711 m	17.6.1966 –
Wengi	597.030/214.530	490 m	21.9.1968 –
Widenhof	610.180/217.100	496 m	21.9.1968 –

B. Tagestotalisatoren

Standort	Koordinaten	Höhe ü. M.	Meßbeginn/Meßende
Bätterkinden	607.790/220.270	473 m	26.6.1966 –
Fraubrunnen	606.780/214.760	496 m	27.6.1966 31.10.1967

C. Stationen der MZA (im Untersuchungsgebiet)

Standort	Koordinaten	Höhe ü. M.	Art des Meßgerätes
Burgdorf	613.070/212.640	525 m	Tagestotalisator
Oeschberg/Koppigen	613.300/219.520	482 m	Pluviograph und Tagestotalisator

bis 31.10.1967) relativ häufig Werte von Nachbarstationen übernommen werden, wobei Ferienabwesenheit, Krankheit oder berufliche Abwesenheit der mit den Messungen betrauten Personen wohl als die Hauptursachen angesehen werden müssen. Es zeigt sich – übrigens auch bei der MZA –, daß Einzelpersonen heute kaum mehr in der Lage sind, einen Tagestotalisator vollkommen zu bedienen, sollte doch die Regenmenge täglich um genau 07.30 Uhr gemessen werden. Nebst dieser ständigen Gebundenheit ist die Arbeit auch finanziell nicht interessant, fehlen doch zumeist die Mittel für eine angemessene Entlohnung.

Es ist denn auch typisch, daß die in meinem Untersuchungsgebiet liegenden Stationen der MZA nicht durch Einzelpersonen betreut werden.

Nun drängt sich die Frage auf, ob denn die automatischen Stationen im Arbeitsgebiet ohne Pannen gearbeitet haben.

Sehen wir von einigen Startschwierigkeiten ab, so kann man wohl mit den Resultaten zufrieden sein. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen, daß es sich bei den Monatspluviographen um technisch hochentwickelte Apparate handelt. Die anfänglichen Hauptschwierigkeiten können in drei Punkten zusammengefaßt werden:

1. Einregulieren des Uhrwerks.
2. Störungsfreies Abrollen des Schreibstreifens.
3. Sofortiges Aufschmelzen des anfallenden Schnees.

Abb.4

Pluviograph Widenhof bei Kirchberg

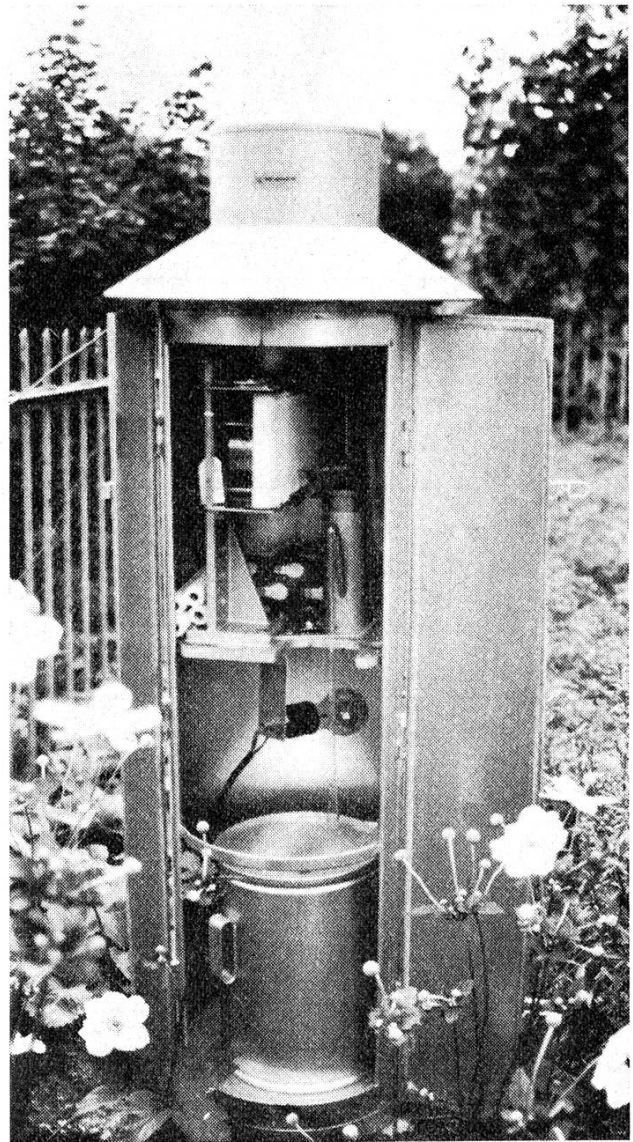
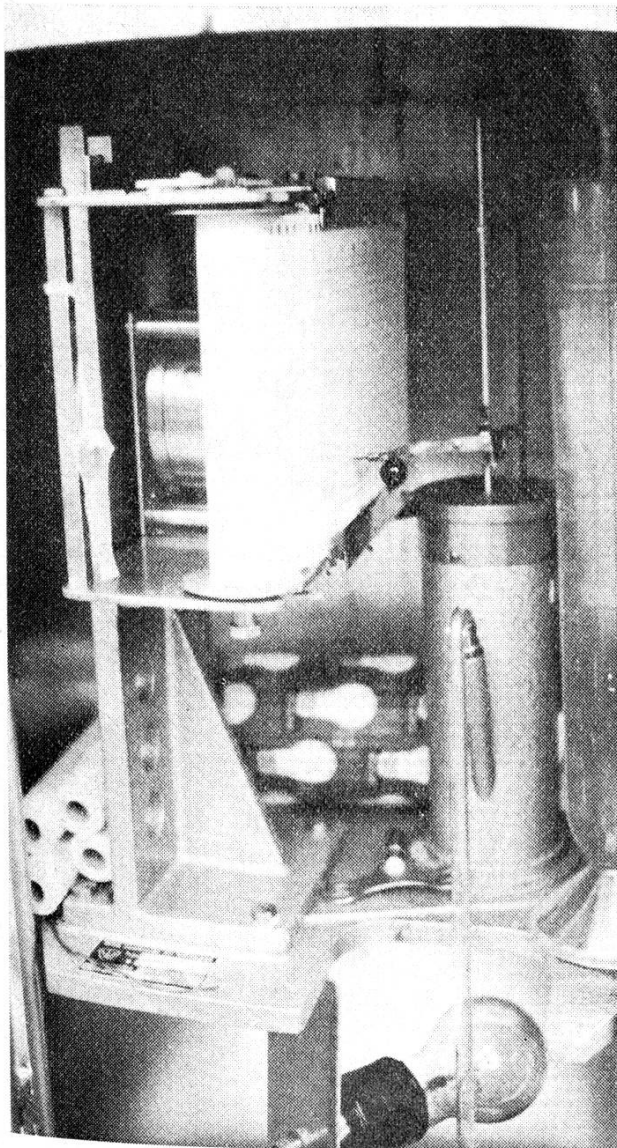


Abb.5

Detailaufnahme:
Monatsschreiber und Uhrwerk
Meßzylinder mit Schwimmer
Heberrohr zur Entleerung
Heizung (Kohlenfadenlampe)

Tafel 5
Tägliche Niederschlagswerte eigener Stationen

Bätterkinden

1967

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	11,9*	0,2*	—	—	4,5	—	—	—	—	—	20,5	—
2	5,6*	—	4,5	0,8	9,8	—	—	12,3	—	—	—	—
3	—	—	—	1,0	—	—	—	0,4	3,7	3,3	—	—
4	0,2*	—	—	—	—	—	—	8,7	8,0	19,2	10,3	—
5	1,4	—	9,6	—	—	—	—	0,6	—	1,6	—	—
6	—	—	0,4	5,2	3,5	—	9,6	—	6,0	0,5	4,8*	—
7	—	—	—	—	1,0	39,2	9,4	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	0,3	19,0	—	3,2	—	—	12,8
9	—	—	17,7	—	—	0,6	—	12,3	13,6	—	—	—
10	—	—	13,7	1,8	—	1,1	—	8,0	2,2	—	—	—
11	0,3*	—	2,7	—	—	—	—	—	—	—	0,7*	—
12	—	—	0,2	—	—	—	—	7,8	—	—	—	—
13	0,8*	—	3,5	—	6,9	—	—	—	—	—	0,1*	—
14	—	—	—	—	5,2	—	7,5	3,8	20,5	1,0	0,3*	—
15	—	—	1,2	—	14,5	0,8	5,4	—	12,6	3,5	31,8*	—
16	—	—	0,5	—	1,2	—	—	—	4,0	12,0	31,3*	—
17	—	—	12,3	—	2,3	—	—	1,7	—	—	0,7*	—
18	—	9,5	1,4	—	1,0	3,8	—	—	0,7	—	—	—
19	—	13,0	1,3	—	—	0,3	—	2,4	6,6	—	—	6,7
20	—	9,4	—	—	—	—	—	—	12,6	—	—	—
21	8,3	—	—	4,2	—	—	—	—		—	—	1,5
22	2,3	—	9,6	4,4	19,4	—	8,9	—		—	—	11,6
23	6,7	4,5	—	—	0,4	—	—	6,4		—	—	12,4
24	12,5	—	—	5,0	4,6	—	—	6,7		—	—	8,3
25	4,9	—	1,8	—	9,7	—	11,4	—	—	—	1,5	3,4
26	14,5	—	—	—	—	12,5	—	—	—	—	6,5	—
27	—	—	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	14,6	3,0	—	—	—	—	—	—	7,0	—	10,8
29	—	—	5,0	—	—	—	—	—	—	—	2,8	1,5
30	—	—	—	—	19,4	—	—	—	0,6	—	—	3,5
31	—	—	—	—	2,4	—	—	—	—	8,2	—	2,5
Σ	69,4	51,2	101,9	22,4	105,8	58,6	71,2	71,1	94,3	56,3	111,3	75,0
		120,6	222,5	244,9	350,7	409,3	480,5	551,6	645,9	702,2	813,5	888,5

* Interpolierter Wert.

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	9,8	3,7	—	—	5,5	—	—	10,5	—	—	—	—
2	1,4	3,6	—	—	1,7	1,8	14,4	52,0	} 19,6	0,5	19,1	—
3	11,0	1,5	—	4,0	0,4	0,6	—	2,5		—	2,5*	—
4	1,8	—	—	—	—	—	—	—		6,2	5,0*	—
5	4,2	10,3	} 8,7	—	14,4	—	—	18,9	—	—	—	—
6	21,9	—		—	10,5	—	3,8	24,0	—	—	—	4,5*
7	0,8	—		3,5	—	—	—	2,7	—	—	—	—
8	11,2	13,5	—	—	—	—	—	6,8	—	9,8	0,2*	—
9	7,5	—	—	—	} 28,6	—	3,7	0,4	—	—	—	—
10	} 5,7	—	16,5	—		—	19,8	18,1	—	—	—	—
11		9,8	3,7	—		—	—	—	9,6	—	—	—
12	—	3,4	—	2,3	} 28,6	—	—	1,8	—	—	—	—
13	18,2	—	} 9,9	15,0		—	2,4	8,2	—	—	—	—
14	—	—		—		—	7,8	26,5	26,0	—	—	0,3
15	—	—		—	—	8,6	7,0	—	31,5	13,4	—	—
16	1,8	—	—	—	—	7,7	10,0	—	6,3	—	1,8	5,0
17	8,7	—	0,3	—	—	0,4	16,2	30,4	—	—	1,2	2,6
18	13,8	—	7,1	—	—	—	0,4	11,4	0,8	3,6	5,4	} 17,8
19	0,3	3,8	—	—	—	6,0	0,6	—	—	—	—	
20	—	3,4	3,9	—	0,5	5,2	1,3	—	} 78,5	—	—	
21	—	0,6	16,4	—	1,3	0,6	—	—		—	—	} 58,0
22	—	0,9	1,0	—	3,1	2,6	—	—		—	—	
23	1,8	1,0	—	6,7	—	7,9	4,3	—	9,7	0,3*	—	
24	12,0	0,7	—	14,0	—	—	2,7	—	6,9	—	6,4	} 58,0
25	} 24,5	—	—	1,6	9,2	—	—	—	—	—	—	
26		—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	
27	—	—	—	12,4	0,8	—	—	—	—	—	—	} 58,0
28	—	—	—	23,0	1,6	—	—	6,2	10,9	—	—	
29	—	—	—	0,7	0,4	—	—	10,0	4,0	5,2	—	
30	—	—	—	3,6	0,3	—	—	19,8	1,2	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	2,7	2,6	—	—	—	—
Σ	156,4	56,2	67,5	86,8	78,3	42,4	97,1	252,8	211,2	32,8	41,6	88,2
		212,6	280,1	366,9	445,2	487,6	584,7	837,5	1048,7	1081,5	1123,1	1211,3

* Interpolierter Wert.

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII	
1	—	—	—	4,2	4,2	—	—	—	—	—	—	—	
2	13,8	2,8	—	—	—	8,3	—	13,8	—	—	—	—	
3	—	—	—	—	—	11,4	—	1,5	42,0	—	—	9,1	
4	—	—	—	—	8,9	10,2	—	—	8,5	—	—	6,8	
5	—	—	—	—	—	7,8	9,6	—	—	—	7,7	—	
6	—	—	—	—	10,6	1,3	3,0	—	—	—	—	—	
7	—	2,5	—	—	—	—	5,2	—	—	—	4,6	—	
8	2,0	—	—	—	2,6	—	4,4	—	—	—	4,3	0,6*	
9	—	—	—	—	3,8	—	7,3	—	—	—	11,2	—	
10	—	14,8	—	—	1,4	—	8,4	—	2,7	—	—	—	
11	—		13,0	10,4	14,7	—	—	11,8	—	—	—	6,0	—
12	14,7					3,1	—	7,9	—	19,8	—	—	8,7
13		16,0				—	2,4	—	8,7	—	—	9,8	—
14						22,6	—	—	11,0	—	—	—	7,1*
15							—	—	1,3	—	—	—	15,2*
16	13,0	5,3	3,4	6,4	4,8	—	—	1,2	2,7	—	—	12,0*	
17		—	1,5		—	4,6	5,0	1,5	—	—	—	2,8*	
18		3,5	—		2,0	—	—	—	—	—	14,9	12,2*	
19		—	—	—	—	39,5	—	—	—	—	—	—	
20		—	5,0	—	0,2	—	3,2	—	22,4	—	—	—	—
21	—	—	—	25,5	—	4,3	—	—	—	—	—	—	
22	—	—	7,2	11,5	—	—	—	5,8	—	—	—	3,1*	
23	5,8	1,1*	3,3	0,4	—	31,0	—	3,6	—	7,8	—	0,1*	
24	—	16,5*	3,1	—	—	10,0	4,2	9,1	—		14,2	—	
25	—	6,5*		—	7,8	21,3	18,3	3,0	—		4,1	—	
26	—	1,8*	2,4	10,0	2,5	—	—	19,5	—	—	1,7	—	
27	—	—		6,7	0,6	4,2	—	5,7	—	—	1,2	—	
28	—	—		—	1,4	5,1	—		—	—	5,4	—	
29	15,8	1,3		—	3,6	—	3,1	—	13,3	—	—	—	
30				—	5,1	—	0,4	—	2,8	—	—	—	
31				—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Σ	50,4	77,2	52,9	90,6	59,3	172,3	80,7	127,9	72,0	7,8	93,8	69,0	
		127,6	180,5	271,1	330,4	502,7	583,4	711,3	783,3	791,1	884,9	953,9	

* Interpolierter Wert.

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	–	0,8	–	7,6	13,5	–	0,5	–	–	13,3	–	4,1
2	–	11,4	6,7	5,4	4,2	–	} 0,8	–	2,0	7,5	–	4,6
3	–	19,7	5,4	2,3	–	–		–	–	5,9	–	5,3
4	19,7	12,6	} 3,8	11,2	–	–	–	–	1,2	–	–	3,7
5	–	5,1		–	–	13,9	–	–	–	–	1,2	3,2
6	–	13,2		9,6	–	–	–	3,5	–	–	–	4,7
7	–	9,4	11,6	7,2	–	2,6	–	0,9	1,2	–	7,4	–
8	11,5	12,6	–	4,9	–	2,1	2,5	1,2	–	} 3,2	–	–
9	–	15,0	–	2,6	9,8	5,8	–	–	–		4,5	–
10	–	29,0	–	–	9,2	–	–	–	–		–	–
11	–	11,2	–	1,9	9,6	–	–	2,2	4,2	–	–	–
12	–	2,6	–	5,8	4,3	–	–	–	8,5	–	11,0	–
13	–	–	–	6,7	–	–	–	51,6	–	–	14,4	–
14	3,7	1,2	1,7*	–	6,2	–	18,0	28,5	–	–	–	–
15	–	1,4	–	–	4,7	4,6	2,5	–	3,5	–	–	–
16	–	3,8	–	–	29,8	5,7	1,6	45,8	–	–	–	–
17	–	8,8	9,0	–	–	9,6	–	2,6	–	–	10,0	–
18	–	13,7	11,6	13,2	–	15,9	–	–	–	–	–	–
19	–	5,8	–	–	–	1,3	10,5	–	–	15,4	22,0	–
20	–	15,8	–	–	0,2*	–	11,4	4,3	–	9,6	21,0	–
21	–	12,3	–	–	3,7*	–	–	–	–	–	1,6	–
22	3,9	13,4	19,0	–	4,9*	–	–	7,7	–	} 13,6	–	–
23	1,0	26,3	3,6	1,9	–	–	5,5	–	–		–	–
24	0,8	3,6	–	2,4	–	–	6,3	–	–		–	–
25	–	0,5	–	5,6	–	–	–	–	–	–	–	–
26	1,8	0,8	–	3,2	–	–	–	–	–	–	–	–
27	–	0,6	} 1,6	1,8	–	13,7	–	2,6	–	–	–	–
28	–	–		0,5	–	4,0	–	0,9	–	–	–	–
29	9,7	–	–	–	9,8	3,0	–	1,2	–	–	3,2	4,8
30	2,4	–	5,4	7,8	1,5	1,0	2,6	–	12,4	–	4,5	3,7
31	–	–	9,2	–	–	–	6,8	–	–	–	–	–
Σ	54,5	250,6	88,6	101,6	111,4	83,2	69,0	153,0	33,0	68,5	100,8	34,1
		305,1	393,7	495,3	606,7	689,9	758,9	911,9	944,9	1013,4	1114,2	1148,3

* Interpolierter Wert.

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	0,3*	—	—	3,3	2,3	—	0,4	—	—	—	—	0,4
2	11,9*	3,3	—	—	—	0,7	—	10,6	—	—	—	—
3	—	—	—	—	1,4	10,2	—	—	58,9	—	—	9,5
4	—	0,3	—	—	10,9	5,5	—	—	0,7	0,1	3,1	3,1
5	—	—	—	—	—	10,8	2,8	—	—	0,3	5,2	—
6	—	—	—	—	10,9	7,7	2,5	—	—	0,1	—	—
7	—	3,0	—	—	0,6	1,2	2,6	—	—	0,1	10,5	—
8	1,7*	0,3	—	—	—	—	4,3	—	—	0,2	1,2	—
9	—	—	—	—	6,1	—	7,9	—	0,4	—	10,2	0,1
10	—	0,7	—	—	0,3	—	16,2	—	—	—	—	—
11	—	6,5	3,6	0,1	—	—	12,6	—	—	0,2	1,2	—
12	1,0*	9,2	1,6	4,7	—	4,0	—	18,9	—	0,2	18,1	—
13	—	2,5	10,6	2,7	—	0,6	—	3,2	—	—	6,1	—
14	0,6*	—	10,1	3,5	—	—	—	11,4	—	—	—	4,0
15	0,1*	2,5	—	15,9	1,9	—	—	3,7	4,1	—	—	15,6
16	0,9*	0,9	1,2	4,5	8,8	7,6	—	1,8	3,2	—	—	8,0
17	—	0,6	4,0	1,4	—	—	0,8	5,5	—	—	10,4	3,9
18	6,6*	3,0	—	0,1	2,5	39,8	—	—	5,4	0,1	2,5	11,6
19	—	4,1	—	2,6	—	4,5	—	—	—	—	—	—
20	—	—	0,2	1,7	—	—	—	17,5	—	—	—	—
21	—	—	—	4,9	—	2,0	—	—	—	—	1,0	—
22	—	—	2,5	23,0	—	—	—	2,8	—	—	—	1,4
23	4,6*	0,7	7,7	3,6	—	22,3	—	8,0	—	3,5	1,2	0,4
24	—	16,3	3,0	—	—	8,0	3,5	11,2	—	2,0	11,3	—
25	—	4,8	1,3	0,3	5,1	17,2	25,6	3,4	—	—	2,9	—
26	—	0,6	1,0	3,4	4,4	—	0,1	15,2	—	—	4,9	—
27	—	—	0,2	15,5	0,7	5,5	—	1,8	—	—	—	—
28	4,6*	—	—	0,1	1,4	1,6	—	1,1	—	—	5,5	—
29	3,4	—	0,3	—	3,4	—	1,6	—	7,3	—	—	—
30	0,5	—	0,3	—	5,3	—	—	—	0,5	—	—	—
31	—	—	0,3	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—
Σ	36,2	59,3	47,9	91,3	66,0	149,2	80,9	116,3	80,5	6,8	95,3	58,0
		95,5	143,4	234,7	300,7	449,9	530,8	647,1	727,6	734,4	829,7	887,7

* Interpolierter Wert.

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	–	–	–	6,7	0,5	–	0,4	–	0,1	1,0	–	0,8
2	–	19,2	7,9	6,0	8,5	–	1,3	–	–	8,1	–	–
3	–	23,0	3,6	2,6	0,2	–	–	–	0,7	6,9	–	7,3
4	11,6	10,1	1,5	3,0	–	3,1	–	0,1	–	1,5	–	0,1
5	7,0	11,0	3,0	8,2	–	6,4	–	–	0,1	0,1	0,2	1,0
6	–	13,3	0,3	–	0,2	–	–	0,1	–	–	–	2,8
7	–	4,6	5,9	14,1	–	3,7	–	2,0	–	–	5,9	2,7
8	2,3	6,6	4,0	9,3	0,4	1,5	0,4	0,2	2,7	0,8	0,2	–
9	8,4	12,7	–	1,7	–	4,5	–	0,1	0,1	0,3	2,6	–
10	–	24,0	–	1,3	19,9	1,2	–	0,2	–	0,3	–	–
11	–	3,4	–	–	2,0	0,7	–	0,9	8,3	0,1	–	–
12	–	15,3	–	7,0	3,4	–	–	–	1,2	0,1	5,9	–
13	–	0,6	–	3,3	0,3	–	–	14,5	0,2	0,1	15,5	–
14	–	2,6	0,4	0,3	–	0,9	9,0	30,2	–	–	1,4	–
15	3,4	0,1	0,8	–	10,7	–	8,8	1,8	2,6	–	–	–
16	0,1	0,4	–	–	12,1	2,6	0,5	39,0	3,6	–	–	–
17	–	11,1	0,5	–	1,2	10,8	0,6	0,3	–	–	7,2	–
18	–	1,4	13,1	0,4	–	8,2	–	2,3	–	0,1	1,6	–
19	–	6,2	3,2	19,5	–	0,2	–	37,4	–	15,0	17,1	–
20	–	4,9	0,8	7,5	–	1,1	17,9	5,9	–	5,8	13,4	–
21	–	15,7	0,1	–	4,6	–	2,1	4,6	–	4,1	6,4	–
22	–	17,6	10,8	–	5,0	–	–	2,4	–	2,5	0,1	0,3
23	0,5	12,4	4,0	3,2	–	0,2	8,0	2,5	–	5,4	–	–
24	–	8,5	0,4	0,6	–	–	6,2	0,1	–	–	–	–
25	–	0,5	0,1	4,4	0,4	–	–	–	–	–	–	–
26	1,2	0,1	1,2	1,4	–	–	0,4	–	–	–	–	–
27	7,9	0,1	1,0	3,1	–	8,6	–	0,3	0,1	–	–	–
28	–	0,1	0,2	5,7	–	13,9	0,4	0,1	–	–	–	–
29	1,1	–	–	4,6	12,0	2,5	–	3,7	–	–	6,9	3,1
30	1,3	–	–	9,7	0,5	2,0	–	3,6	22,7	–	–	4,0
31	–	–	10,9	–	–	–	0,9	5,4	–	–	–	0,3
Σ	44,8	225,8 270,6	73,7 344,3	123,6 467,9	81,9 549,8	72,1 621,9	56,9 678,8	157,7 836,5	42,4 878,9	52,2 931,1	84,4 1015,5	22,4 1037,9

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	9,3	—	13,2	0,4	3,9	—	—	—	—	—	1,7	—
2	10,0	—	—	—	10,8	—	0,1	10,0	—	0,1	23,7	—
3	0,9	—	—	2,0	13,4	—	1,7	0,8	5,5	1,2	0,7	—
4	—	—	—	2,4	—	—	—	12,0	10,5	25,9	4,6	—
5	1,2	0,6	7,4	0,5	—	—	—	0,2	—	0,2	—	—
6	0,2	—	0,1	2,0	3,7	—	5,1	—	8,2	0,5	1,6	3,7
7	0,5	—	0,7	0,7	0,8	36,1	—	—	—	0,1	—	5,3
8	—	—	—	—	—	12,2	35,9	—	1,3	—	—	2,2
9	—	—	0,1	1,4	—	1,9	—	12,9	15,8	—	0,3	—
10	—	—	19,9	0,4	—	1,2	—	12,9	3,4	—	—	0,3
11	—	—	6,5	—	—	0,5	—	—	0,6	—	—	1,0
12	3,6	—	1,5	—	—	—	—	6,4	—	—	—	0,1
13	0,2	—	4,8	—	7,2	—	—	0,6	1,7	—	—	—
14	—	—	1,0	—	1,0	0,2	0,7	5,3	10,3	0,2	—	—
15	—	—	—	—	28,8	3,0	23,3	—	11,3	1,9	44,0	—
16	—	—	0,5	—	9,6	—	—	2,5	3,6	—		2,5
17	—	0,4	1,3	—	0,8	—	—	0,2	0,1	17,4		—
18	—	2,4	8,3	—	2,0	0,7	—	—	0,6	—		—
19	—	11,5	3,5	—	—	9,1	—	3,3	11,4	—		3,2
20	0,7	9,2	6,8	—	—	—	—	0,5	7,5	—	—	—
21	5,6	0,9	—	5,8	—	—	0,2	—	0,5	—	—	—
22	4,2	—	—	1,1	14,4	—	12,2	—	—	—	—	2,7
23	4,8	1,8	2,9	8,5	7,5	—	0,1	3,6	—	—	—	13,4
24	10,2	—	—	2,9	15,4	—	—	11,3	—	—	—	4,4
25	0,7	—	—	—	11,4	1,0	5,3	—	—	—	1,0	0,7
26	8,6	1,9	5,5	—	—	0,5	—	—	—	—	3,4	1,4
27	0,5	3,5	7,4	—	—	8,3	—	—	—	0,8	6,7	—
28	—	2,2	2,2	—	1,5	—	0,1	—	—	2,1	—	8,3
29	—	—	0,7	—	0,2	—	—	—	—	0,1	1,9	8,6
30	—	—	1,8	—	24,2	—	—	—	1,2	—	—	2,0
31	—	—	—	—	4,0	—	1,0	—	—	5,5	—	—
Σ	61,2	34,4	96,1	28,1	160,6	74,7	85,7	82,4	93,5	56,0	89,6	59,8
		95,6	191,7	219,8	380,4	455,1	540,8	623,2	716,7	772,7	862,3	922,1

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	2,9	2,6	—	—	1,8	—	—	14,3	0,1	0,5	0,2	—
2	2,6	3,9	—	0,8	2,0	1,2	6,3	58,6	2,6	0,1	19,8	—
3	4,4	2,5	—	4,9	1,4	—	0,2	17,0	21,1	—	3,7	—
4	7,2	1,7	—	0,2	0,3	—	—	—	6,8	—	7,9	—
5	11,8	2,3	—	—	11,7	—	—	14,3	—	—	0,2	—
6	3,1	8,8	2,1	0,2	22,4	1,6	2,7	28,0	—	—	—	3,7
7	6,2	—	1,9	5,3	4,1	—	—	4,9	—	—	—	—
8	6,2	—	—	—	—	0,8	—	16,3	—	12,3	0,1	—
9	6,2	21,2	—	—	4,3	—	5,8	0,2	—	0,8	—	0,1
10	—	—	7,7	—	—	—	11,7	10,1	—	0,2	—	—
11	—	0,8	7,0	—	15,7	—	9,0	0,9	5,4	—	—	—
12	2,3	4,0	3,0	0,4	9,3	—	—	1,9	—	—	—	—
13	1,4	1,4	—	15,5	—	—	4,0	6,1	2,1	0,1	—	—
14	16,8	—	0,2	—	—	—	15,8	17,6	16,1	6,6	—	—
15	—	0,4	6,5	—	—	5,0	3,7	0,1	31,5	—	—	—
16	—	—	3,3	—	1,1	36,1	6,6	—	6,0	—	—	2,5
17	8,7	—	0,6	—	—	3,2	14,2	35,0	0,4	—	0,3	4,6
18	10,4	—	6,9	—	—	—	—	9,9	1,1	3,5	6,2	1,4
19	0,8	2,9	—	—	—	14,3	1,0	—	—	—	—	6,5
20	—	4,6	4,8	—	0,7	10,3	3,1	—	6,2	0,1	—	0,3
21	—	1,5	7,6	—	2,5	1,3	—	—	56,4	0,2	—	11,0
22	—	1,3	2,6	—	6,4	—	—	—	—	—	—	3,1
23	—	0,2	—	—	—	13,0	3,1	—	14,1	1,6	—	7,8
24	—	1,9	—	29,4	—	—	0,1	—	3,9	—	6,0	4,2
25	2,7	—	—	4,2	17,4	—	—	—	—	—	0,1	27,4
26	17,2	—	—	—	—	1,4	—	—	—	—	—	0,1
27	5,4	—	—	9,9	0,5	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	15,0	1,6	—	—	3,8	14,7	0,9	—	4,2
29	—	—	—	11,8	0,9	—	—	17,3	7,9	2,4	—	—
30	—	—	—	3,4	0,3	—	—	21,2	3,3	—	—	0,8
31	—	—	—	—	—	—	3,0	3,6	—	—	—	—
Σ	116,3	62,0	54,2	101,0	104,4	88,2	90,3	281,1	199,7	29,3	44,5	77,7
		178,3	232,5	333,5	437,9	526,1	616,4	897,5	1097,2	1126,5	1171,0	1248,7

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	0,3	—	—	2,5	4,4	—	0,1	—	—	—	—	—
2	10,1	3,3	—	—	—	6,0	—	2,6	—	—	—	—
3	1,1	1,2	—	—	0,4	14,7	—	—	29,0	—	—	11,6
4	—	—	—	—	9,1	11,5	—	—	2,1	—	4,5	4,0
5	—	—	—	—	—	12,5	5,5	—	—	0,2	6,1	—
6	—	—	—	—	7,2	15,9	2,5	—	—	0,3	—	—
7	—	—	—	—	1,9	2,4	4,4	—	—	0,1	9,0	—
8	1,5	0,7	—	—	—	—	8,4	—	—	—	1,2	0,1
9	—	3,1	—	—	6,6	—	13,1	—	0,1	—	8,5	—
10	—	—	—	—	0,4	—	5,9	—	—	—	—	—
11	—	—	2,6	0,3	—	—	14,8	—	—	0,2	0,1	—
12	0,5	10,1	2,0	5,9	—	1,0	—	15,1	—	0,1	24,9	—
13	—	11,3	8,6	1,3	—	3,2	—	9,8	—	—	7,9	—
14	0,8	—	10,7	2,3	—	—	—	12,4	—	—	0,2	3,3
15	—	0,3	—	15,2	1,1	—	—	9,8	—	—	—	12,1
16	0,5	—	0,1	3,3	6,9	4,7	—	5,8	8,3	—	—	8,5
17	0,4	2,6	4,0	4,4	—	—	—	7,4	—	0,1	6,8	7,6
18	7,7	1,9	0,2	—	2,5	43,3	0,2	—	6,9	—	5,4	9,7
19	1,2	6,6	—	2,2	—	6,0	—	—	—	—	—	—
20	—	—	0,6	1,0	—	—	—	27,8	—	—	—	—
21	—	—	—	4,7	—	1,7	—	—	—	—	0,5	—
22	—	—	1,9	19,1	—	—	—	2,5	—	—	—	1,5
23	4,8	1,6	9,7	2,3	—	15,1	—	12,3	—	1,6	2,8	1,1
24	—	19,3	2,0	—	—	9,2	5,3	18,0	—	3,1	8,6	—
25	—	6,7	2,1	0,1	7,6	18,4	5,3	4,6	—	—	6,0	—
26	—	0,5	1,2	0,5	3,6	—	—	14,2	—	—	10,1	—
27	—	—	0,0	8,9	0,1	4,4	—	2,8	—	—	—	—
28	4,5	—	—	0,1	1,2	—	—	2,3	—	—	3,5	—
29	4,8	—	—	0,2	0,1	—	11,6	—	7,4	—	1,3	—
30	0,8	—	0,3	—	11,3	—	—	—	0,1	—	—	—
31	—	—	0,2	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—
Σ	39,0	69,2	46,2	74,3	64,4	170,0	77,1	147,6	53,9	5,7	107,5	59,5
		108,2	154,4	228,7	293,1	463,1	540,2	687,8	741,7	747,4	854,8	914,3

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	—	—	—	1,7	0,1	—	2,5	—	0,1	2,0	—	1,3
2	—	19,9	—	5,9	10,4	—	0,8	—	—	8,7	—	0,2
3	—	22,8	1,7	2,8	0,5	—	1,1	—	1,8	8,2	—	10,3
4	5,3	10,7	9,4	8,0	—	0,2	—	0,3	—	2,1	—	0,1
5	14,9	8,8	4,5	10,1	—	6,4	—	—	0,2	0,2	0,7	1,5
6	2,2	4,1	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7
7	—	14,0	—	19,2	—	11,5	—	3,3	—	—	6,1	5,0
8	—	4,6	7,6	8,0	0,2	0,1	1,1	27,8	1,1	0,3	0,3	—
9	8,6	6,6	—	8,0	—	2,7	—	0,5	—	0,3	1,2	—
10	—	4,9	—	0,6	19,9	2,2	—	0,1	—	—	—	—
11	—	13,6	—	—	1,5	0,4	—	2,3	12,6	0,3	—	—
12	—	13,3	—	6,7	3,6	—	—	—	3,0	0,1	6,1	—
13	—	3,9	12,8	3,6	0,8	—	—	—	—	—	18,1	—
14	—	—		1,1	—	—	9,6	20,6	—	—	1,4	0,2
15	6,9	0,2		—	13,2	0,4	17,5	2,2	7,4	—	0,4	—
16	0,6	3,0		—	9,9	5,5	2,8	29,6	4,9	—	0,3	—
17	—	4,1	7,0	—	1,1	17,7	2,7	10,8	—	—	4,8	—
18	—	5,9		—	0,1	4,4	—	3,3	—	0,3	1,3	—
19	—	9,1		31,4	—	6,6	—	27,8	—	16,8	17,6	—
20	—	3,8		10,7	—	1,3	23,9	8,3	—	5,8	13,8	—
21	—	8,6	—	—	7,6	—	1,5	4,3	—	1,6	10,6	—
22	—	15,0	13,6	—	8,2	2,5	—	14,2	—	6,2	—	0,3
23	0,9	5,4	3,5	3,5	—	0,9	6,7	0,8	—	7,2	—	—
24	0,5	15,1	0,8	1,2	—	—	15,6	0,7	—	—	—	—
25	—	3,2	—	4,3	—	—	—	—	—	—	—	—
26	1,1	0,9	2,9	0,8	—	—	0,9	—	—	—	—	—
27	8,2	—	0,4	5,5	—	6,3	—	0,2	—	—	—	—
28	—	2,0	1,4	3,5	—	12,6	—	0,4	—	—	—	—
29	1,2	—	—	2,7	10,1	2,3	—	10,7	—	—	8,5	—
30	2,9	—	—	12,3	0,4	1,3	—	0,4	33,1	—	—	5,3
31	1,1	—	10,5	—	—	—	1,2	0,2	—	—	—	3,0
Σ	54,4	203,5	78,6	151,6	87,6	85,3	87,9	168,8	64,2	60,1	91,2	28,9
		257,9	336,5	488,1	575,7	661,0	748,9	917,7	981,9	1042,0	1133,2	1162,1

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	0,4	—	—	2,1	2,5	0,1	0,2	—	—	—	—	—
2	9,7	2,4	—	—	—	3,4	—	3,0	—	—	—	—
3	—	—	—	—	3,7	8,6	—	1,8	36,3	—	—	12,3
4	—	—	—	—	9,9	4,4	—	—	0,5	0,2	3,9	1,9
5	—	—	—	—	0,2	9,0	1,5	—	—	0,3	3,4	—
6	—	—	—	—	9,3	4,5	5,6	—	—	0,3	—	—
7	—	0,1	—	—	0,1	0,9	1,8	—	—	0,3	9,5	—
8	2,1	—	—	—	—	—	6,2	—	1,7	—	0,9	0,1
9	—	—	—	—	5,9	—	8,4	—	—	0,3	9,0	0,1
10	—	—	—	—	0,3	—	3,5	—	—	—	—	—
11	—	0,7	3,8	—	—	—	11,5	—	—	—	0,3	—
12	1,5	5,8	3,5	2,6	—	3,8	—	28,8	—	0,2	18,6	0,4
13	—	2,2	13,8	0,4	—	1,6	—	5,9	—	0,2	6,7	—
14	0,7	—	5,4	1,1	—	—	—	9,7	—	0,2	0,2	4,9
15	—	1,5	—	13,7	0,6	—	—	1,7	2,9	0,1	—	9,3
16	2,0	—	2,4	2,8	4,7	5,1	—	—	0,3	—	—	1,4
17	—	0,3	3,4	2,3	—	—	1,8	7,0	—	—	13,9	3,9
18	7,1	3,6	—	0,7	2,7	22,3	—	—	6,9	—	—	10,4
19	—	5,3	—	0,8	—	2,8	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	1,7	—	—	—	20,8	—	—	—	—
21	—	—	—	8,6	—	1,0	—	—	—	—	1,8	—
22	—	—	2,8	22,9	—	—	—	3,8	—	—	—	2,1
23	5,0	0,3	6,8	4,7	—	18,2	—	11,5	—	1,3	4,2	0,3
24	—	15,5	1,1	—	—	7,6	12,9	3,1	0,2	2,2	6,8	—
25	—	3,7	1,0	0,1	5,8	19,5	36,8	3,1	—	—	3,2	—
26	—	1,3	0,6	2,4	3,2	—	3,1	14,7	—	—	0,7	—
27	—	—	0,1	16,9	0,7	4,4	—	2,0	—	—	—	—
28	7,3	—	—	0,5	2,3	7,8	—	1,1	—	—	4,2	—
29	2,7	—	0,5	—	3,4	—	2,7	—	9,6	—	—	—
30	0,2	—	1,2	—	6,7	—	—	—	1,9	—	—	—
31	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ	38,7	42,7 81,4	47,4 128,8	84,3 213,1	62,0 275,1	125,0 400,1	96,0 496,1	118,0 614,1	60,3 674,4	5,6 680,0	87,3 767,3	47,1 814,4

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	—	—	—	4,3	0,2	—	0,9	—	—	1,1	—	1,2
2	—	21,6	2,7	3,1	7,7	—	1,9	—	—	4,3	—	0,2
3	—	19,8	3,4	1,2	0,1	—	0,5	—	1,0	3,2	—	6,4
4	13,2	11,7	1,8	1,3	—	3,5	—	—	—	1,3	—	—
5	6,4	10,9	1,4	2,7	—	6,2	—	—	—	0,1	—	0,7
6	—	13,6	0,2	0,4	3,8	—	—	0,8	—	—	—	3,1
7	—	5,2	6,0	11,7	—	0,9	—	3,3	—	—	6,5	3,8
8	2,0	9,3	5,2	7,4	0,1	6,6	0,6	0,6	1,6	1,1	0,3	—
9	9,5	9,7	—	1,6	—	1,5	0,1	1,1	—	0,2	2,4	—
10	—	14,9	—	1,4	21,2	1,3	—	0,2	0,1	0,2	—	—
11	—	4,7	—	—	0,8	0,3	—	0,2	4,5	0,1	—	—
12	—	13,5	—	11,5	4,2	—	—	—	1,0	0,1	6,0	—
13	—	—	—	4,1	2,7	—	—	33,1	1,8	0,1	17,3	—
14	—	2,6	0,1	0,3	0,1	1,3	11,2	36,3	—	—	1,9	—
15	3,0	0,2	0,3	—	9,4	—	5,8	—	3,0	—	—	—
16	0,1	0,4	—	—	3,5	4,4	—	42,7	2,9	—	—	—
17	—	7,0	1,0	—	6,6	8,5	—	—	—	—	10,4	—
18	—	1,4	12,7	—	—	5,9	—	4,7	—	—	2,2	—
19	—	6,6	1,2	19,7	—	—	—	35,4	—	14,2	20,3	—
20	—	5,9	1,0	7,9	—	—	19,8	11,3	—	5,9	11,6	—
21	—	16,3	—	0,1	5,0	—	0,4	1,5	—	2,5	4,2	—
22	—	17,3	11,7	—	14,1	—	—	0,9	—	3,3	0,1	0,2
23	1,1	12,0	3,4	3,0	—	0,8	9,9	8,2	—	3,9	—	—
24	0,2	6,8	0,7	0,8	—	—	7,2	1,2	—	—	—	—
25	—	0,5	0,4	5,7	0,1	—	—	0,1	—	—	—	—
26	2,1	0,7	1,4	1,7	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—
27	6,9	0,2	0,1	2,7	—	11,6	—	0,2	0,1	—	—	—
28	—	—	—	2,8	—	8,6	1,2	0,5	0,1	—	—	0,2
29	0,8	—	—	4,6	9,5	4,4	—	2,7	—	—	8,4	—
30	1,2	—	0,1	10,2	0,7	1,7	—	31,1	16,7	—	0,2	2,6
31	—	—	7,7	—	—	—	0,2	—	—	—	—	1,9
Σ	46,5	212,8	62,5	110,2	89,8	67,5	59,7	217,2	32,9	41,6	91,8	20,3
		259,3	321,8	432,0	521,8	589,3	649,0	866,2	899,1	940,7	1032,5	1052,8

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	0,3	—	—	2,4	2,0	—	—	—	—	—	—	—
2	11,9	2,9	—	—	—	2,0	—	11,3	—	—	—	—
3	—	—	—	—	2,6	12,9	—	—	35,9	—	—	8,8
4	—	—	—	—	8,8	4,7	—	—	0,7	—	3,2	3,3
5	—	—	—	—	—	9,3	5,8	—	—	0,3	4,4	—
6	—	—	—	—	11,2	8,9	2,1	—	—	0,1	—	—
7	—	0,4	—	—	0,5	1,2	2,5	—	—	0,1	9,5	—
8	1,7	1,2	—	—	0,2	—	5,2	—	0,1	—	1,0	—
9	—	—	—	—	5,0	—	6,4	—	9,1	—	9,3	—
10	—	—	—	—	0,3	—	2,4	—	—	0,1	—	—
11	—	1,9	2,6	0,1	—	—	11,2	—	—	0,2	—	—
12	1,0	10,5	3,0	3,8	—	12,8	—	16,6	—	—	18,3	—
13	—	6,9	10,9	0,9	—	0,2	—	7,3	—	—	5,7	—
14	0,6	—	10,6	0,8	—	—	—	11,0	—	—	0,4	1,9
15	0,1	—	—	17,0	1,6	—	—	2,8	0,9	—	—	11,7
16	0,9	—	1,3	2,7	8,1	6,5	—	1,3	2,6	—	—	9,2
17	—	2,4	3,4	1,8	—	—	1,2	5,5	—	—	8,1	3,7
18	6,6	0,2	—	0,8	2,3	38,0	—	—	5,7	—	1,1	10,0
19	—	7,6	—	1,1	—	2,5	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	1,5	—	—	—	20,1	—	—	—	—
21	—	—	—	9,6	—	1,5	—	—	—	—	0,8	—
22	—	—	2,3	18,3	—	—	1,0	2,7	—	—	—	1,6
23	4,6	0,5	8,9	2,8	—	27,1	—	5,8	—	1,1	1,7	0,8
24	—	17,7	0,7	—	—	—	2,6	21,3	—	2,1	8,4	—
25	—	6,6	0,3	0,2	14,0	—	11,0	3,1	—	—	3,3	—
26	—	1,2	0,6	3,3		—	—	16,9	—	—	3,9	—
27	—	—	0,1	5,4		—	—	16,9	—	—	3,9	—
28	4,6	—	—	—		1,6	—	1,6	—	—	3,9	—
29	3,3	—	—	—		—	1,2	—	7,7	—	—	—
30	0,4	—	0,1	—		6,4	—	—	0,4	—	—	—
31	—	—	0,3	—	0,1	—	—	0,2	—	—	—	—
Σ	36,0	60,0 96,0	45,1 141,1	72,5 213,6	63,1 276,7	134,3 411,0	52,6 463,6	129,3 592,9	63,1 656,0	4,0 660,0	83,1 743,1	51,0 794,1

	J I	F II	M III	A IV	M V	J VI	J VII	A VIII	S IX	O X	N XI	D XII
1	—	—	—	6,2	0,5	—	0,6	—	—	1,1	—	1,3
2	—	16,8	4,8	5,6	9,2	—	1,4	—	—	10,2	—	—
3	—	22,6	2,6	2,6	0,2	—	—	—	1,1	4,9	—	8,4
4	8,7	9,1	0,1	4,6	—	2,2	—	—	—	1,6	—	—
5	10,5	10,1	2,2	9,1	—	5,9	—	0,2	—	—	0,2	1,1
6	—	12,6	1,3	26,3	0,1	—	—	2,8	—	—	—	3,3
7	—	5,7	0,7		—	3,9	—	1,4	—	—	6,5	2,8
8	—	5,9	8,0		0,7	—	1,3	0,2	2,3	0,5	0,2	—
9	10,5	9,8	—		—	4,9	—	0,1	—	0,4	2,6	—
10	—	21,0	—		18,3	1,9	—	3,1	—	—	—	—
11	—	3,1	—	—	1,2	0,5	6,9	1,0	8,0	0,2	—	—
12	—	11,2	—	8,2	4,8	—	—	1,0	2,0	—	5,6	—
13	—	—	—	2,8	1,1	—	0,7	15,5	0,4	—	16,2	—
14	—	0,4	0,1	0,4	—	0,9	9,3	45,1	—	0,1	1,2	—
15	4,5	2,2	0,3	—	8,7	—	14,3	2,1	3,6	—	—	—
16	—	—	—	—	2,1	3,5	0,4	48,3	2,5	—	—	—
17	—	9,1	0,7	—	3,8	13,1	0,7	0,1	—	—	7,7	—
18	—	1,0	11,3	0,2	—	11,9	—	2,6	—	—	2,2	—
19	—	7,0	4,4	18,9	—	1,8	—	38,6	—	33,6	17,0	—
20	—	3,9	1,1	—	—	1,0	17,8	4,1	—		14,3	—
21	—	13,8	0,1	25,5	4,6	—	2,2	10,8	—		6,5	—
22	—	17,4	12,2		4,3	—	0,1	7,8	—		0,1	0,5
23	0,9	9,2	3,5		—	0,4	11,2	0,9	—		—	—
24	0,2	13,4	0,4		—	—	6,1	—	—		—	—
25	—	0,4	—		0,2	—	—	—	—	0,1	—	—
26	1,2	0,1	1,3		—	—	0,5	—	—	—	—	—
27	7,2	—	0,5		—	12,7	—	0,6	—	—	—	—
28	—	—	0,2		—	13,7	0,3	—	—	—	—	—
29	1,2	—	—		10,9	2,3	—	2,9	—	—	7,6	—
30	1,7	—	—		0,7	5,0	—	3,5	22,5	—	—	4,1
31	—	—	8,2		—	—	2,3	0,6	—	—	—	0,5
Σ	46,6	205,8	64,0	110,4	71,4	85,6	76,1	193,3	42,4	52,7	87,9	22,0
		252,4	316,4	426,8	498,2	583,8	659,9	853,2	895,6	948,3	1036,2	1058,2

Diesen Anfangsschwierigkeiten konnte ich durch folgende Maßnahmen begegnen:

- Zu 1. Häufige Kontrollen nach der Inbetriebnahme der Apparate zwecks Feinregulierung der Uhrwerke.
- Zu 2. Peinlich genaues Aufspannen des Schreibstreifens. Zudem muß darauf geachtet werden, daß die Gleitfläche total trocken ist.
- Zu 3. Die anfänglich eingebauten Kohlenfadenlampen zu 35 Watt mußten in kälteren Perioden durch 75- bzw. in extrem kalten Zeiten durch 90-Watt-Lampen ersetzt werden.

Eine andere Möglichkeit zur Lösung des Problems liegt im Einbau von Thermostaten, die – je nachdem – automatisch eine oder zwei Kohlenfadenlampen einschalten. Diese Einrichtung ist allerdings wesentlich kostspieliger, und da es ohnehin von Vorteil ist, auch einen Monatspluviographen wenigstens alle 14 Tage zu kontrollieren, habe ich auf den Einbau von Thermostaten verzichtet.

Eine wöchentliche Überprüfung der Pluviographen ist von Vorteil, weil Verstopfungen beim Auffangzylinder (Insekten, Blätter usw.) einfach nicht zu vermeiden sind, auch wenn man bei der Standortwahl des Meßgerätes äußerst vorsichtig war.

Da man sich zwecks Auswechselns von Limnigraphenstreifen ohnehin wöchentlich ins Arbeitsgebiet begeben muß, scheint mir eine gleichzeitige Kontrolle der Pluviographen angebracht.

Es darf also abschließend festgehalten werden, daß Pluviographen generell zuverlässigere Resultate liefern als Stationen mit Tagestotalisatoren. Sie weisen zudem einen weiteren, ganz bedeutenden Vorteil auf, nämlich die Möglichkeit zur Ermittlung der Niederschlagsintensität.

Sämtliche Tageswerte der im Arbeitsgebiet liegenden Niederschlagsstationen können beim Verfasser eingesehen werden. Die vollständigen Jahre der eigenen Stationen (Auswertung nach MZA) sind in Tafel 5 wiedergegeben.

1.3 RÄUMLICHE VERTEILUNG DER NIEDERSCHLÄGE

Die Niederschlagskarten der hydrologischen Jahre 1966/67, 1967/68, 1968/69 und 1969/70 (Figuren 6 bis 9) geben ein deutliches Bild der räumlichen Verteilung der Regenmengen. Drei topographische Elemente machen sich deutlich bemerkbar: Jura, Frienisberg und Napf. Um dies zeigen zu können, umfassen die Karten auch die Randzonen meines Arbeitsgebietes. Für die Jahre 1968/69 und 1969/70 haben mir freundlicherweise Otto Weber, Sumiswald, und Christian Leibundgut, Langenthal, die Werte der Stationen

Heimisbach (Weber) bzw. Dürrenroth, Ferrenberg, Langenthal, Riedtwil, Walterswil und Wynigen (Leibundgut) zur Verfügung gestellt.

Obschon ich vor der definitiven Festlegung der Isohyeten der 4 Niederschlagskarten versuchsshalber mittels der Zahlenwerte der MZA für die weitere Umgebung Burgdorfs eine Niederschlagskarte zeichnete, ist es möglich, daß bei Vorliegen der Detailkarten speziell im Gebiet des Oberaargaus eine Verschiebung der Isohyeten am Ostrand meiner Karten sich aufdrängen wird. Die Monats- und Jahressummen der berücksichtigten Stationen sind in den Tafeln 6 bis 9 wiedergegeben. Die Koordinaten und Regenmengen der Stationen der angrenzenden Untersuchungsgebiete sind – soweit in meiner Arbeit verwendet – aus der nachfolgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Station	Koordinaten	N 1968/69	N 1969/70
Dürrenroth	626.825/215.275	1013	1337
Ferrenberg	621.050/217.225	868	1183
Heimisbach	625.280/207.670	1065	1418
Langenthal	625.700/228.800	952	1299
Riedtwil	619.675/221.875	846	1148
Walterswil	625.700/218.150	891	1287
Wynigen	617.450/217.350	–	1148

Die bereits im Klimakapitel für den Februar 1970 erwähnte Zunahme der Niederschläge gegen den Jura hin zeigt sich auch deutlich bei den Jahresniederschlägen. Die Niederschlagskarte 1968/69 zeigt den Anstieg gegen NNW (Richtung Jura) sehr schön:

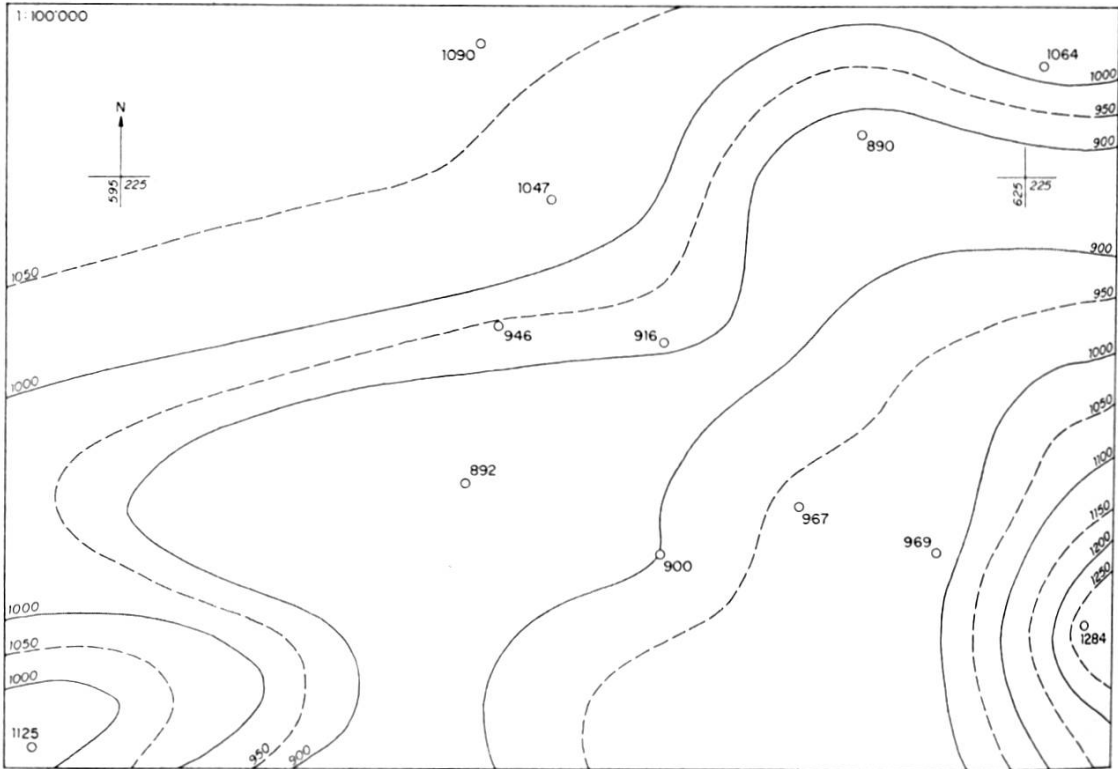
Burgdorf 792 mm	Oeschberg 913 mm	Gerlafingen 962 mm
Widenhof 803 mm	Bätterkinden 946 mm	Solothurn 1024 mm

Der Raum Burgdorf–Widenhof (Kirchberg) – Fraubrunnen liegt meines Erachtens deutlich im Windschatten des Frienisbergs und weist wohl deshalb die geringsten Jahresniederschlagssummen des Arbeitsgebietes auf.

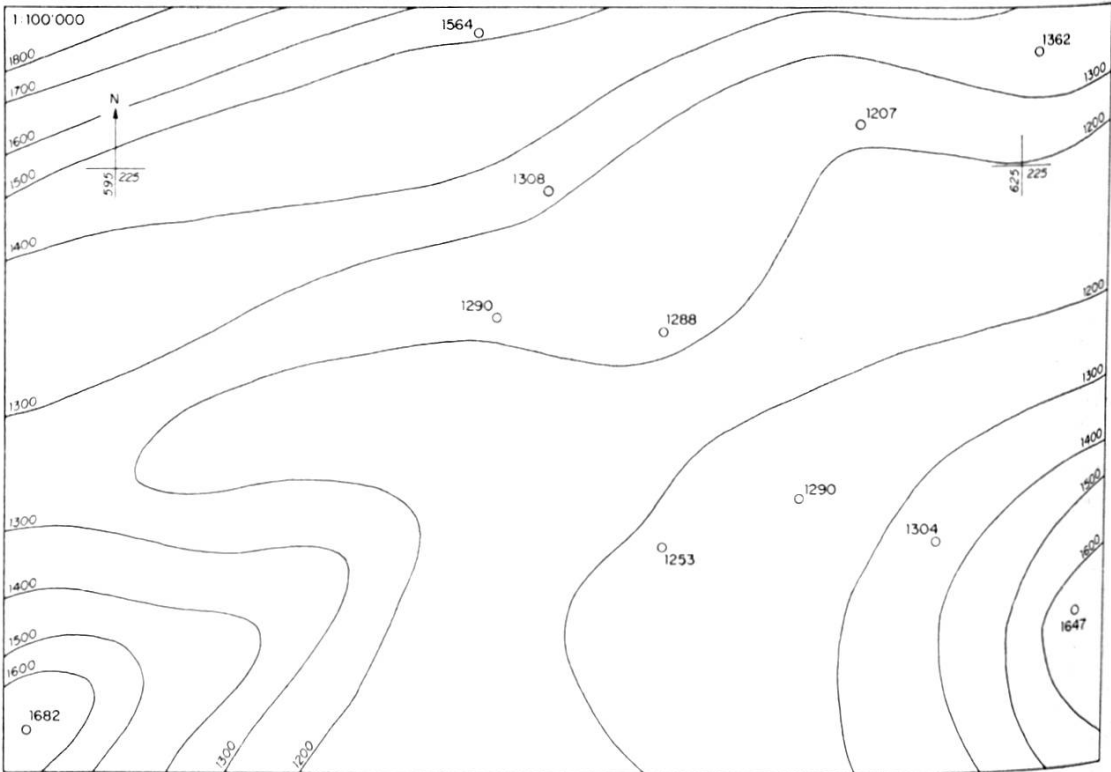
Bei den Monatssummen können zum Teil beträchtliche Abweichungen zwischen den einzelnen Stationen auftreten, zumeist werden diese durch lokale Gewitter verursacht. Diese häufig gemachte Feststellung sei durch ein Beispiel erhärtet: Am 30. August 1970 registrierte ich die folgenden Niederschlagssummen (MZA-Auswertung):

Wengi 31,1 mm	Lyß 3,0 mm	Gerlafingen 1,2 mm
Fraubrunnen 3,6 mm	Affoltern 2,2 mm	Oeschberg 0,5 mm
Widenhof 3,5 mm	Burgdorf 2,2 mm	

Niederschlagskarte 1966/67



Niederschlagskarte 1967/68



Tafel 6
Niederschlagswerte 1966/67

1966/67	Aarberg	Affoltern	Balsthal	Bätterkinden	Belp	Bern	Biel	Burgdorf	Chaumont	Courtelary	Eigental	Entlebuch	Escholz matt	Flühli LU	Fraubrunnen	Gerlafingen	Greng b. Murten	Großhöchstetten	Herbetswil
Höhe ü. M.	450	796	497	473	520	572	434	525	1141	692	1006	725	910	885	497	451	440	743	524
Oktober	66	58	43	65	51	61	74	56	79	73	136	105	103	115	55	62	74	77	45
November	83	78	75	73	85	72	90	68	86	90	193	139	95	132	72	76	79	87	72
Dezember	138	87	172	163	121	99	207	107	161	202	172	144	155	182	131	173	98	101	230
Januar	62	80	63	69*	71	65	86	55	63	78	143	107	110	152	46	85	53	86	72
Februar	48	33	49	51	56	42	77	33	57	82	94	74	48	94	49	57	48	49	75
März	81	90	110	102	116	99	99	92	106	120	206	132	173	220	100	112	95	118	129
April	19	38	33	22	45	28	18	22	27	57	106	66	70	104	22	26	12	57	60
Mai	124	158	114	106	183	140	102	159	107	171	244	163	222	203	126	126	124	177	138
Juni	67	67	68	59	92	65	84	81	65	66	244	195	170	172	58	69	67	134	101
Juli	63	100	85	71	75	49	59	67	81	75	116	115	102	128	62	75	53	126	79
August	101	81	109	71	104	66	87	74	115	85	146	135	139	124	67	88	94	133	106
September	90	99	92	94	92	74	104	86	105	99	216	164	184	181	104	98	70	99	111
Jahr	942	969	1013	946	1091	860	1087	900	1052	1198	2016	1539	1571	1807	892	1047	867	1244	1218

* Fehlende Einzelwerte interpoliert.

1966/67	Herzogenbuchsee	Kaltacker	Kerzers	Kurzenei Alp	Langnau	Luthern	Magglingen	Mt-Soleil	Oeschberg	Riedbad	Riedholz	Schwarzenburg	Solothurn	St. Urban	Wahlendorf	Wasen i. E.	H. Weissenstein	Witzwil	Zofingen
Höhe ü. M.	464	711	434	894	692	762	870	1183	482	913	520	795	470	454	755	755	1228	432	435
Oktober	48	67	63	117	67	113	87	102	64	125	68	72	58	52	83	94	67	63	54
November	70	81	72	149	91	119	120	125	69	167	106	92	87	87	100	99	40	60	91
Dezember	123	102	100	202	122	193	285	238	117	217	290	117	208	137	149	119	106	107	187
Januar	68	61	46	119	98	119	119	106	64	149	118	74	90	93	83	98	63	43	74
Februar	39	34	43	71	54	89	122	81	47	95	93	56	62	52	56	52	54	31	47
März	97	96	85	181	122	146	148	155	100	240	142	128	110	103	103	114	92	68	105
April	31	28	18	69	53	70	22	58	22	106	44	48	28	35	33	60	16	12	38
Mai	126	161	127	235	184	186	157	197	154	230	144	192	132	163	159	185	158	107	146
Juni	48	75	78	153	119	150	109	81	52	202	86	114	71	79	85	106	104	70	74
Juli	67	86	53	116	94	96	92	106	66	91	61	67	50	57	98	112	72	51	41
August	88	82	95	143	136	124	129	103	72	185	130	134	103	89	87	109	164	89	88
September	85	94	74	147	116	134	136	108	89	206	117	110	91	99	89	136	127	84	105
Jahr	890	967	854	1702	1256	1539	1526	1460	916	2013	1399	1204	1090	1066	1125	1284	1063	785	1050

Tafel 7

Niederschlagswerte 1967/68

1967/68	Aarberg	Affoltern	Balsthal	Bärterkinden	Belp	Bern	Biel	Burgdorf	Chaumont	Courtelary	Eigental	Entlebuch	Escholz matt	Flühli LU	Fribourg	Gerlafingen	Gren g b. Murten	Großhöchstetten	Herbetswil
Höhe ü. M.	450	796	497	473	520	572	434	525	1141	692	1006	725	910	885	696	451	440	743	524
Oktober	57	50	70	56	66	53	63	49	62	86	81	48	56	93	53	56	58	50	91
November	143	76	93	111	84	94	150	91	168	148	56	54	61	55	127	111	163	77	120
Dezember	72	57	67	75	77	77	85	62	84	94	167	118	126	138	70	66	58	80	96
Januar	133	109	154	156	126	97	169	111	166	215	219	204	219	251	84	182	102	149	193
Februar	74	77	51	56	68	61	78	59	66	71	100	78	80	83	64	52	69	80	60
März	41	52	70	68	45	36	54	52	61	76	85	73	69	78	39	54	39	58	82
April	83	106	66	87	96	97	90	79	87	131	163	117	134	112	86	81	88	117	104
Mai	70	102	79	78	154	85	55	91	87	77	176	128	145	156	77	84	79	98	101
Juni	47	109	52	42	74	51	41	71	40	46	181	132	136	151	87	48	45	80	78
Juli	131	101	99	97	124	137	104	94	195	140	175	126	134	119	114	147	167	171	79
August	238	280	242	253	249	254	311	289	261	229	305	298	361	312	293	236	244	359	232
September	191	185	290	211	181	185	272	205	200	236	240	200	273	234	158	191	201	241	256
Jahr	1280	1304	1333	1290	1344	1227	1472	1253	1477	1549	1948	1576	1794	1782	1252	1308	1313	1560	1492

1967/68	Herzogenbuchsee	Kaltacker	Kerzers	Kurzenei Alp	Langnau	Luthern	Magglingen	Mt-Soleil	Oeschberg	Riedbad	Riedholz	Schwarzenburg	Solothurn	St. Urban	Wahlendorf	Wasen i. E.	H. Weissenstein	Witzwil	Zofingen
Höhe ü. M.	464	711	434	894	692	762	870	1183	482	913	520	795	470	454	755	755	1228	432	435
Oktober	44	56	59	69	48	77	98	85	50	80	92	77	81	56	66	57	67	54	51
November	101	89	145	84	75	90	181	152	107	106	135	103	116	96	151	85	133	143	85
Dezember	61	56	57	110	97	106	125	135	66	139	122	89	101	74	90	80	95	44	76
Januar	121	116	104	256	171	186	259	285	105	298	238	133	218	156	167	178	113	63	205
Februar	60	54	63	103	76	87	95	80	60	115	96	78	73	70	83	78	86	64	61
März	56	54	45	105	56	78	69	139	51	108	79	56	51	75	64	102	79	37	78
April	90	101	69	166	94	134	137	144	91	183	101	121	85	88	111	164	110	93	80
Mai	75	104	57	147	127	158	85	89	100	172	83	92	80	93	102	122	112	72	87
Juni	57	89	41	91	75	66	50	78	62	143	79	103	52	54	60	68	61	37	119
Juli	109	90	141	151	148	110	110	205	89	156	108	108	96	105	217	126	153	176	81
August	234	281	223	390	344	299	307	279	299	407	388	330	337	357	330	372	351	302	277
September	199	200	176	267	228	223	251	266	208	268	318	206	274	216	241	215	295	205	226
Jahr	1207	1290	1180	1939	1539	1614	1767	1937	1288	2175	1839	1496	1564	1440	1682	1647	1655	1290	1426

Tafel 8
Niederschlagswerte 1968/69

1968/69	Aarberg	Affoltern	Bätterkinden	Burgdorf	Fraubrunnen	Gerlafingen	Herzogenbuchsee	Kaltacker	Oeschberg	Riedholz	Solothurn	Wahlendorf	Wasen i. E.	Wengi	H. Weissenstein	Wydenhof
Höhe ü. M.	450	796	473	525	497	451	464	710	482	520	470	755	755	490	1228	496
Oktober	35	25	33	28	–	30	28	29	31	43	35	33	26	34	40	37
November	52	46	42	44	–	44	39	44	43	45	38	67	57	50	36	36
Dezember	87	77	88	71	–	90	79	78	78	116	99	113	92	77	86	75
Januar	43	36	50	37	36*	53	47	39	42	76	55	54	51	39	70	36
Februar	57	62	77*	65	59	75	65	69	61	98	83	86	93	43	92	60
März	56	52	53	43	48	57	50	46	52	79	62	69	85	47	88	45
April	82	81	91	78	91	100	82	74	82	127	104	115	86	84	156	72
Mai	92	69	59	63	66	56	63	64	66	69	57	86	95	62	129	63
Juni	114	170	172	143	149	172	145	170	161	258	189	162	200	125	192	134
Juli	60	104	81	49	81	86	103	77	68	91	92	142	140	96	86	53
August	120	178	128	141	116	147	132	148	149	176	146	135	211	118	163	129
September	40	61	72	30	80	52	59	54	80	85	64	63	82	60	49	63
Jahr	838	961	946	792	–	962	892	892	913	1263	1024	1125	1218	835	1187	803

* Fehlende Einzelwerte interpoliert.

Tafel 9

Niederschlagswerte 1969/70

1969/70	Aarberg	Affoltern	Bätterkinden	Burgdorf	Fraubrunnen	Gerlafingen	Herzogenbuchsee	Kaltacker	Oeschberg	Riedholz	Solothurn	Wahlendorf	Wasen i. E.	H. Weissenstein	Wengi	Wydenhof
Höhe ü. M.	450	796	473	525	497	451	464	710	482	520	470	755	755	1228	490	496
Oktober	5	8	8	3	7	5	9	6	6	7	8	8	7	7	6	4
November	94	100	94	98	95	100	86	107	90	168	131	115	142	155	87	83
Dezember	60	65	69*	60	58	67	66	60	51	108	84	85	88	71	47	51
Januar	52	58	54	53	45	49	52	54	51	59	52	70	58	87	46	47
Februar	218	200	251	201	226	315	226	204	211	412	315	276	248	187	213	206
März	74	90	89*	74	74	85	85	79	69	106	86	119		122	62	64
April	125	156	102	139	124	142	125	152	134	193	150	187	193	194	110	110
Mai	86	70	111*	74	82	91	109	88	79	121	92	89	106	157	90	71
Juni	92	96	83	84	72	120	96	85	96	137	128	115	182	277	68	86
Juli	65	84	69	73	57	73	50	88	76	82	87	82	127	138	60	76
August	137	179	153	136	158	205	167	169	198	176	160	193	214	317	217	193
September	28	61	33	48	42	42	44	64	45	51	41	54	94	64	33	42
Jahr	1036	1167	1116	1043	1040	1294	1115	1156	1106	1620	1329	1398	–	1776	1039	1033

* Fehlende Einzelwerte interpoliert.



Abb.6
Feldweg im Limpachtal
kurz nach heftigem
Gewitter.



Abb.7
Unten: Hauptstraße im
Limpachtal nach
heftigem Gewitter.

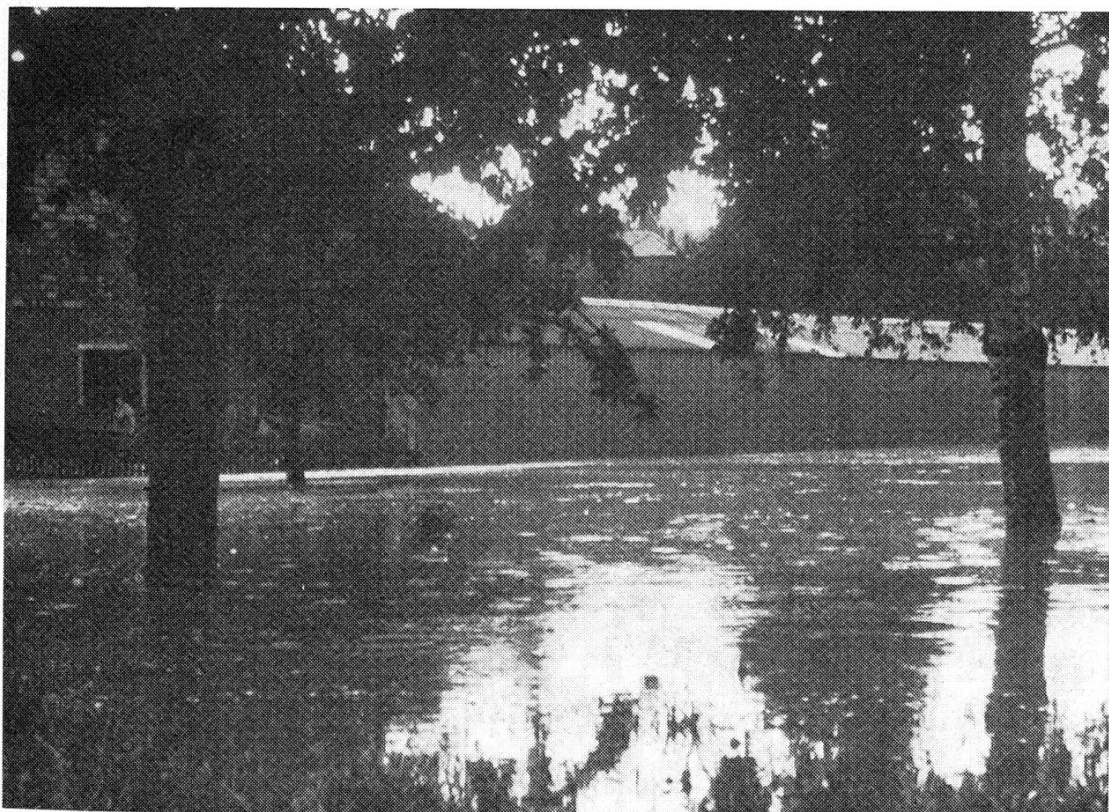
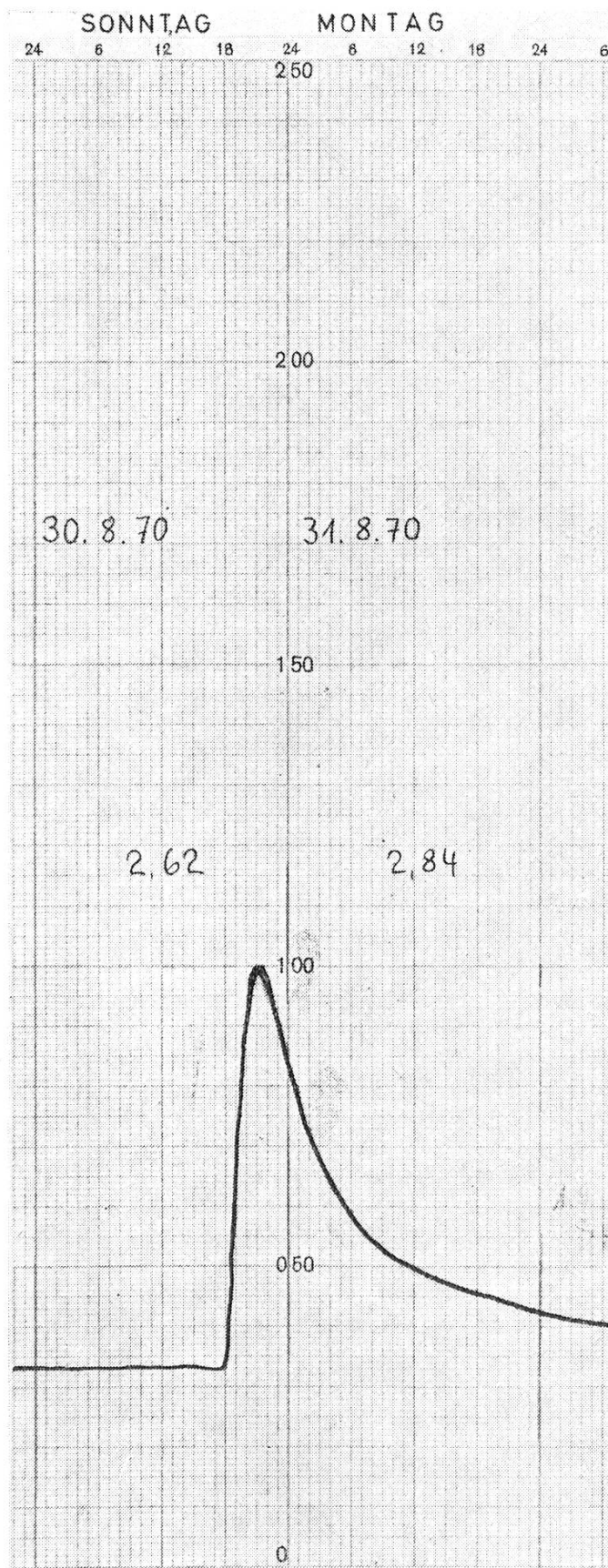


Abb. 8

Landwirtschaftsbetrieb (oben) und Schützenhaus (unten) nach einem heftigen Gewitter.

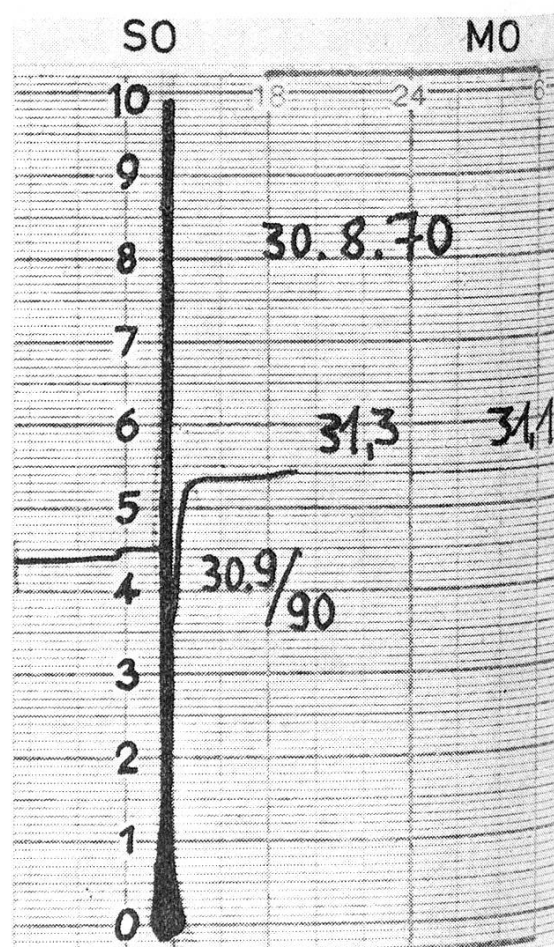
Abb. 9





Figur 10
 Streifenausschnitt
 Limnigraphenstation
 Limpach/Kräiligen

Figur 11
 Streifenausschnitt Pluviograph Wengi



Zur Illustrierung sind in den Figuren 10 und 11 die entsprechenden Ausschnitte des Niederschlagsstreifens der Station Wengi und des Limnigraphenstreifens der Station am Limpach in Krälligen wiedergegeben.

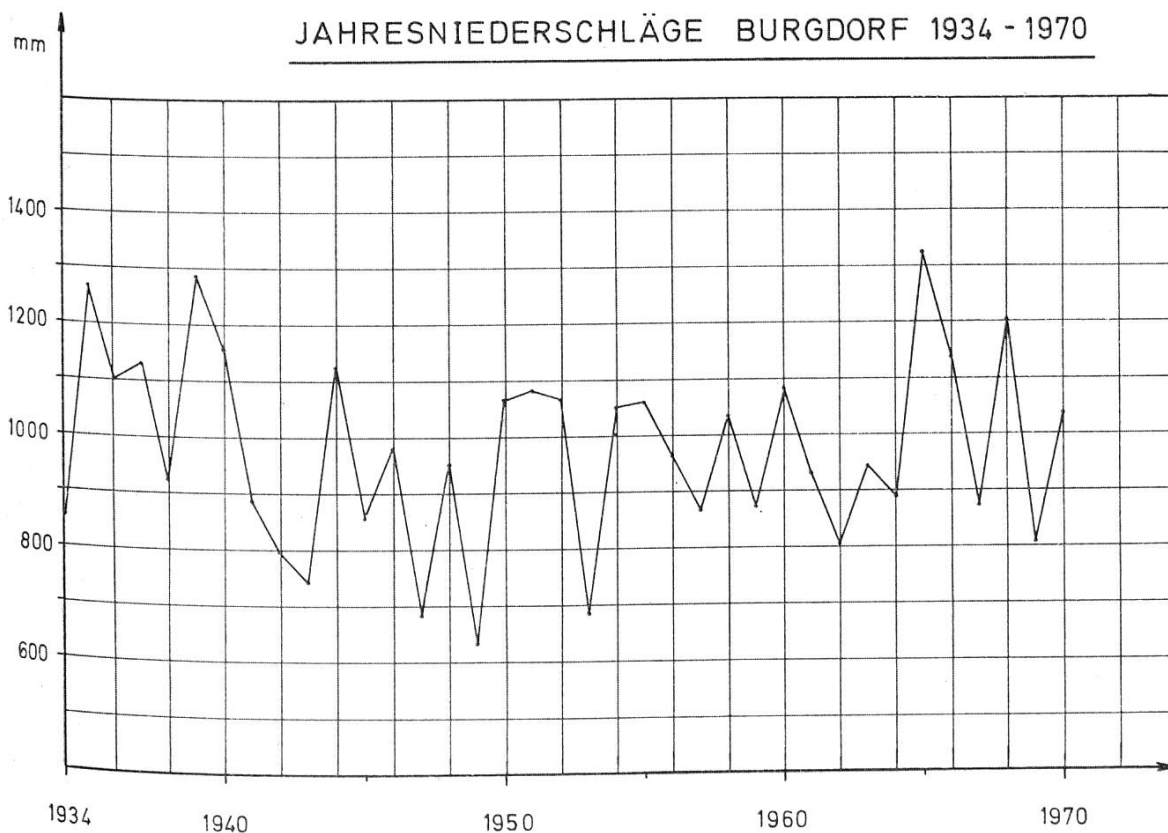
Während das Gewitter in Wengi um 13 Uhr einsetzte, begann der Anstieg bei der 14 km entfernten Limnigraphenstation um 18 Uhr, also genau 5 Stunden später.

Während der ganzen Untersuchungsperiode ist mir aufgefallen, daß das Limpachtal verschiedentlich von heftigen Gewittern heimgesucht wurde. Situationen, wie sie die Abbildungen 6–9 zeigen, konnte ich mehrere Male beobachten.

1.4 ZEITLICHE VERTEILUNG DER NIEDERSCHLÄGE

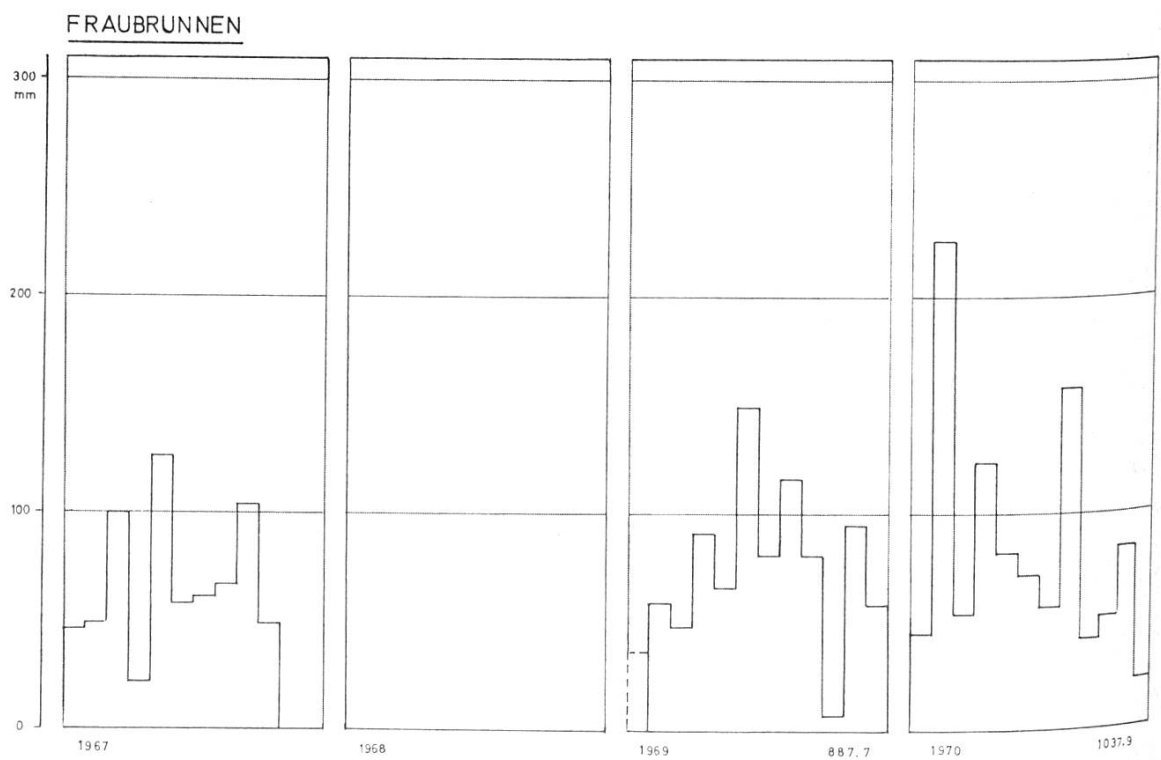
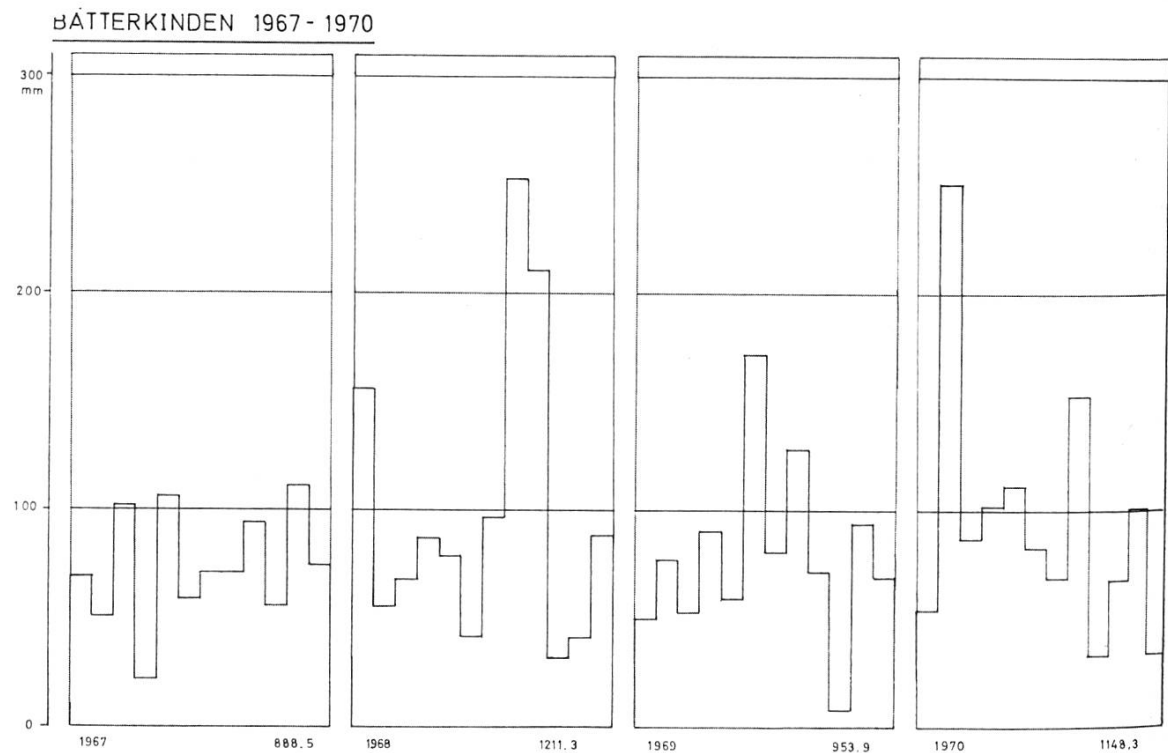
Aus Figur 12 geht hervor, wie die Jahresniederschläge der Untersuchungsperiode in einem größeren Rahmen sich eingliedern. Abweichungen zum Mittel 1934 bis 1970 sind bereits im Klimakapitel erläutert worden. Bei der jahreszeitlichen Gliederung läßt sich, wie die Niederschlagsdiagramme der Jahre 1967 bis 1970 zeigen (Figur 13), optisch keine genaue Interpretation vornehmen. Für unsere zuerst in Betrieb genommene eigene Station Kalt-

Figur 12

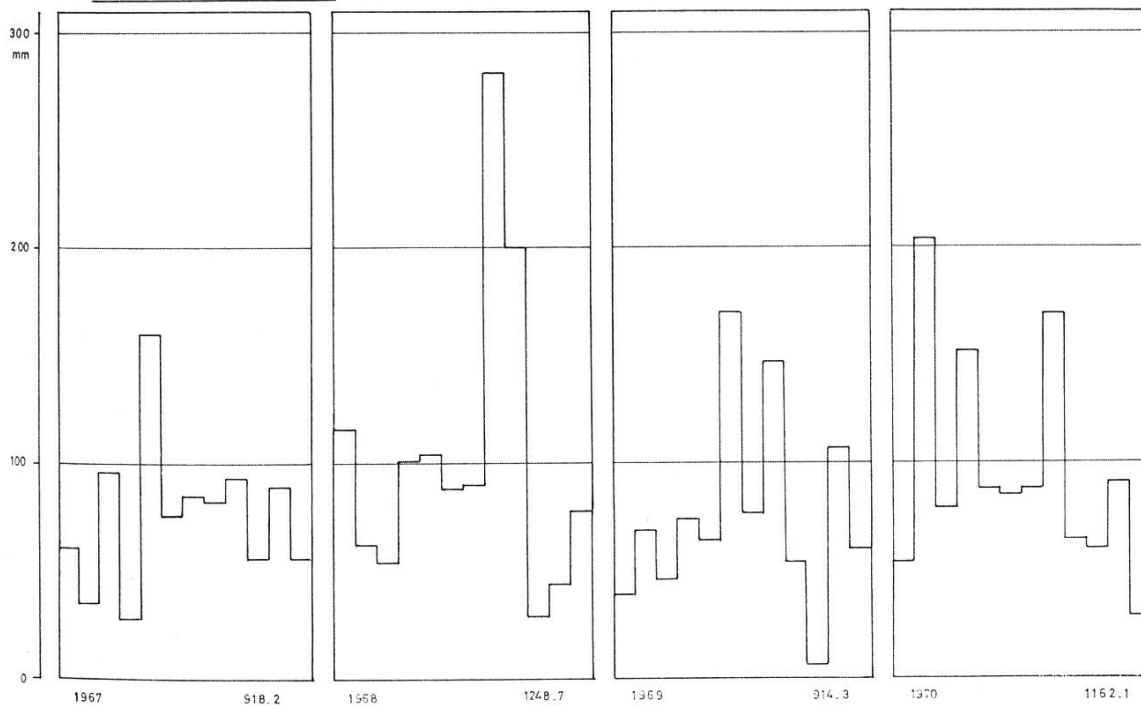


Figur 13

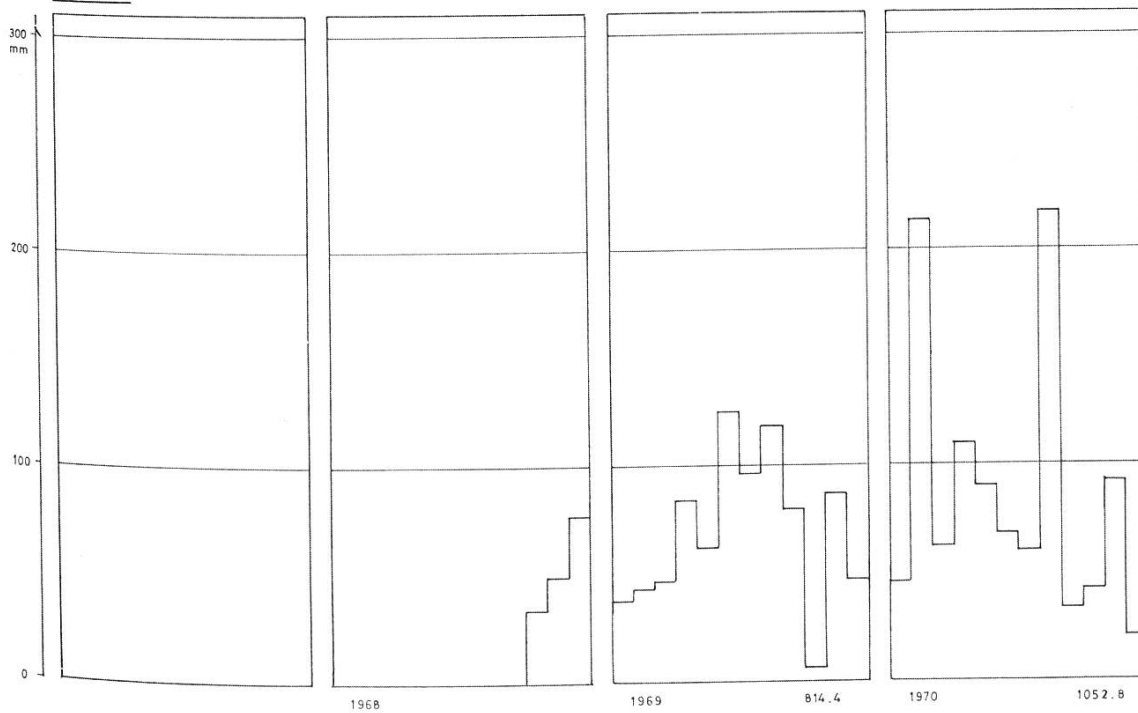
Niederschlagsdiagramme der Stationen im Untersuchungsgebiet



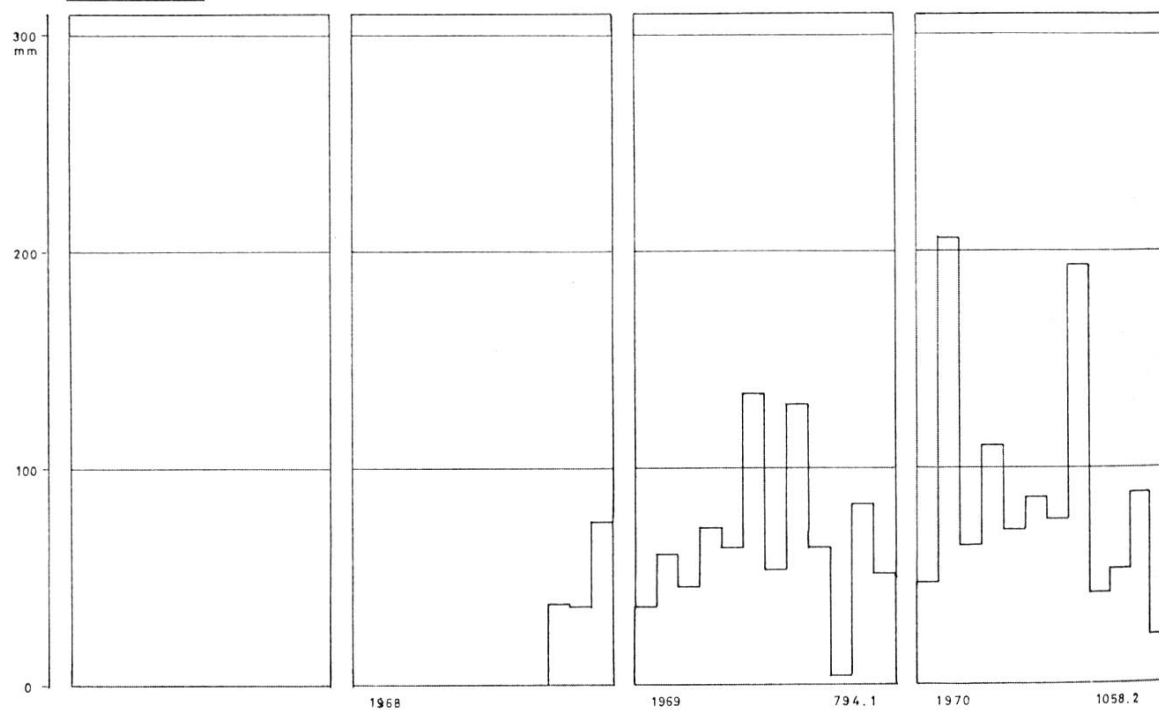
KALTACKER 1967 - 1970



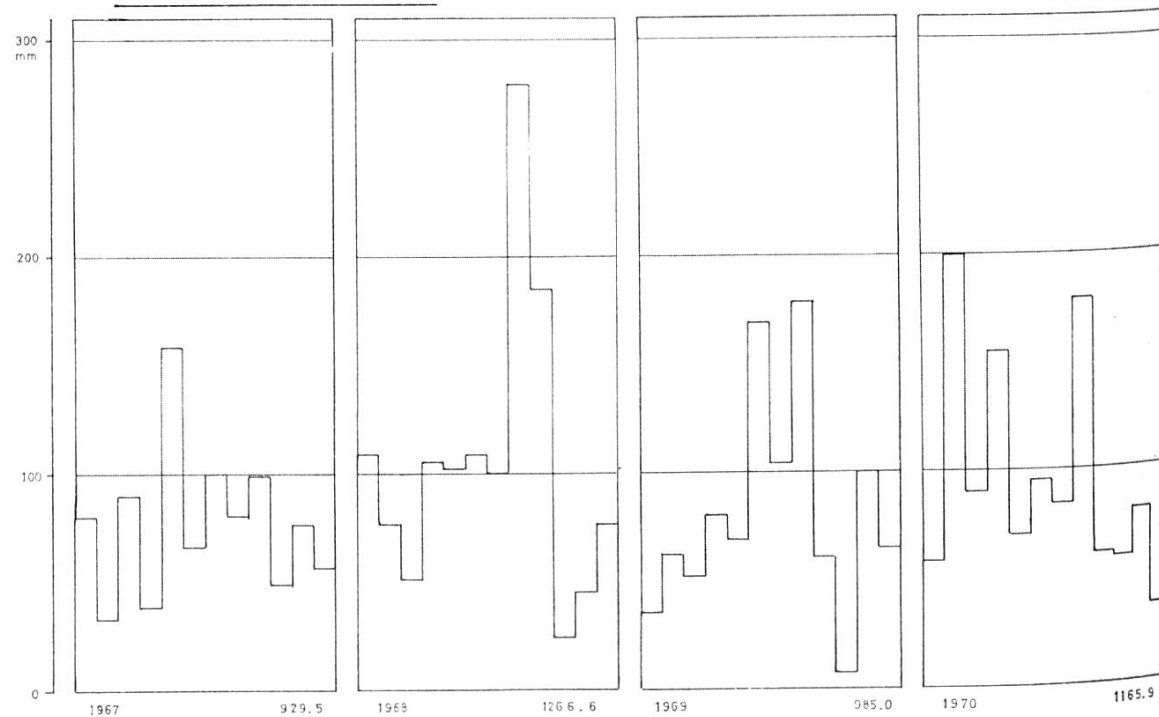
WENGI



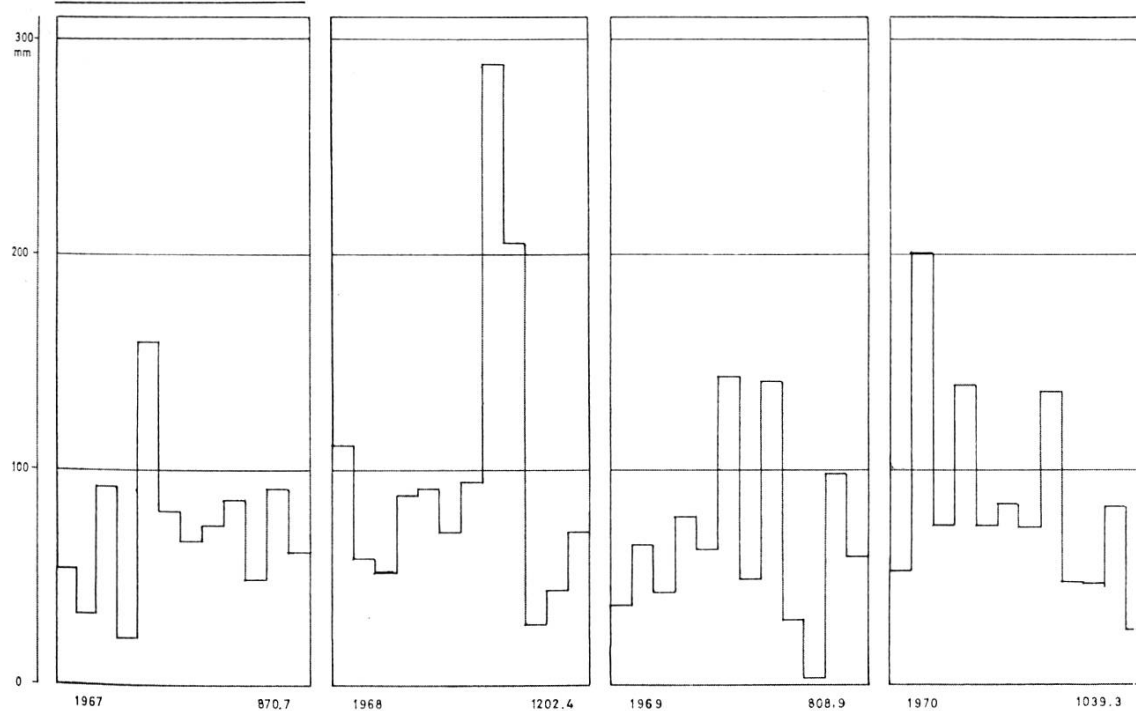
WYDENHOF



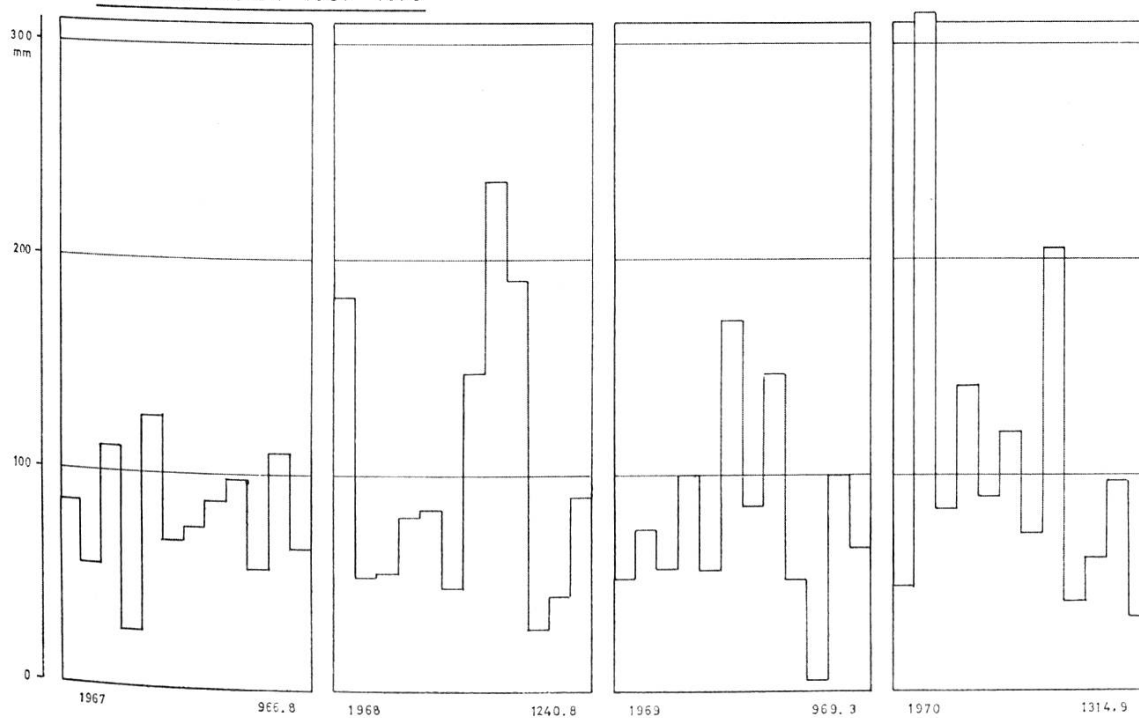
AFFOLTERN 1967 - 1970

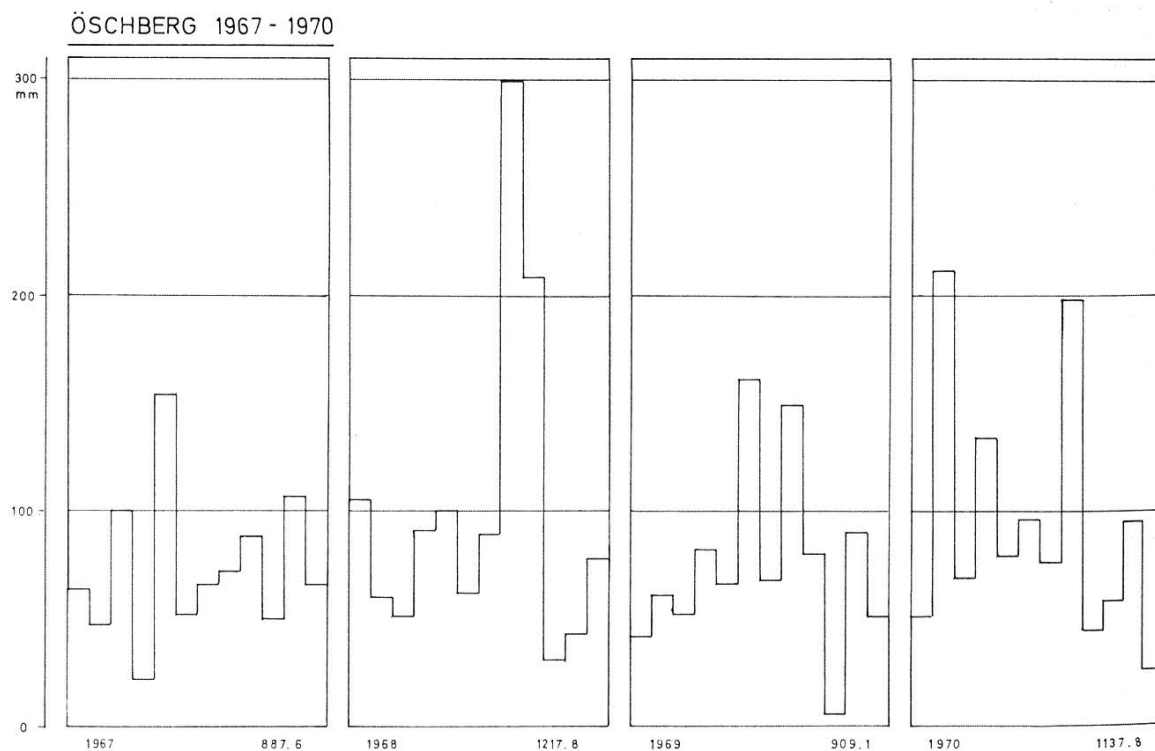


BURGDORF 1967 - 1970



GERLAFINGEN 1967 - 1970





acker resultieren für die Jahre 1967 bis 1970 folgende, mit den langjährigen Mitteln (1901–1960) der Stationen Affoltern i.E., Bern und Solothurn vergleichbare Werte:

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Kaltacker	68	92	69	89	104	105	85	170	103	38	83	57	1063
Affoltern i.E.	73	68	79	90	110	141	129	129	104	84	80	78	1165
Bern	55	53	64	76	98	118	116	114	95	75	71	65	1000
Solothurn	105	89	85	82	101	125	133	127	106	97	110	115	1275

Vergleichen wir die Stationen Kaltacker (4jähriges Mittel) und Affoltern (60jähriges Mittel), fällt uns nebst den zum Teil bemerkenswerten Abweichungen der einzelnen Monatswerte auch die Differenz beim Jahresmittel auf. Das Jahresmittel von Affoltern beträgt für die Periode 1967 bis 1970 1087 mm, liegt demnach um 78 mm unter dem 60jährigen Mittel.

Ein Vergleich der Stationen Affoltern und Bern läßt erkennen, daß der höchste Monatswert bei beiden jeweils auf den Juni, der tiefste auf den Februar fällt; für die kurze Periode (Kaltacker) entfallen die Extremwerte auf den August (Maximum) und den Oktober (Minimum).

Anders verhält sich das Niederschlagsgeschehen bei Solothurn: Maximum im Juni, Minimum im April, zudem fallen die hohen Mittelwerte der Monate November bis Januar auf.

Interessant scheint mir auch die Verteilung der Niederschläge auf das hydrologische Winterhalbjahr (Oktober–März) und das Sommerhalbjahr (April–September), die nachfolgend in Tabellenform wiedergegeben ist, wobei auch hier zu berücksichtigen ist, daß die angegebene Periode bei Kaltacker nur 4 Jahre beträgt:

Station	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Total
Kaltacker	407	656	1063
Affoltern i. E.	462	703	1165
Bern	383	617	1000
Solothurn	601	674	1275

1.5 NIEDERSCHLAGSTAGE UND NIEDERSCHLAGSINTENSITÄTEN

In Tafel 10 sind die Niederschlagstage ($N \geq 1$ mm) aller eigenen und einiger zusätzlicher MZA-Stationen angegeben. Bei den mit * versehenen Werten mußten für fehlende Registrierungen Werte der Nachbarstationen eingesetzt werden. Da bei einzelnen selbsterrichteten Stationen die Inbetriebnahme erst 1968 oder später erfolgen konnte, möchte ich die Ergebnisse der MZA-Stationen kurz erläutern.

Es zeigt sich hier die gleiche Tendenz, die sich schon bei den Niederschlagskarten herauskristallisierte. Burgdorf weist mit 642 deutlich das geringste Total an Niederschlagstagen auf (Periode 1966–1970), die Zunahme erfolgt über Oeschberg mit 679, Gerlafingen mit 684 und Solothurn mit 692 gegen Norden hin.

Bern weist mit 656 Niederschlagstagen in 5 Jahren ebenfalls einen höheren Wert auf als Burgdorf, und die 732 Niederschlagstage Langnau repräsentieren deutlich die Lage im Napfgebiet. Diese Feststellung trifft generell auch für die einzelnen Jahre zu, allerdings ist bei kurzen Perioden eher mit geringen Abweichungen zu rechnen.

Der *Niederschlagsintensität* kommt auf zahlreichen Gebieten der Wasserwirtschaft (z. B. Stadtentwässerung, Kanalisationsprojekte in stark überbauten Gebieten usw.) große Bedeutung zu. Daneben dient sie für meteorologische, klimatische und wissenschaftliche Zwecke. Die Bestimmung der Intensitäten ist aber nur dann sinnvoll, wenn die Auswertung der Regenhöhenganglinie nach einheitlichen Gesichtspunkten erfolgt. Zudem ist es nach eingehenden Untersuchungen durch F. REINHOLD, Dr. Ing., Dresden, wenig sinnvoll, Beobachtungen aus weniger als 8–10 Jahren auszuwerten. Obschon die Aufzeichnungen unserer Pluviographen eine Auswertung über die geforderte Zeitspanne noch nicht ermöglichen, schien es angebracht, die einzelnen Stationen im Arbeitsgebiet hinsichtlich Intensität zu vergleichen.

Tafel 10

*Zahl der Niederschlagstage ($N \geq 1 \text{ mm}$) verschiedener Stationen**Bätterkinden*

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	–	–	–	–	–	–	13	14	4	11	14	19	–
1967	9	5	15	6	15	4	7	10	11	8	8*	11	109*
1968	17	10	9	10	11	8	13	17	13	4	6*	12*	130*
1969	9	14*	12	10	13	16	11	16	6	2	13	8*	130*
1970	8	22	12*	18	13	13	10	11	7	8	11	8	141*

Fraubrunnen

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	–	–	–	–	–	–	12	13	4	11	12	17	–
1967	10	8	15	7	12	7	9	9*	17	10	–	–	–
1969	8*	10	11	14	13	15	10	15	5	2	16	8	127
1970	9	20	13	20	10	14	7	14	6	9	11	6	139

Kaltacker

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	–	–	–	–	–	–	13	15	6	11	14	20	–
1967	9	7	16	8	16	8	8	10	13	6	11	12	124
1968	17	14	11	9	14	10	14	17	16	5	5	11	143
1969	8	11	10	13	12	16	10	15	5	2	15	9	126
1970	10	23	14	20	10	14	12	13	7	9	11	7	150

Wengi

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1968	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	6	11	–
1969	8	9	12	12	12	16	12	15	6	2	12	8	124
1970	9	20	14	20	11	13	7	13	8	10	11	6	142

Wydenhof

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1968	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	5	12	–
1969	7	10	8	12	13	14	12	15	5	2	14	8	120
1970	8	20	12	19	11	14	10	16	7	9	11	6	143

MZA-Stationen

Affoltern

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	10	14	13	16	11	10	12	16	5	8	15	16	146
1967	11	8	16	8	18	8	8	9	13	6	9	12	126
1968	19	14	7	11	15	10	16	18	16	4	6	11	147
1969	6	13	10	15	10	14	10	16	4	1	14	10	123
1970	9	25	16	19	12	14	7	16	6	9	11	9	153
Total in 5 Jahren	55	74	62	69	66	56	53	75	44	28	55	58	695

Burgdorf

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	9	13	12	14	13	8	13	14	4	10	13	18	141
1967	8	7	16	7	16	5	8	9	11	5	9	11	112
1968	17	13	7	11	13	5	14	16	17	5	6	13	137
1969	6	12	9	11	11	16	9	14	4	1	12	8	113
1970	8	22	13	18	11	12	9	14	7	8	11	6	139
Total in 5 Jahren	48	67	57	61	64	46	53	67	43	29	51	56	642

Gerlafingen

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	11	15	11	17	14	10	13	14	3	10	16	18	152
1967	10	8	15	6	16	8	7	10	11	7	8	9	115
1968	17	10	9	10	13	8	15	19	15	6	7	12	141
1969	9	14	12	10	11	15	11	16	4	2	15	8	127
1970	10	23	13	18	12	13	11	16	5	9	11	8	149
Total in 5 Jahren	57	70	60	61	66	54	57	75	38	34	57	55	684

Oeschberg

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	11	15	13	15	15	10	15	12	4	11	16	20	157
1967	10	8	15	5	15	6	9	9	12	7	9	12	117
1968	15	14	7	10	12	6	14	18	16	5	6	11	134
1969	8	13	10	12	13	15	10	16	6	2	13	8	126
1970	10	22	14	19	11	14	9	12	7	9	11	7	145
Total in 5 Jahren	54	72	59	61	66	51	57	67	45	34	55	58	679

Bern

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	12	14	10	13	11	8	9	12	6	9	13	19	136
1967	9	7	13	6	18	9	7	9	12	6	9	12	117
1968	16	14	7	11	13	10	13	16	15	5	6	10	136
1969	6	12	9	13	13	16	11	15	6	1	14	9	125
1970	8	18	13	21	12	15	7	15	7	9	10	7	142
Total in 5 Jahren	51	65	52	64	67	58	47	67	46	30	52	57	656

Langnau i.E.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	11	14	13	17	12	12	15	16	6	13	12	22	163
1967	13	9	16	9	17	11	10	11	14	5	8	12	135
1968	20	13	9	11	14	10	17	19	16	4	6	12	151
1969	7	15	11	13	11	19	13	16	5	2	13	8	133
1970	9	21	14	21	11	17	10	13	6	9	12	7	150
Total in 5 Jahren	60	72	63	71	65	69	65	75	47	33	51	61	732

Solothurn

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1966	12	15	13	14	10	10	13	13	4	7	15	20	146
1967	9	8	14	6	13	7	8	12	12	11	8	13	121
1968	19	15	10	11	13	8	13	18	17	7	5	14	150
1969	11	13	11	10	13	15	14	14	6	2	15	8	128
1970	10	22	11	22	12	11	9	15	5	10	11	9	147
Total in 5 Jahren	61	73	59	63	61	51	53	72	44	37	54	64	692

Allerdings hätte eine Untersuchung gemäß den Richtlinien Dr. REINHOLDS den Rahmen der vorliegenden Arbeit bei weitem überschritten. Eine Beschränkung auf die Gesamtregen drängte sich auf, die Teilregen wurden bewußt nicht berücksichtigt.

Bei der Auswertung der Regenhöhenganglinien habe ich zudem Intensitäten unter 0,0167 (= 1 mm Niederschlag in 60 Minuten) nicht berücksichtigt. Das ausgewertete Zahlenmaterial sowie die Pluviographenstreifen stehen beim Verfasser zur Einsichtnahme zur Verfügung.

2. Die Oberflächengewässer

2.1 DAS FLUSSNETZ

Der Hauptteil meines Untersuchungsgebietes wird durch die Emme (inkl. Werkkanal) und ihre Zuflüsse entwässert, im östlichen Teil durch die Oesch. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß vom Biglenbach, der bei Hasle in die Emme mündet, Wasser in die Worblen abgeleitet wird. Bei der Oesch muß bedacht werden, daß in Wynigen eine Trennung des Wynigenbachs stattfindet. Die Aufteilung des Wassers erfolgt unmittelbar südlich des Löschgerätemagazins im Dorfzentrum durch eine im Bachbett errichtete kleine Trennmauer. Zwei Drittel werden der Oesch und der Rest der Oenz zugeführt. Komplizierter sind die Verhältnisse beim Sagibach, der nordwestlich Koppigen im Gerlafingenwald den Kanton Bern verläßt und als Grütbach im Raum Wilihof nördlich Luterbach in die Aare mündet. Dieser Sagibach ist Teil eines komplizierten Kanalsystems im Untersuchungsgebiet. In Kirchberg, wo durch das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft periodisch Abflußmessungen vorgenommen werden, fließt Wasser aus folgenden Bächen bzw. von der Emme abgeleiteten Kanälen:

1. Kanal der Tentawerke Hasle-Rüegsau,
2. Biglenbach,
3. Biembach,
4. Kanal der Mühle Oberburg,
5. Luterbach,
6. Gewerbekanal Burgdorf (vgl. «Das Kanalsystem Burgdorfs»).

Aus diesem Netz muß natürlich auch wieder Wasser in die Emme abgegeben werden. Dies geschieht an fünf Stellen:

- SE Bahnhof Hasle-Rüegsau.
- Unmittelbar SW Lochbachbrücke Burgdorf.
- Kleine Emme nördlich Burgdorf.

- Beim Düker zwischen Burgdorf und Kirchberg.
- SE der Brücke in Kirchberg.

In Burgdorf besteht zudem die Möglichkeit, bei außerordentlichen Hochwasserständen das Kanalsystem zu entlasten, allerdings nicht direkt in die Emme, sondern via Kleine Emme. Interessant ist auch die Tatsache, daß man es vorzog, mittels eines Dükers das Kanalwasser von der Westseite auf die Ostseite der Emme zu leiten. Wie ich von kompetenter Stelle erfahren konnte, war die Errichtung eines Dükers im gesamten gesehen finanziell interessanter als andere Lösungen. Insbesondere hat man die Möglichkeit, eine relativ konstante Wasserführung zu erhalten, da das Überschußwasser in die Emme gelangt. Ferner ist diese Anlage bei Hochwasser in bedeutendem Maße weniger gefährdet und zudem bedarf sie praktisch keiner Wartung.

Schließlich verläßt der Strackbach, der aus dem Gemeindegebiet von Utzenstorf als Ribibach vorwiegend Quellwasser wegführt, unmittelbar südlich der Eisenwerke Von Roll in Gerlafingen den Kanton Bern.

Die Flußdichte im Arbeitsgebiet ist – wie ein Blick auf die Karte bestätigt – recht unterschiedlich. Diesbezügliche Resultate sind im Regionalplanungsbericht unter 1.3.2. wiedergegeben. Dazu ist zu bemerken, daß eingelegte Bäche und gedeckte Kanäle nicht berücksichtigt wurden; dasselbe gilt auch für offene Rinnsale, die in der LK 1:25 000 nicht eingetragen sind. Dieser Fehler wird aber meines Erachtens dadurch korrigiert, daß einige Bäche wohl auf der Karte noch eingetragen sind, in der Natur aber gar nicht mehr existieren. Gemäß obgenanntem Bericht wurden für das untersuchte Gebiet folgende Zahlenwerte ermittelt:

Fläche	299,33 km ²
Gewässer	466,60 km
km/km ²	1,559

Mein eigentliches Untersuchungsgebiet entspricht ziemlich genau den Gebieten der Physiotope 2 und 5, so daß ich für diese Region einen Wert von rund 1,87 km/km² erhalte.

Die kurze Beschreibung des Flußnetzes wäre unvollständig ohne eine Übersicht der Einzugsgebiete. Es wurden folgende Flächen (in km²) bestimmt [5]:

Emme bis Rüegsbach	628,03
Emme bis Pegel Burgdorf	723,84
Emme bis zur Urtenen	732,32
Emme bis zum Limpach	853,17
Emme bis Gerlafingen*	940 **

* Mit Werkkanal und Strackbach.

** Nach Angaben des hydrographischen Jahrbuchs.

Biglenbach bis zur Emme	49,75
Rüegsbach bis zur Emme	29,55
Urtenen bis zur Emme	115,33
Limpach bis zur Emme	78,93
Oesch bis zur Aare	102,70

2.2 MESSSTATIONEN UND MESSMETHODE

Wie bereits erwähnt, wird in Kirchberg durch das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft periodisch die Abflußmenge des Sagibaches bestimmt. Eine ehemalige Limnigraphenstation bei der Brücke Bätterkinden wird nicht mehr bedient, hingegen wird bei Landshut durch den Wärter des Einlaßwehres zum Werkkanal täglich der Pegel abgelesen. Diese Werte können in der Papierfabrik Utzenstorf eingesehen werden. Von den seitlichen Zuflüssen der Emme waren meines Wissens bis anhin keine Meßresultate bekannt, weshalb wir gezwungen waren, ein eigenes, umfassendes Netz von Meßstationen aufzubauen.

Dank der Unterstützung des Geographischen Instituts der Universität Bern, der Regionalplanungsgruppe Burgdorf und des Kantons Bern (WEA) war es möglich, sechs Limnigraphenstationen zu errichten. In Tafel 11 sind die Stationen mit den notwendigen Angaben wiedergegeben.

Tafel 11

Tabelle der Limnigraphenstationen

	Koordinate	Pegel- nullpunkt m ü. M.	Meßbeginn	Meßende
Oesch	612.875/221.075	467,24	10. 6.1966	
Urtenen	606.950/217.390	480,97	12. 6.1966	
Limpach	607.580/222.490	458,36	28.12.1968	
Luterbach	614.020/209.730	547,59	13. 1.1969	
Rüegsbach	617.770/208.210	584,50	20. 1.1969	
Emme	615.220/209.130	553,12*	27. 2.1970	
Emme (AMP)	614.910/209.550	548,52	2. 5.1969	27.2.1970

Da die komplette Abfluß- und Pegelmeßstation an der Emme aus technischen und finanziellen Gründen erst im Jahr 1970 in Betrieb genommen werden konnte, hatten wir an einigen Stellen wöchentlich den Pegel abgelesen. Die Beobachtungsorte sind in Tafel 12 zusammengestellt. Die abge-

* Kote des Abstichpunktes.

lesenen Pegelwerte können beim Verfasser eingesehen werden. Meines Erachtens ist die Aussagekraft dieser Meßwerte aber gering, konnte ich doch während der wöchentlichen Messungen, die insgesamt rund 80 Grundwasserbeobachtungsstellen, Limnigraphen- und Niederschlagsstationen umfaßten und infolgedessen jeweils einen ganzen Tag beanspruchten, feststellen, daß im Verlaufe eines Tages bedeutende Veränderungen in der Wasserführung auftreten konnten. Die späteren Aufzeichnungen des Limnigraphen bestätigen dies.

Tafel 12

Tabelle der Pegelmeßstellen

Nr.	Beobachtungsort	Koordinaten	m ü. M.	Meßbeginn	Meßende
80.	Emme Lützelflüh	618.810/206.290	580,67*	16. 9.1966	19. 9.1969
81.	Emme Bösiger o.	617.530/206.580	575,08*	16. 9.1966	20. 7.1967
82.	Emme Bösiger u.	617.510/206.600	572,75*	16. 9.1966	20. 7.1967
83.	Emme AMP Burgdorf	614.910/209.550	549,99*	16. 9.1966	2. 5.1969
	Emme AMP Burgdorf	614.910/209.550	548,52**	2. 5.1969	—***
84.	Emme Aeßlingen	609.120/216.300	494,08*	12. 7.1968	31. 1.1969
85.	Läng-Bach	609.150/219.520	476,78*	29.11.1968	19. 9.1969
86.	Von-Arx-Bach	608.210/220.900	466,60*	9. 3.1967	25.10.1968

* Höhe des Abstichpunktes (an Brückenpfeiler oder markantem Stein).

** Höhe des Pegelnullpunktes.

*** Schreibpegel (Limnigraphenstation) vom 2. Mai 1969 bis 27. Februar 1970; wegen Veränderung des Flußbettes versetzt nach Koordinaten 615.220/209.130 (vgl. Tafel 11).

Die Abflußmessungen wurden mittels eines hydrometrischen Flügels vorgenommen, dabei kam jeweils die institutseigene Meßausrüstung vom Typ Stoppani zum Einsatz. Die Auswertung erfolgte vorerst rechnerisch und planimetrisch, später mittels eines von Dr. R. DETTWILER ausgearbeiteten Programms auf dem inzwischen vom Geographischen Institut angeschafften Tischrechner. Die Resultate der Abflußmessungen sind in Tafel 13 wiedergegeben.

Tafel 13

*Ergebnisse der Abflußmessungen**Emme / Burgdorf*

Datum	Pegel (m ü. M.)	Abflußmenge m³/sec
9. 8. 1969	552,1725	5,747
17. 3. 1970	552,2900	9,925
10. 4. 1970	552,3850	20,500
18. 4. 1970	552,8950	104,799
19. 9. 1970	552,2000	6,212
2. 12. 1970	552,2650	12,337
22. 12. 1970	552,1500	4,346
7. 6. 1971	552,6250	40,721

Luterbach / Oberburg

Datum	Pegel (in cm)	Abflußmenge m³/sec
1. 2. 1969	30	0,343
10. 3. 1969	29,5	0,354
26. 7. 1969	26	0,220
2. 11. 1969	24	0,168
24. 2. 1970	59	2,128
9. 4. 1970	45	1,229
22. 4. 1970	40,5	0,895
20. 6. 1970	28	0,324
25. 9. 1970	24	0,234
23. 11. 1970	31	0,457
2. 12. 1970	27	0,294
1. 12. 1971	27,25	0,263

Limpach / Kräiligen

Datum	Pegel (in cm)	Abflußmenge m ³ /sec
29. 1. 1969	54	2,310
19. 6. 1969	47	1,750
9. 8. 1969	32	0,728
2. 11. 1969	31	0,603
24. 2. 1970	156	18,040
17. 3. 1970	40,5	1,753
9. 4. 1970	84	6,240
22. 4. 1970	52	2,826
20. 5. 1970	43	1,945
3. 6. 1970	34,5	1,245
20. 6. 1970	30	1,044
11. 11. 1970	26,5	0,836
27. 11. 1970	36	1,435
4. 12. 1970	47	2,240

Oesch / Koppigen

Datum	Pegel (in cm)	Abflußmenge m ³ /sec
13. 6. 1966	37,5	0,630
14. 3. 1968	48	0,838
3. 6. 1969	30	0,389
26. 7. 1969	27	0,378
2. 11. 1969	24,75	0,323
24. 2. 1970	97	4,745
10. 4. 1970	49,5	1,572
22. 4. 1970	42	1,202
20. 5. 1970	35,5	0,869
20. 6. 1970	34	0,603
19. 9. 1970	28	0,470
23. 11. 1970	35,5	0,704
2. 12. 1970	30,5	0,489
1. 12. 1971	38	0,386

Riiegsbach / Riiegsau

Datum	Pegel (in cm)	Abflußmenge m ³ /sec
1. 2. 1969	21	0,391
15. 4. 1969	25	0,499
2. 11. 1969	15,25	0,259
24. 2. 1970	36,5	1,319
9. 4. 1970	32,5	0,992
22. 4. 1970	30	0,925
20. 5. 1970	24,75	0,590
20. 6. 1970	22,75	0,461
19. 9. 1970	18	0,284
23. 11. 1970	21	0,456
2. 12. 1970	19	0,347
1. 12. 1971	16	0,260

Urtenen / Schalunen

Datum	Pegel (in cm)	Abflußmenge m ³ /sec
13. 6. 1966	35	2,271
14. 3. 1968	34	1,805
2. 11. 1969	23	0,913
24. 2. 1970	76,5	9,277
10. 4. 1970	44,5	3,777
22. 4. 1970	38	3,137
10. 6. 1970	29	1,995
25. 9. 1970	26	1,328
24. 11. 1970	30	1,901
22. 12. 1970	24	1,275
1. 12. 1971	24	1,254

2.3 KURZE BESCHREIBUNG DER EINZELNEN STATIONEN

Emme

Die Tatsache, daß im ganzen Untersuchungsgebiet keine Meßstation bestand, weckte das Bedürfnis, zwischen der nördlich angrenzenden Station Gerlafingen und der südlich angrenzenden Station Emmenmatt eine zusätzliche im Raume Burgdorfs zu errichten. Bei der Standortwahl spielten die enormen Änderungen der Wasserführung – von einigen wenigen m³/s

bis weit über 400 m³/s – und der bedeutende Geschiebetransport der Emme eine wesentliche Rolle.

Bei der an der AMP-Brücke in Burgdorf errichteten Limnigraphenstation befestigten wir am Brückenpfeiler ein durch Metallplatten geschütztes Rohr, das den Schwimmer beherbergte und am oberen Ende die Kabine mit dem Limnigraphen trug. Nach einigen Wochen Probetrieb wähten wir uns glücklich, die genannten Probleme gelöst zu haben. Eine Versandung trat nicht ein, und die Hochwasser vermochten keinen Schaden anzurichten. Nach einem gewaltigen Hochwasser stellte ich allerdings eine bedeutende Veränderung der Flußsohle fest. Diese Tatsache bewog uns, die Station zur Querschwelle bei der in Zusammenarbeit mit dem Wasserwerk Burgdorf errichteten Meßseilbahn aufzustellen (vgl. Abbildungen 11 und 14).

Nach Prüfung aller Möglichkeiten entschlossen wir uns, hinter den großen Uferblöcken einen Schacht zu erstellen. Durch ein Heberrohr leiteten wir das Wasser der Emme in den bis unter die Kote der Flußsohle gegrabenen Schacht. Die Wasserspiegelhöhe stimmte nach dem Prinzip zweier kommunizierender Gefäße mit derjenigen der Emme überein. Schon bald aber traten Schwierigkeiten auf. Die Neugier der Kinder bewog diese dazu, das PVC-Heberrohr aus dem Wasser zu ziehen. Die Heberleitung entleerte sich und die Verbindung war unterbrochen. Durch massive Befestigung der Leitung konnte dieses Problem gelöst werden. Aber auch Sand und Schwebestoffe beeinträchtigten den reibungslosen Betrieb in der Folge mehrere Male. Durch Fixieren und Anheben des PVC-Rohres im Innern des Schachtes konnte zwar das «Verstopfen» bei einem Hochwasser verhindert werden, hingegen drängt sich ein gelegentliches Ausspülen des Schachtes auf, da sich die Schlammsschicht nach jedem Hochwasser erhöht. Die Schachtreinigung habe ich mit der handlichen Motorpumpe des Geographischen Instituts vorgenommen. Weitere Schwierigkeiten bieten – allerdings nicht nur für unsere Station – die harten Winter (vgl. Abbildungen 11 und 13). Die außerordentlich tiefen Temperaturen der Neujaehrwoche 1970/71 hatten das totale Einfrieren der Schachtzuleitung zur Folge. Um zu verhindern, daß bei ansteigender Temperatur die Pegelregistrierung ausbleiben würde, habe ich knapp unter Terrain ein neues Loch in den Schacht gemeißelt und eine «Notleitung» installiert. Da bei Temperaturen unter 0 Grad keine Zunahme der Abflußmenge, sondern nur eine konstante und geringe Abnahme festzustellen war, setzte ich die Limnigraphenstation erst kurz vor der durch die MZA vorausgesagten Wärmeperiode in Betrieb. Mit dieser Notleitung muß so lange gearbeitet werden, bis die Funktionstüchtigkeit der Hauptleitung wieder gewährleistet ist. Ich bin mir bewußt, daß es in harten Wintern etwas mühsam ist, die Station auf diese Weise in Betrieb zu halten. Da aber bei unserer Station, deren Standort durch die Natur gegeben wurde, kein Anschluß für elektrischen Strom besteht, kann das erläuterte Problem des Einfrierens der Heberleitung nicht durch den Einbau einer Heizung gelöst werden.



Abb.10: Meßseilbahn an der Emme (linkes Ufer).

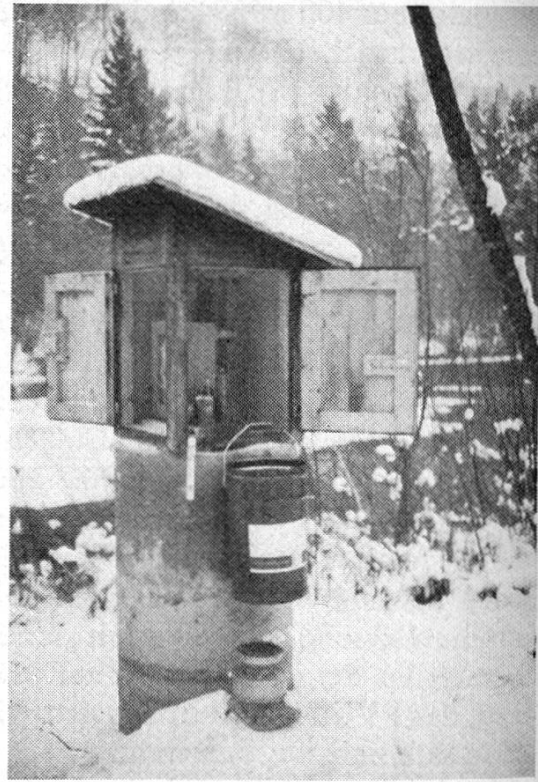


Abb.11: Limnigraphenstation an der Emme im Winter 1970/71.

Abb.12: Durch ein Hochwasser im Jahr 1968 beschädigter Träger der Meßseilbahn.



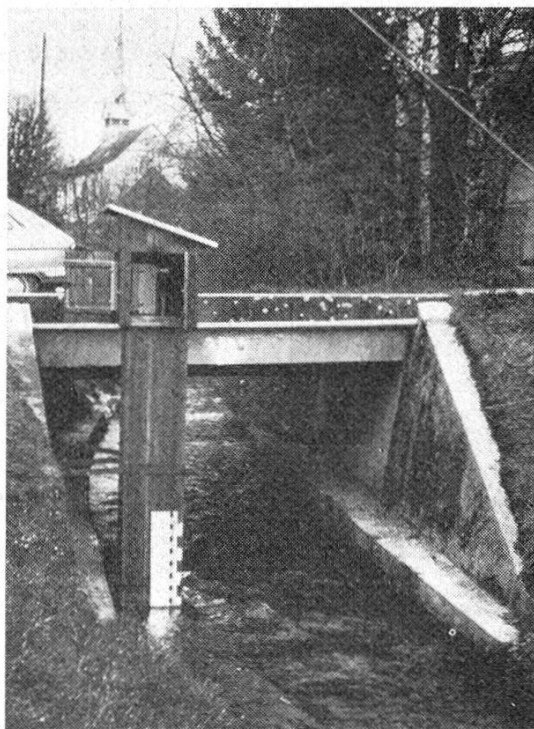


Abb.13: Emme beim «Einlaß Gewerbekanal» südlich Burgdorf im Winter 1970/71.

Abb.14: Abflußmessung an der Emme.



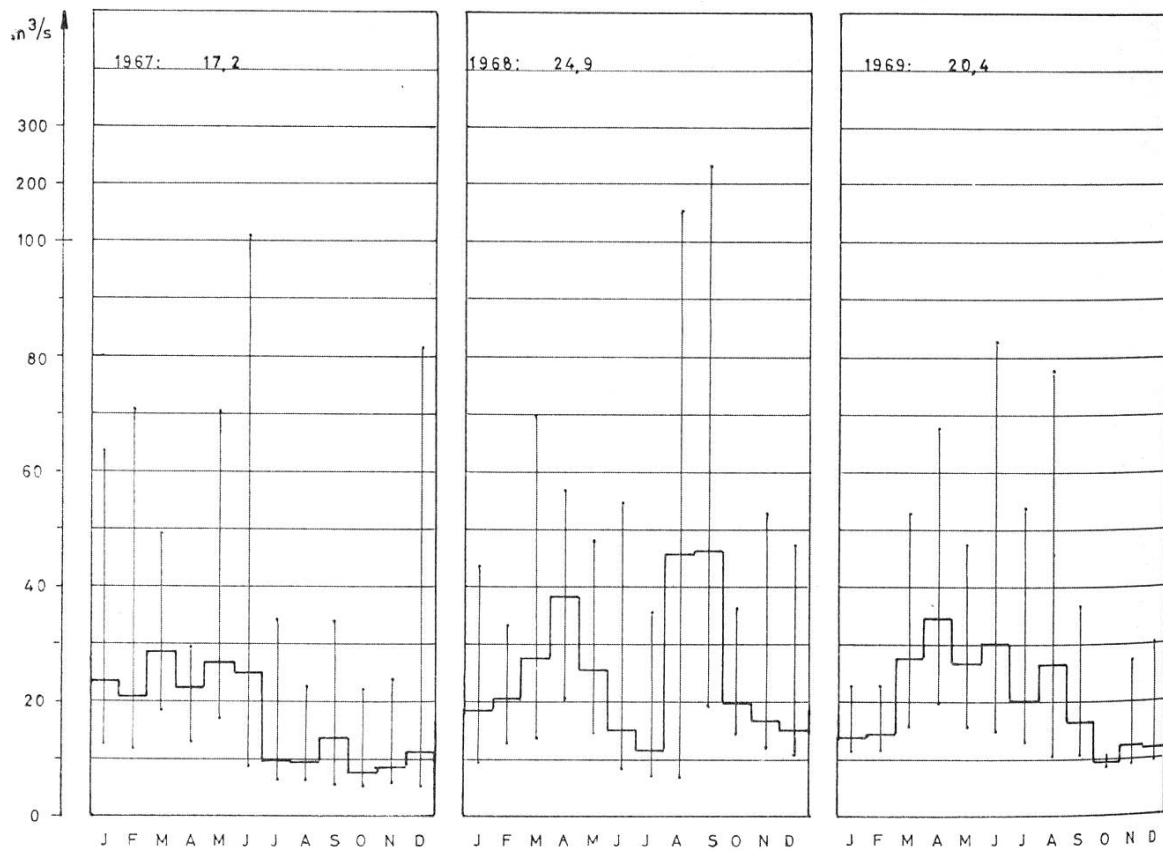
Abb.15: Limnigraphenstation am Rüegsbach in Rüegsau.



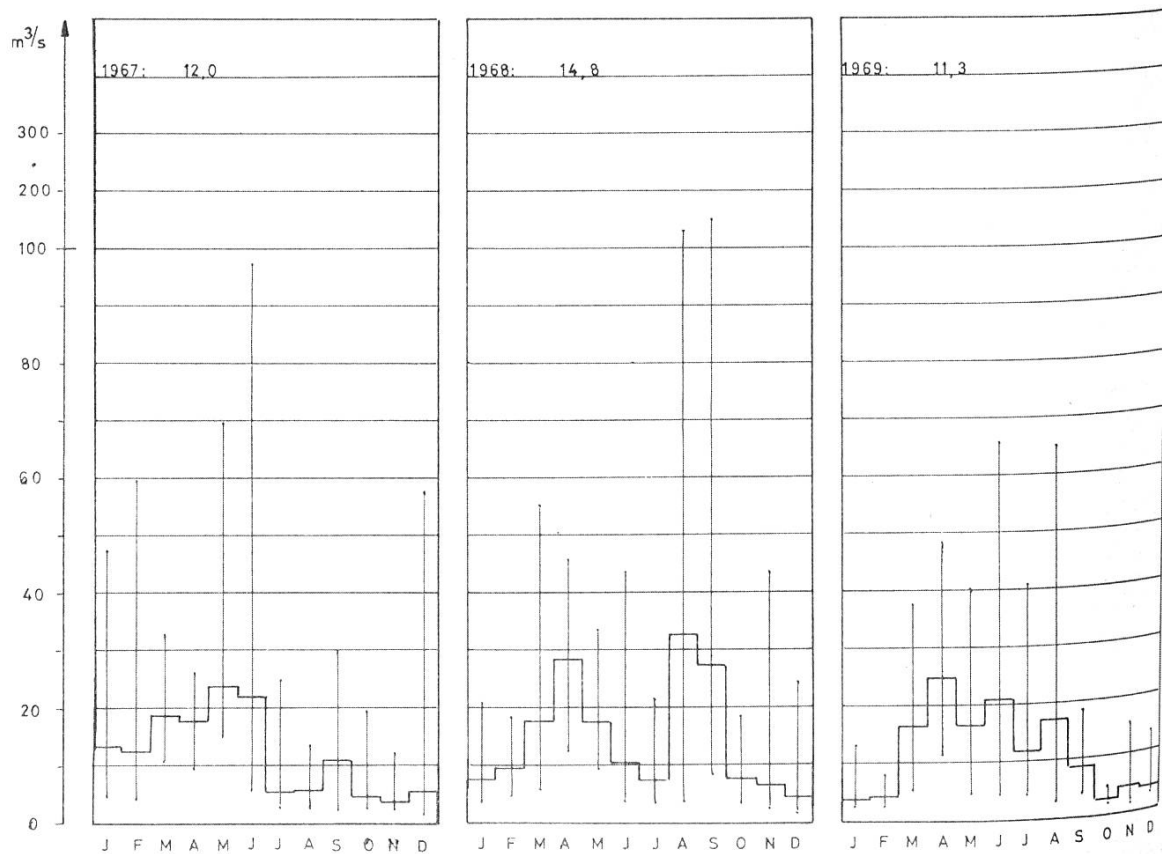
Figur 14

*Mittlerer Monatsabfluß und Extremwerte in
Emmenmatt und Gerlafingen*

Emme Emmenmatt | mittlerer Monatsabfluß



Emme Gerlafingen | mittlerer Monatsabfluß



Immerhin darf festgestellt werden, daß die Station mit einem bißchen guten Willen und Interesse betriebsbereit gehalten werden kann. Die Beibehaltung dieser Station ist sicherlich in wissenschaftlicher Hinsicht von großem Interesse, liefert sie doch ausgezeichnetes Zahlenmaterial. Die Streifenausschnitte der Figuren 15 und 16 mögen diese Feststellung noch untermauern. Sie zeigen einerseits typische Schmelzwasserkurven und andererseits die Kurve eines beachtlichen Hochwassers.

Da infolge der obgenannten Schwierigkeiten die Abflußwerte unserer Station Burgdorf erst für eine relativ späte Phase der Gesamtuntersuchung zur Verfügung standen, habe ich die Werte der Stationen Emmenmatt und Gerlafingen beigezogen. Die mittleren Monatsabflüsse sind in Figur 14 wiedergegeben. Die Diagramme enthalten zudem die minimalen und die maximalen Tagesmittel eines jeden Monats.

Limpach

Hier treten weder hinsichtlich Versandung noch Vereisung im Winter Probleme auf. Die während eines Jahres wöchentlich gemessene Temperatur sank hier, wie aus Tafel 15 hervorgeht, nie unter $2,2^{\circ}$ Celsius. Hingegen wurde während eines Hochwassers im Februar 1970 das Flußbett bedeutend vertieft, weshalb zwei Abflußkurven vorliegen. Über das Ausmaß des erwähnten Hochwassers geben Figur 17 und Abbildung 16 Auskunft.

Luterbach

Das Funktionieren dieser Station darf als außerordentlich befriedigend bezeichnet werden. Die relativ starke Sandführung bei Hochwasser wirkt deshalb nicht störend, weil ich etwa 10 cm über der Flußsohle in der Schachtwand ein Verbindungsloch geschlagen habe. Dadurch wird das Eindringen des am Boden des Baches transportierten Sandes verhindert, und Schwebestoffe gelangen nur in geringem Maß in den Schacht. Dies schließt allerdings die Notwendigkeit einer jährlichen Reinigung nicht aus.

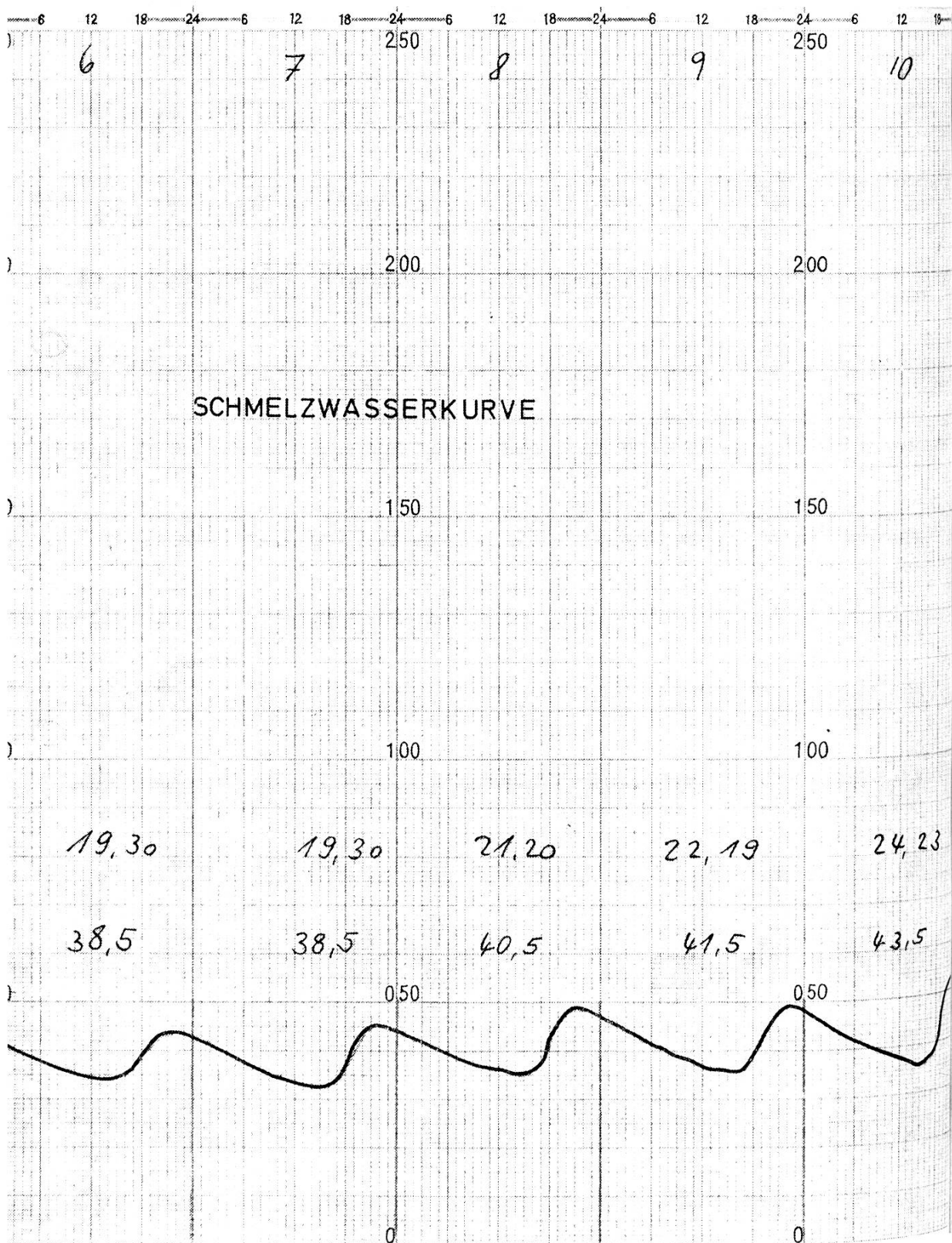
Im Winter treten hier auch die Schwierigkeiten des Einfrierens auf. Nach Kälteperioden kann das Eis aber mittels heißen Wassers und Salz aufgeschmolzen werden.

Oesch

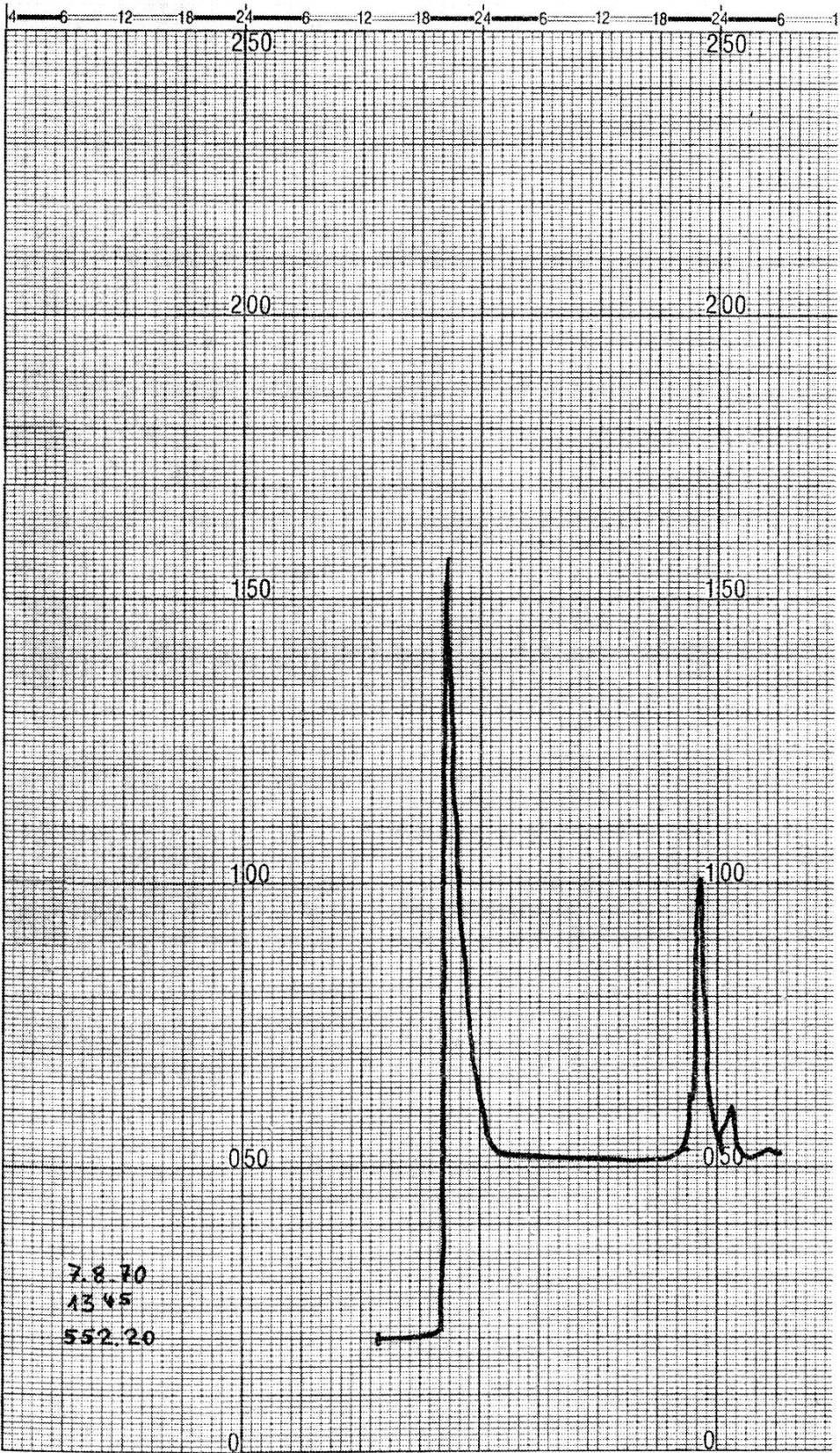
Wie aus der Abflußkurve hervorgeht, liegen die Einzelwerte nicht so ideal wie beispielsweise beim Limpach, Luterbach oder Rüegsbach. Die außerordentlich stark mit Abwasser dotierte Oesch weist zur Vegetationszeit starke Verkrautungen auf. Dadurch bleiben auch viele Schwebestoffe hängen und setzen sich ab, es resultiert eine bedeutende Erhöhung des Flußbettes. Die von Zeit zu Zeit durchgeführten Reinigungen des Baches haben

Figur 15

Limnigraph Burgdorf 6. bis 10. April 1971



Figur 16



Figur 17

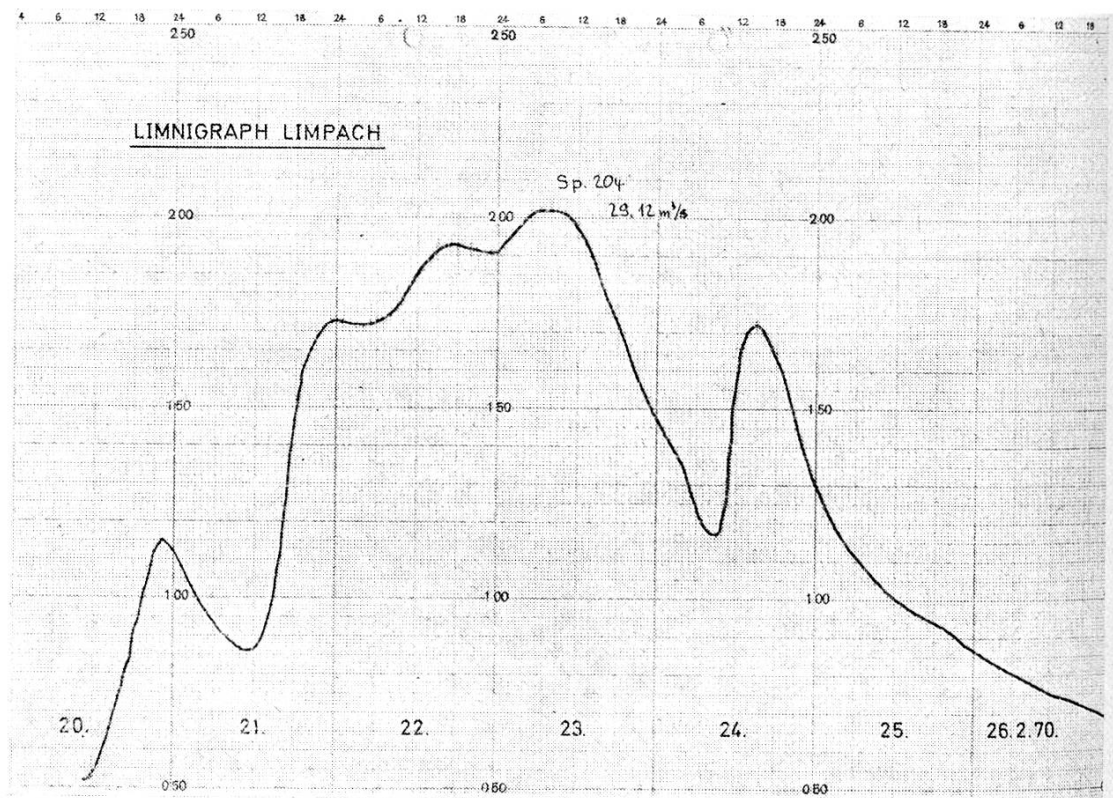
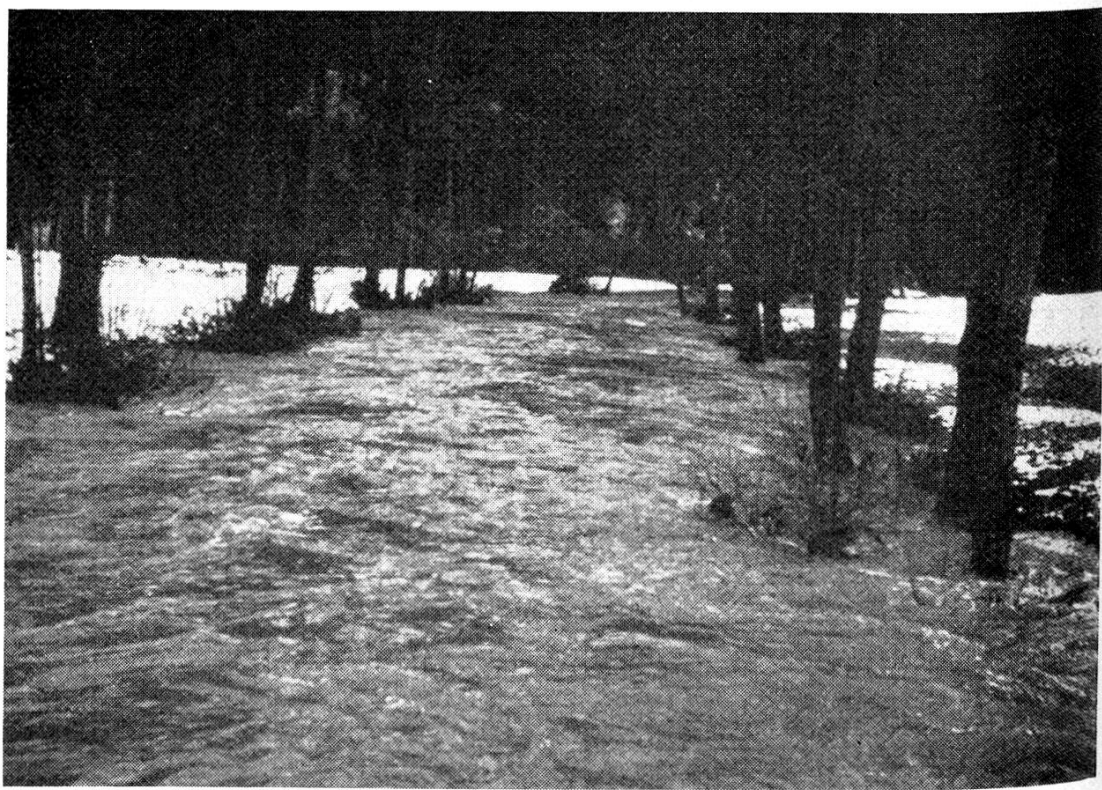


Fig.17 und Abb.16: Limpachhochwasser bei Kräiligen im Februar 1970.



wiederum eine Veränderung zur Folge. Falls nun nicht Aufzeichnungen von Abflußmengen in sehr großer Zahl vorliegen, verlieren die Aufzeichnungen der Limnigraphenstation an Aussagekraft. Wie bedeutend sich ein künstlicher Eingriff im Bachbett auswirken kann, zeigt die Aufzeichnung vom 11. Juni 1968. Um 16 Uhr wurde ein Pegel von 55 cm registriert, um 18 Uhr noch ein solcher von 26 cm. Es sei zudem festgehalten, daß die Niederschlagsstation in Oeschberg vom 4. Juni 1968 bis 14. Juni 1968 keinen Regen angibt. Allein die Reinigung des Bachbettes kommt also als Ursache in Frage. Hätte es sich lediglich um Wasserentnahme zwecks Bewässerung gehandelt, so wäre der Wiederanstieg deutlich zu erkennen gewesen. Ein Anstieg erfolgte aber erst wieder nach den Niederschlägen vom 15. und 16. Juni.

Für das Jahr 1970 ließ sich mittels der großen Anzahl Abflußmessungen eine aussagekräftige Abflußkurve zeichnen, die, zusammen mit einigen Werten der Jahre 1969 und 1968, die Auswertungsgrundlage der Limnigraphenstreifen bildete. Da sich meines Erachtens kaum jemand finden wird, der jährlich 8 bis 10 oder gar noch mehr Abflußmessungen durchführt und auswertet, scheint es mir trotz der zu erwartenden Kosten unvermeidlich, das Flußbett in einem Bereich von total etwa 60 Metern vor und nach der Station mit Holzbrettern auszukleiden, um die erläuterten Störungen zu vermeiden. Erst dann kann die notwendige Anzahl Abflußmessungen in nützlichem Rahmen gehalten werden.

Rüegsbach

Während hier die Versandung nicht festzustellen war – der Schacht war der intensiven Strömung ausgesetzt – bereitete ein Hochwasser arge Schwierigkeiten, indem nämlich beim erwähnten Anlaß zwei auf den Wogen dahintreibende Gerüststangen den 3 cm starken Schacht zertrümmerten. Die Apparate erlitten dabei keinerlei Beschädigungen. Trotzdem entschlossen wir uns – durch den überraschenden Vorfall gewarnt – die Station an einer geschützteren Stelle zu errichten und eine häufige Entsandung des Schachtes in Kauf zu nehmen.

Die durch Vereisung erwachsenen Schwierigkeiten waren nur unbedeutend. Immerhin mußte bei der Auswertung der Streifen der durch Vereisung der Flußsohle hervorgerufene Anstieg des Schwimmers berücksichtigt werden.

Urtenen

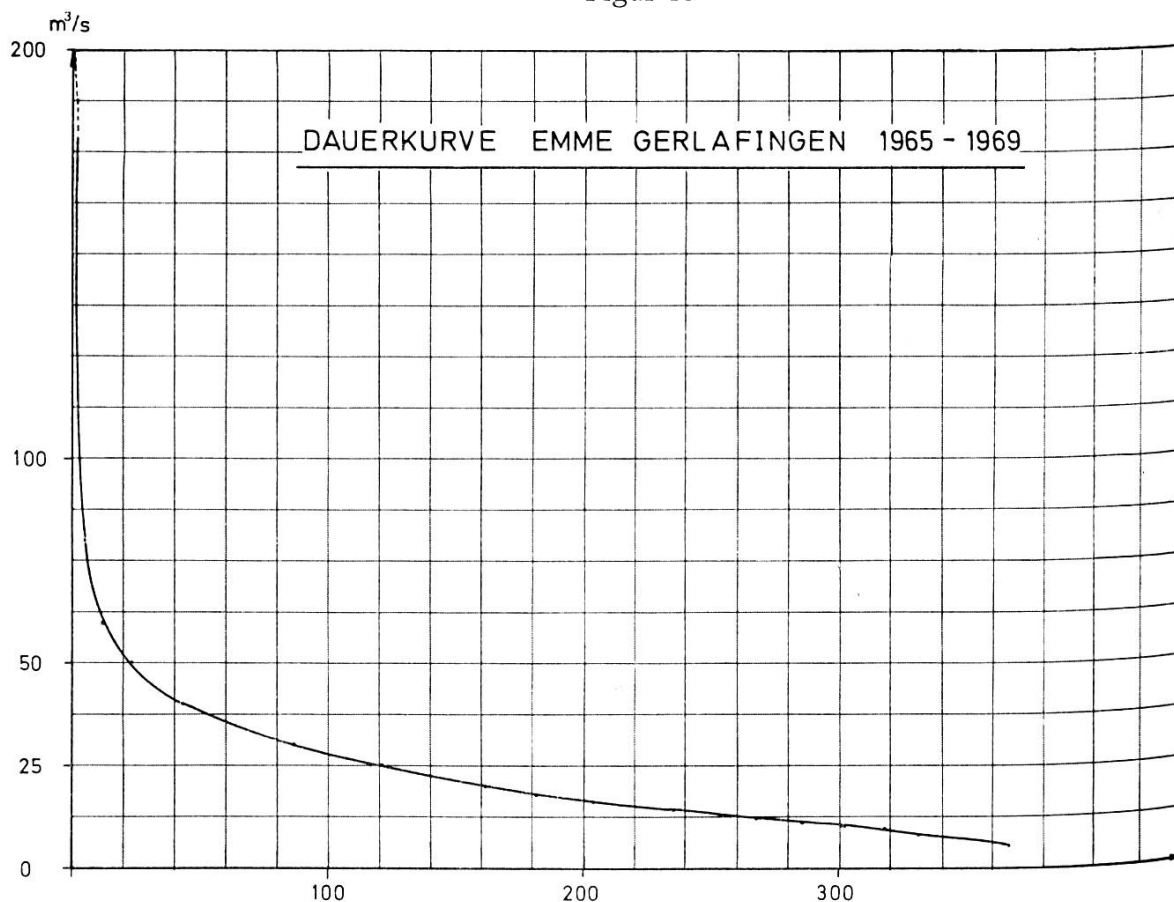
Wie aus Tafel 15 hervorgeht, liegt der tiefste je festgestellte Wert meiner wöchentlichen Messungen in der Urtenen bei 3,2° Celsius. Dies ist auf den großen Anteil an Grund- bzw. Quellwasser zurückzuführen. Entsprechend traten auch hinsichtlich Vereisung praktisch keine Probleme auf. Auch ein Versanden oder Verschlammen des Schachtes trat nicht ein. Hingegen trat

durch eine Reinigung des Bachbettes im Jahre 1968 wie bei der Oesch – allerdings in abgeschwächtem Rahmen – eine Störung auf. Hier drängt sich für die Zukunft eine Intensivierung der Abflußmessungen auf. Die Verkräutung tritt im Vergleich zur Oesch entscheidend zurück, so daß sich das «Einschalen» des Baches nicht aufdrängt, zumal es hier auch sehr schwer zu realisieren wäre.

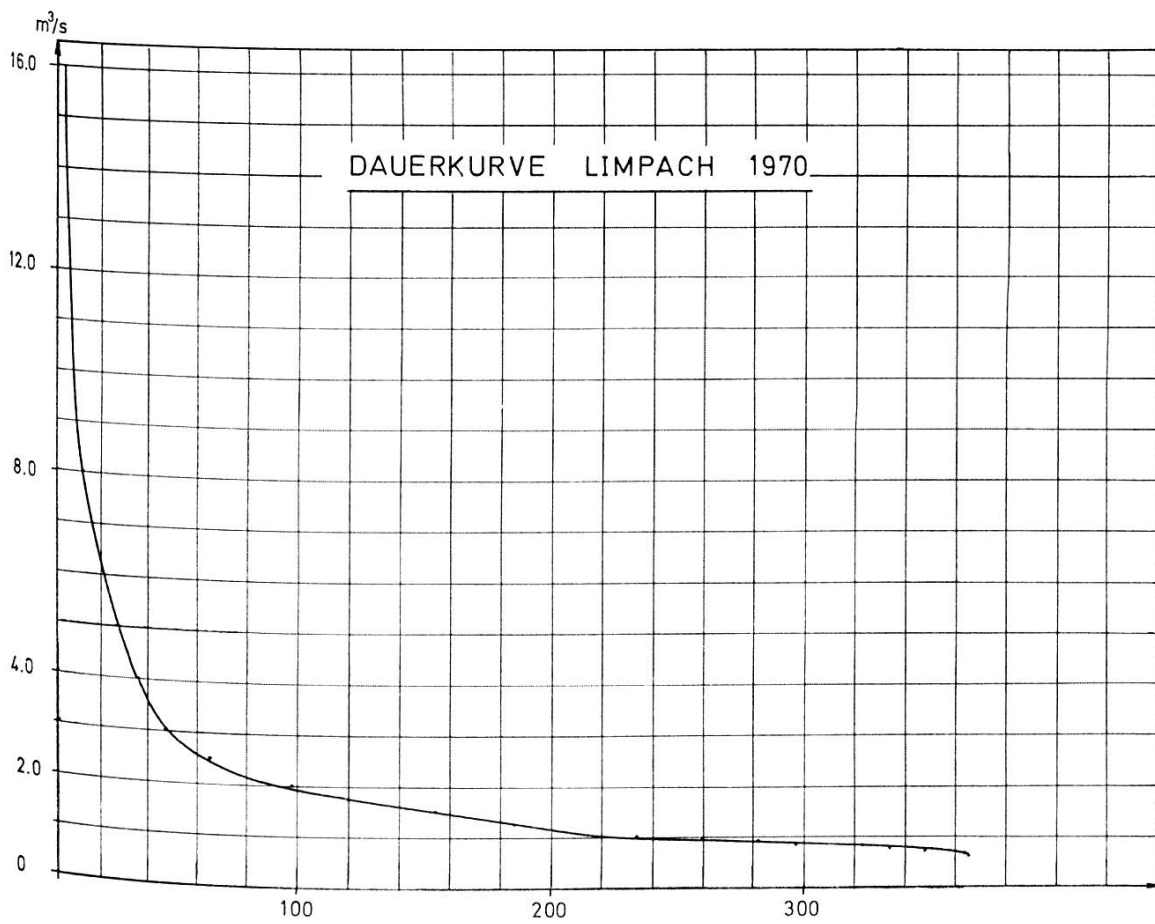
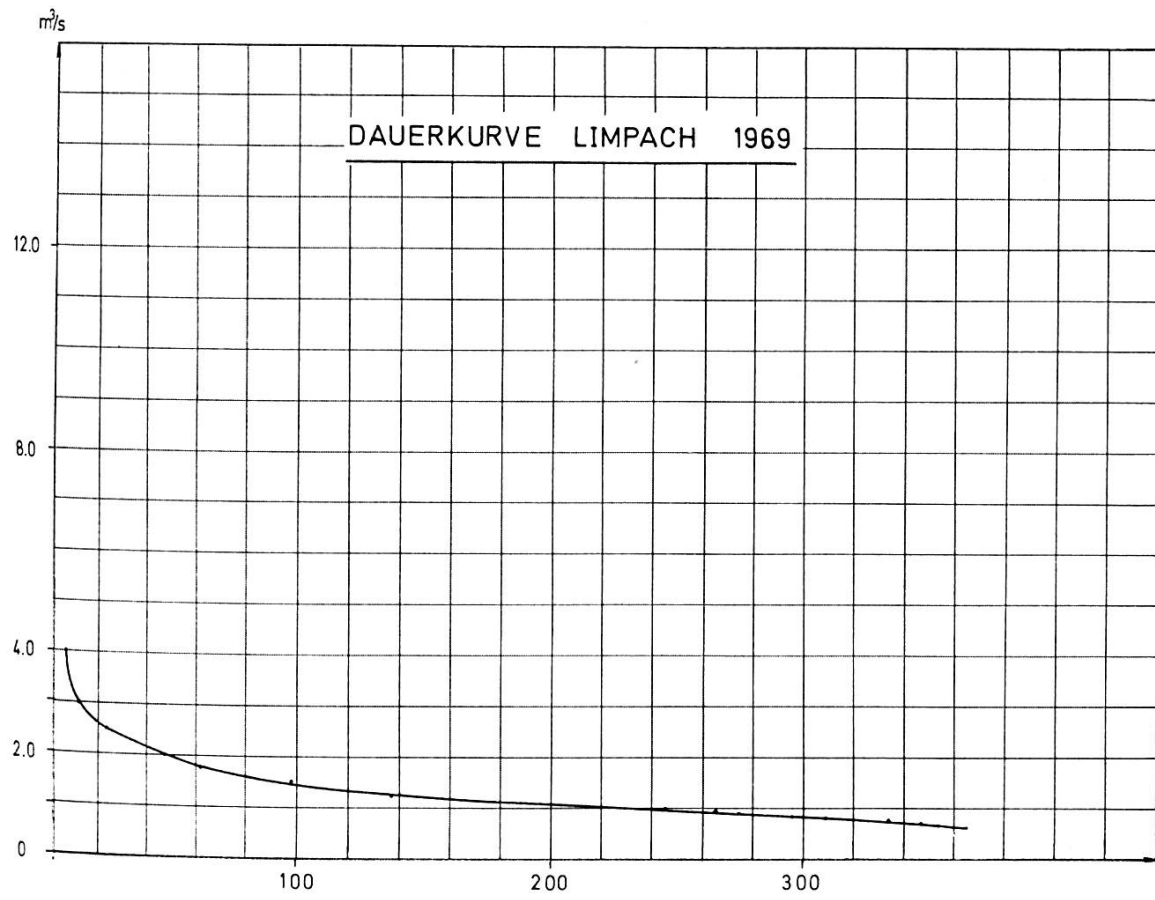
Die Abflußkurven aller Flüsse wurden aufgrund der Resultate der durchgeführten Abflußmessungen festgelegt. Die Ermittlung der Werte der Kurven für die Stationen Emme Burgdorf, Limpach, Luterbach und Rüegsbach erfolgte mit Hilfe des Tischrechners. Für Oesch und Urtenen wurden sie aus der Graphik abgeleitet, da meines Erachtens die Streuung der einzelnen Werte für die rechnerische Methode zu groß war (vgl. «Beschreibung der einzelnen Stationen»). Die Zahlenwerte können beim Verfasser eingesehen werden, die Beilagen 1 bis 6 zeigen den graphischen Verlauf der Abflußkurven, wobei auf der x-Achse die Pegelwerte in cm und auf der y-Achse die Abflußmenge Q in m^3/s aufgetragen wurden.

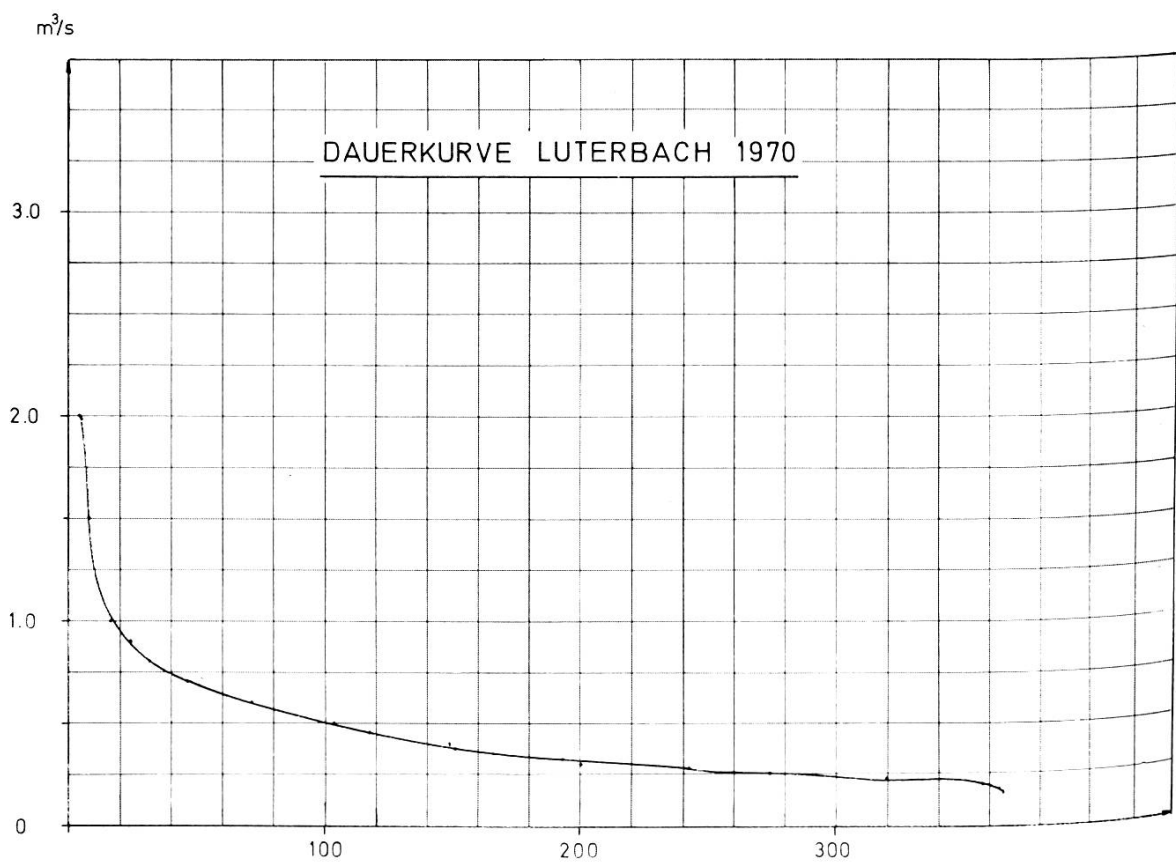
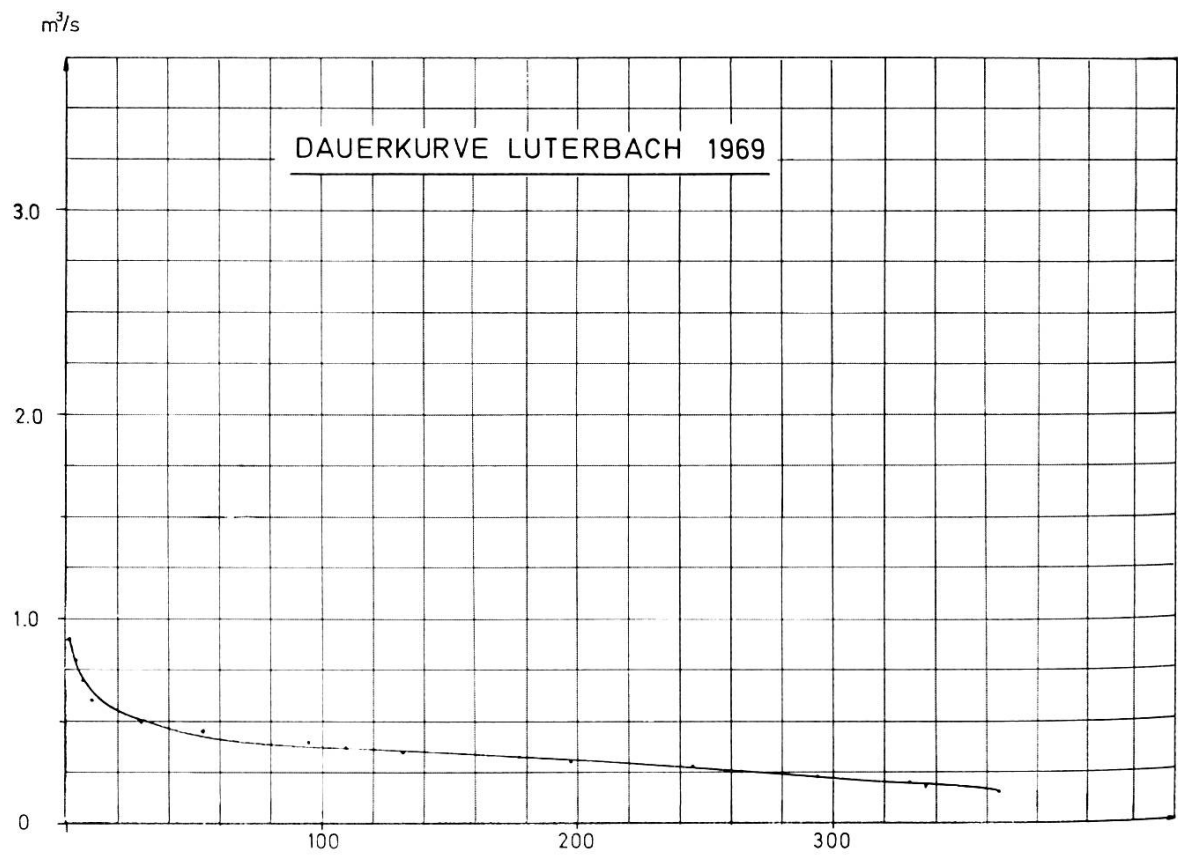
Die mittleren Tagesabflüsse für die Jahre 1969 und 1970 sind in Tafel 14 wiedergegeben. (Die restlichen Werte können beim Verfasser eingesehen

Figur 18



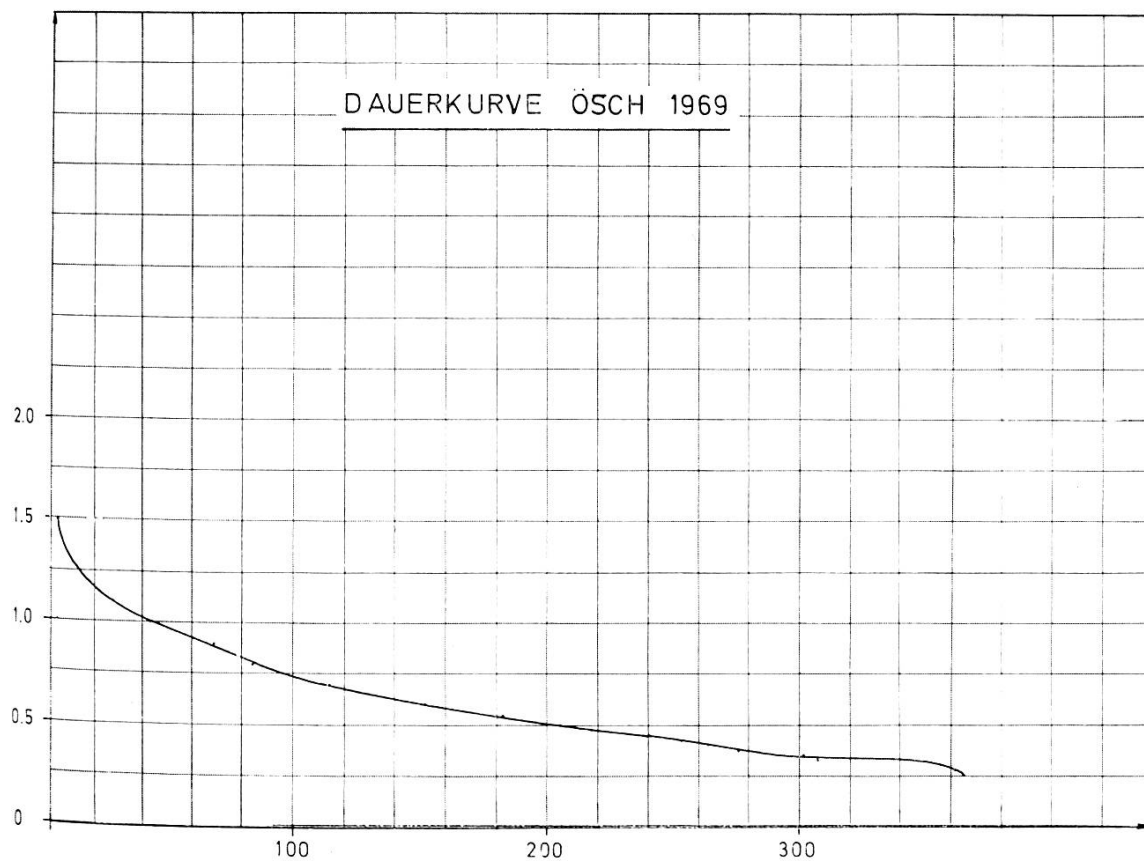
Figur 19





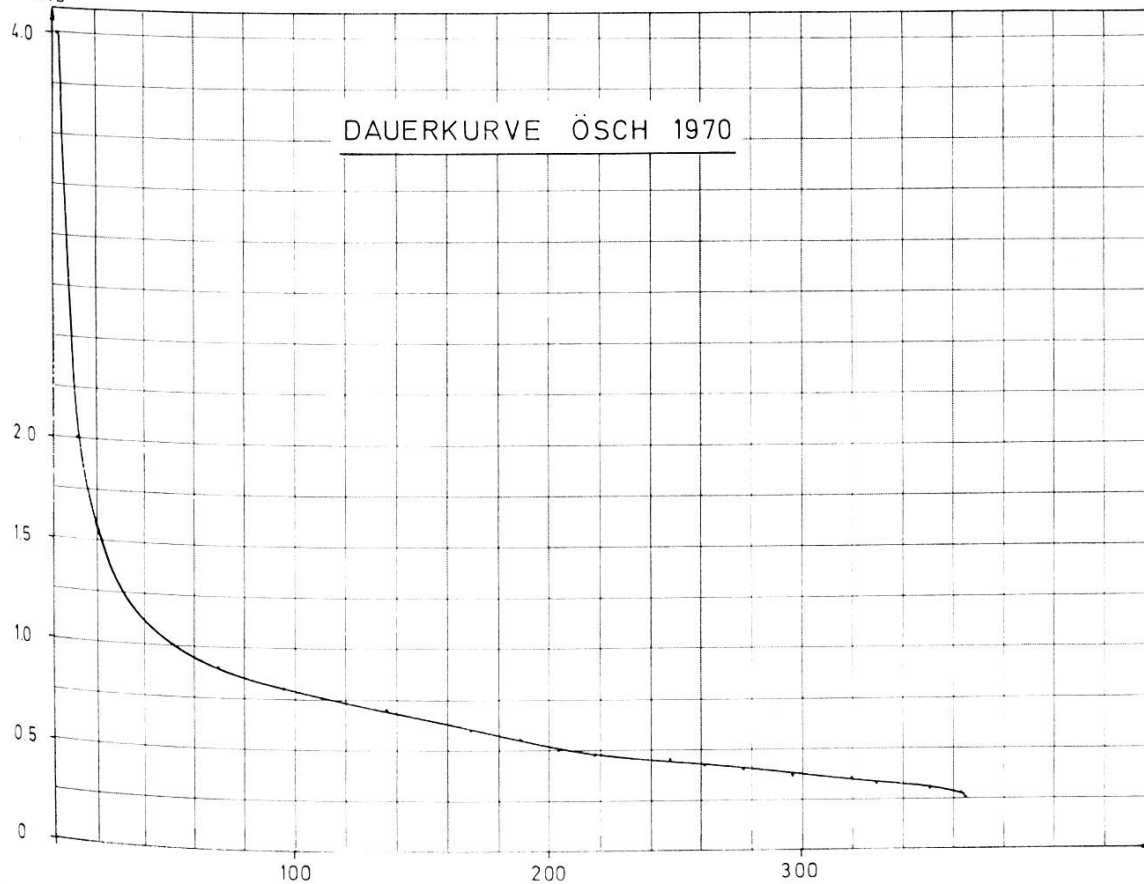
m³/s

DAUERKURVE ÖSCH 1969

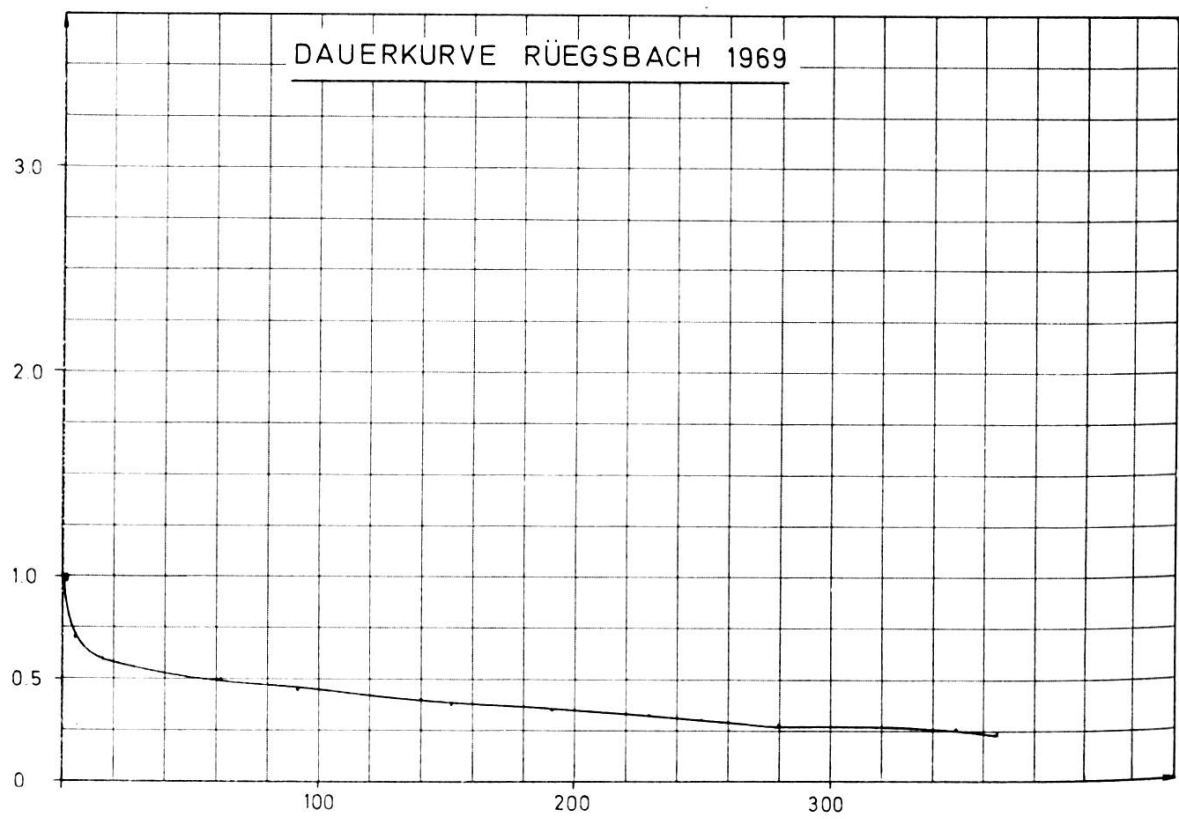


m³/s

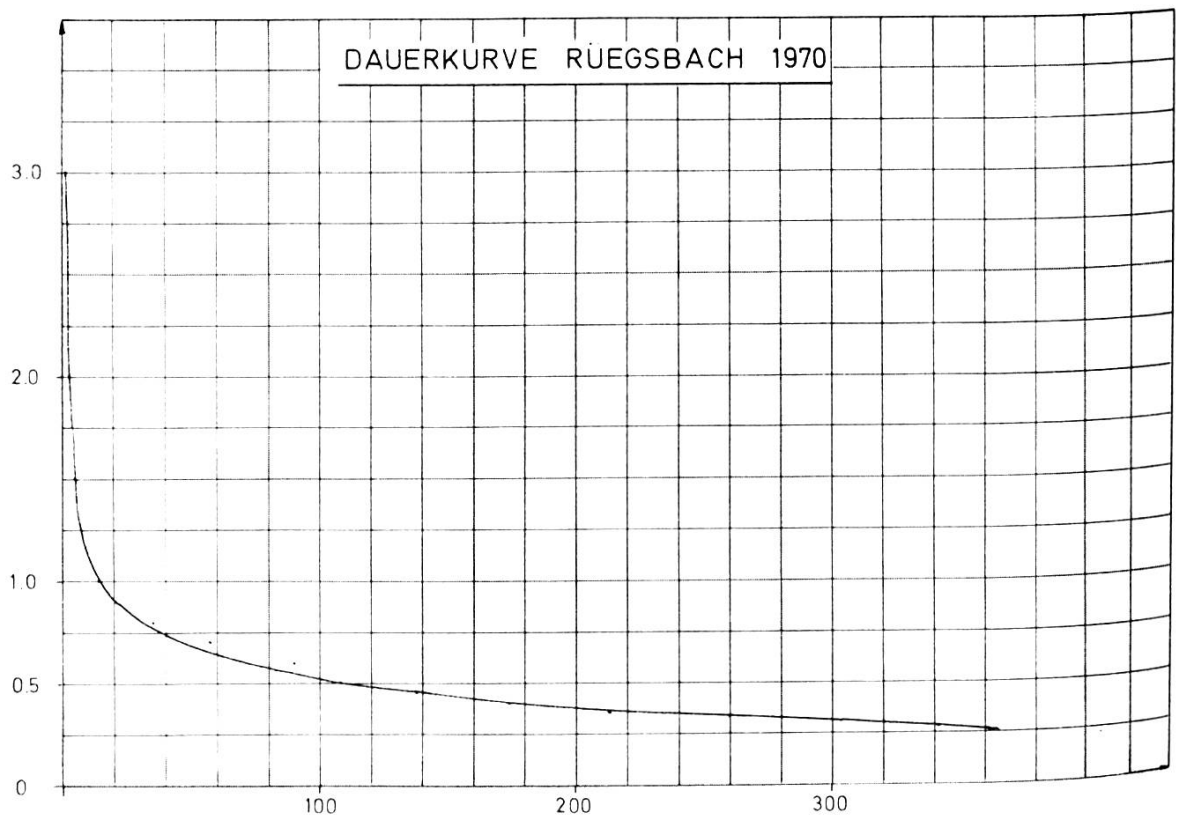
DAUERKURVE ÖSCH 1970

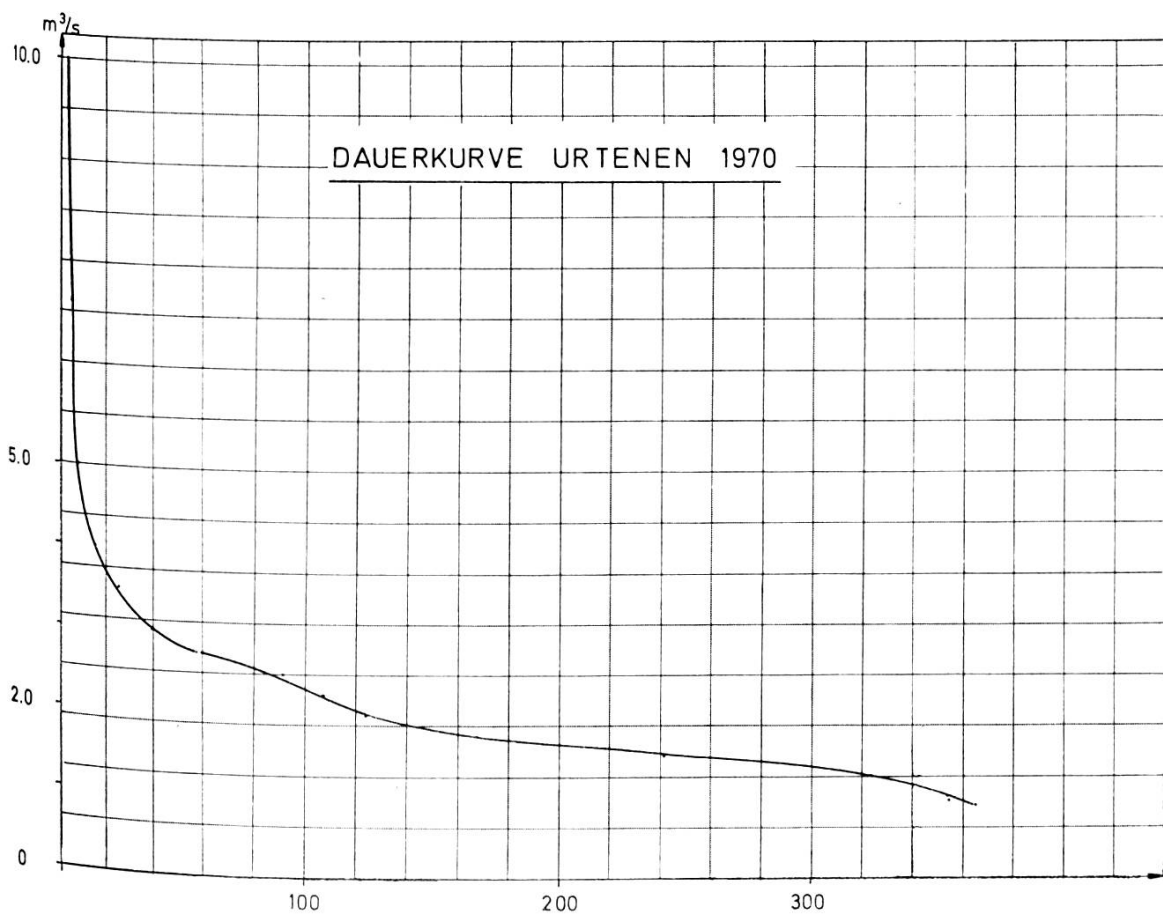
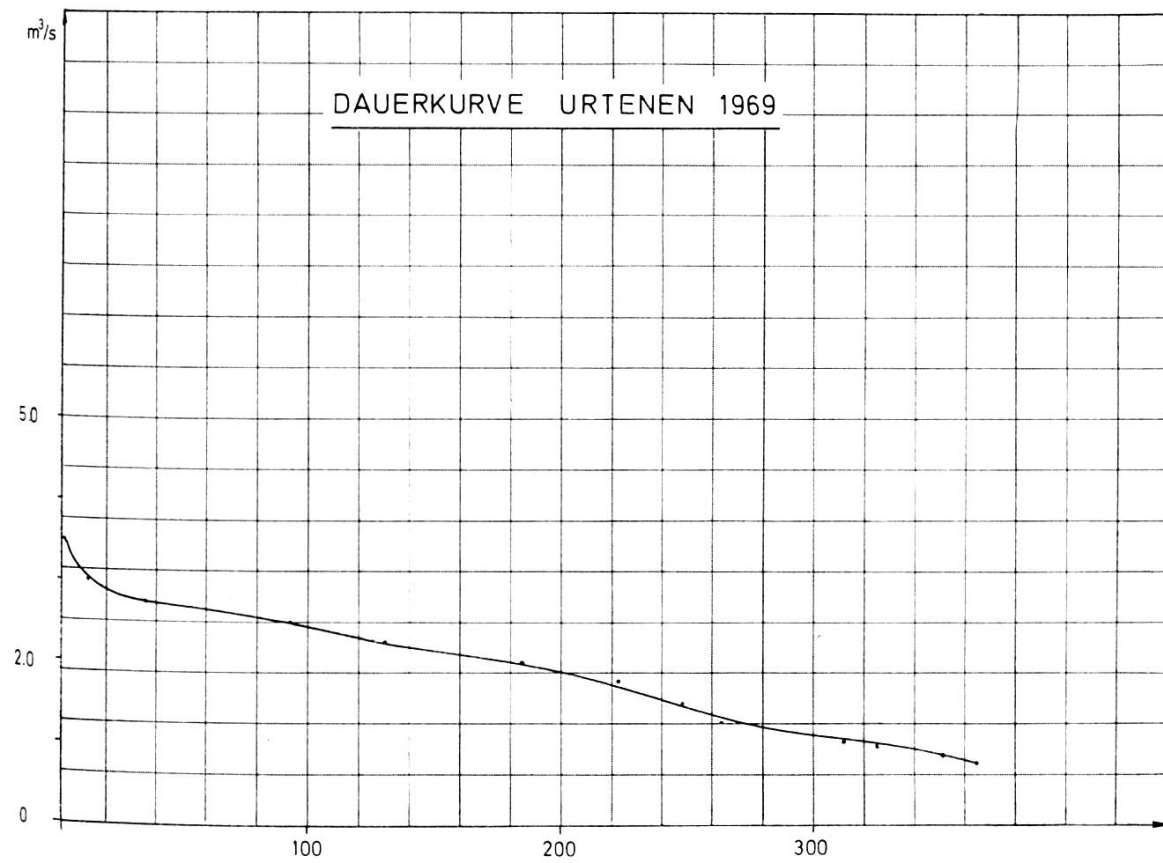


m³/s



m³/s





Tafel 14

*Mittlere Tagesabflüsse der Jahre 1969 und 1970**Limpach, Kräiligen*

1969

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	1,35	1,80	2,37	1,28	1,73	0,920	1,24	0,782	0,955	0,886	0,615	1,35
2	1,31	1,65	2,50	1,24	1,61	0,886	1,10	0,817	0,920	0,851	0,615	1,20
3	1,28	1,57	2,54	1,20	1,50	0,920	1,24	0,782	2,49	0,851	0,615	1,17
4	1,24	1,42	2,45	1,13	1,67	1,10	1,17	0,749	5,18	0,817	0,615	1,69
5	1,24	1,31	2,04	1,13	1,88	1,10	1,17	0,715	2,37	0,817	0,681	1,61
6	1,17	1,28	1,80	1,10	1,61	1,17	1,13	0,715	1,65	0,782	0,715	1,39
7	1,13	1,20	1,69	1,10	2,00	1,20	1,13	0,681	1,39	0,782	0,715	1,28
8	1,13	1,17	1,96	1,06	1,88	1,10	1,17	0,681	1,50	0,782	0,817	1,17
9	1,10	1,06	2,29	1,06	1,73	1,02	1,13	0,648	1,42	0,782	0,817	1,13
10	1,06	1,02	2,29	1,02	1,65	0,989	1,17	0,648	1,20	0,782	0,955	1,10
11	0,989	1,02	2,25	1,06	1,50	0,955	1,02	0,648	1,13	0,782	0,782	1,10
12	0,989	1,10	2,71	1,10	1,42	0,955	1,30	0,648	1,02	0,782	1,09	1,06
13	1,10	1,10	2,84	1,10	1,31	0,989	0,989	1,25	0,989	0,782	1,42	1,06
14	1,20	0,989	4,88	1,10	1,24	0,886	0,886	0,989	0,920	0,782	1,42	1,06
15	1,46	0,955	4,18	1,02	1,20	0,851	0,851	1,10	0,955	0,782	1,31	1,10
16	1,61	0,886	2,68	1,17	1,20	0,851	0,782	0,886	0,920	0,782	1,10	1,28
17	1,46	0,851	2,41	1,31	1,17	0,851	0,782	0,851	0,920	0,782	1,29	1,17
18	1,54	0,886	2,29	1,20	1,10	1,06	0,817	0,886	0,955	0,749	1,80	3,16
19	2,50	0,920	2,00	1,10	1,10	1,69	0,817	0,817	0,886	0,749	1,46	3,62
20	2,54	1,17	1,80	1,06	1,10	1,28	0,782	0,817	0,851	0,749	1,31	2,08
21	1,96	1,20	1,65	1,02	1,10	1,13	0,782	1,53	0,817	0,749	1,17	1,65
22	1,73	1,13	1,54	2,53	1,06	1,06	0,817	1,02	0,782	0,715	1,10	1,46
23	1,84	1,06	1,54	4,58	1,02	1,17	0,851	0,955	0,782	0,715	1,02	1,35
24	2,45	1,61	1,73	3,02	1,02	2,62	0,817	1,13	0,782	0,715	1,46	1,24
25	2,54	3,92	1,73	2,12	1,02	2,20	1,26	1,24	0,749	0,681	1,69	1,17
26	2,12	3,36	1,65	1,77	1,10	4,06	2,76	1,10	0,782	0,681	1,73	1,10
27	1,84	3,34	1,57	1,89	1,06	2,36	1,42	2,32	0,817	0,681	1,46	1,02
28	1,69	2,71	1,46	1,84	1,02	2,53	1,02	1,65	0,782	0,681	1,31	0,989
29	2,25		1,39	2,41	1,02	2,24	0,920	1,35	0,782	0,648	1,73	0,989
30	2,41		1,35	1,96	1,02	1,65	0,886	1,17	0,920	0,648	1,54	0,955
31	2,08		1,31		0,989		0,851	1,02		0,615		0,955
	Monatsmittel m ³ /s											
	1,62	1,49	2,16	1,52	1,32	1,39	1,07	0,987	1,22	0,754	1,14	1,38
	Maximum (Spitze) m ³ /s											
	3,19	4,94	5,36	5,46	2,33	5,09	6,23	3,29	11,74	0,886	2,20	7,88
Tag	19.	25.	15.	22.	4.	26.	26.	27.	3.	1.	18.	18.
	Mittlere Jahresabflußmenge 1,337 m ³ /s											

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,920	1,84	2,57	2,14	2,14	1,37	0,965	0,715	1,67	1,07	0,807	1,52
2	0,886	1,57	2,39	2,52	2,10	1,30	0,901	0,685	1,41	0,965	0,776	1,41
3	0,851	~18,14	2,22	2,44	2,44	1,30	0,901	0,685	1,30	0,998	0,776	1,45
4	0,851	20,09	2,06	2,57	2,18	1,27	0,838	0,685	1,20	0,965	0,776	2,18
5	0,955	13,79	1,90	2,93	1,98	1,37	0,838	0,685	1,10	0,965	0,776	1,98
6	1,02	8,45	1,71	2,66	1,82	1,30	0,838	0,685	1,06	0,901	0,746	1,74
7	0,886	5,61	1,67	5,24	1,74	1,23	0,838	0,685	1,03	0,901	0,715	1,90
8	0,851	9,89	1,63	6,50	1,59	1,27	0,838	0,685	1,03	0,901	0,776	1,98
9	0,851	11,00	1,59	6,83	1,52	1,23	0,776	0,655	0,998	0,838	0,776	1,74
10	1,06	9,13	1,55	4,75	1,56	1,23	0,715	0,685	0,998	0,807	0,776	1,63
11	1,06	6,31	1,52	3,35	2,62	1,16	0,685	0,685	0,998	0,838	0,807	1,52
12	0,955	4,77	1,48	2,84	2,22	1,16	0,655	0,715	0,998	0,838	0,807	1,45
13	0,886	5,07	1,52	4,83	2,02	1,16	0,655	0,715	0,965	0,838	0,960	1,37
14	0,851	4,24	1,59	3,75	1,90	1,10	0,626	2,45	0,933	0,901	2,19	1,30
15	0,851	3,35	1,63	2,93	1,78	1,10	0,807	1,91	0,933	0,901	1,63	1,27
16	1,06	2,88	1,67	2,52	2,27	1,03	0,776	1,24	0,965	0,838	1,30	1,23
17	1,20	2,66	1,94	2,23	2,94	1,22	0,715	4,47	0,965	0,838	1,23	1,23
18	1,06	2,48	5,75	2,02	3,30	1,20	0,685	1,90	0,901	0,838	1,67	1,20
19	0,989	2,31	7,90	2,23	2,31	1,25	0,655	1,45	0,901	0,838	4,06	1,16
20	0,955	4,85	4,59	4,73	1,98	1,03	0,715	6,58	0,838	1,25	4,05	1,13
21	0,920	11,59	3,26	3,90	1,86	1,03	0,965	4,15	0,838	1,06	5,73	1,10
22	0,886	23,98	3,16	2,75	1,86	0,998	0,807	2,39	0,901	0,965	3,55	1,10
23	0,886	24,55	6,23	2,35	2,04	0,965	0,746	2,02	0,901	1,03	2,39	1,10
24	0,886	15,80	4,43	2,14	1,74	0,965	0,870	2,02	0,901	1,14	1,98	1,03
25	1,06	8,65	3,21	2,02	1,67	0,965	0,838	1,74	0,901	1,03	1,74	1,03
26	1,31	5,22	2,70	1,94	1,52	0,901	0,776	1,48	0,901	0,965	1,59	1,03
27	2,98	3,72	2,39	1,82	1,48	0,901	0,746	1,37	0,870	0,901	1,45	1,03
28	2,73	3,02	2,14	1,71	1,45	1,16	0,715	1,30	0,838	0,901	1,34	1,03
29	2,16		1,98	1,67	1,45	0,780	0,715	1,23	0,838	0,870	1,27	1,03
30	1,96		1,82	1,67	1,52	0,690	0,715	2,62	1,03	0,838	1,63	0,998
31	2,12		1,82		1,41		0,715	2,84		0,838		0,998
Monatsmittel m ³ /s												
	1,19	8,39	2,64	3,07	1,95	1,12	0,775	1,68	1,00	0,928	1,636	1,35
Maximum (Spitze) m ³ /s												
Tag	5,20	29.12/ 23.60	12,93	10,60	4,82	1,59	1,06	11,41	1,90	1,48	9,74	2,31
	27.	23./3.	18.	7.	18.	19.	21.	20.	1.	20.	19.	4.
Mittlere Jahresabflußmenge 2,098 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,363	0,419	0,459	0,400	0,459	0,311	0,328	0,262	0,202	0,202	0,231	0,277
2	0,363	0,400	0,459	0,400	0,459	0,294	0,311	0,277	0,202	0,188	0,216	0,294
3	0,345	0,400	0,459	0,382	0,400	0,311	0,294	0,277	0,202	0,174	0,202	0,294
4	0,345	0,363	0,439	0,363	0,480	0,363	0,277	0,277	0,262	0,174	0,202	0,439
5	0,345	0,363	0,419	0,363	0,439	0,400	0,294	0,262	0,231	0,174	0,262	0,382
6	0,345	0,363	0,400	0,363	0,400	0,419	0,311	0,262	0,216	0,174	0,246	0,294
7	0,328	0,400	0,382	0,345	0,543	0,419	0,294	0,262	0,202	0,174	0,262	0,294
8	0,328	0,345	0,382	0,345	0,500	0,345	0,328	0,262	0,202	0,174	0,294	0,294
9	0,328	0,345	0,400	0,328	0,479	0,311	0,345	0,246	0,202	0,174	0,277	0,294
10	0,328	0,328	0,419	0,311	0,479	0,294	0,400	0,246	0,202	0,174	0,277	0,262
11	0,328	0,345	0,459	0,311	0,459	0,277	0,345	0,231	0,202	0,174	0,262	0,231
12	0,328	0,363	0,589	0,311	0,487	0,277	0,382	0,262	0,202	0,174	0,465	0,202
13	0,345	0,345	0,633	0,363	0,400	0,277	0,311	0,311	0,202	0,174	0,419	0,188
14	0,345	0,328	0,859	0,441	0,382	0,277	0,294	0,294	0,202	0,174	0,382	0,188
15	0,345	0,311	0,886	0,382	0,382	0,262	0,277	0,355	0,216	0,174	0,277	0,216
16	0,345	0,311	0,705	0,439	0,400	0,329	0,277	0,294	0,216	0,174	0,246	0,231
17	0,328	0,311	0,633	0,382	0,363	0,294	0,262	0,294	0,231	0,174	0,311	0,216
18	0,400	0,311	0,589	0,363	0,345	0,465	0,246	0,277	0,231	0,174	0,328	0,431
19	0,459	0,294	0,543	0,328	0,363	0,911	0,231	0,231	0,202	0,161	0,277	0,339
20	0,400	0,382	0,479	0,328	0,345	0,479	0,231	0,231	0,188	0,161	0,262	0,328
21	0,382	0,382	0,439	0,328	0,328	0,382	0,231	0,487	0,188	0,161	0,231	0,311
22	0,363	0,363	0,400	0,522	0,328	0,345	0,231	0,231	0,174	0,161	0,216	0,311
23	0,419	0,363	0,439	0,814	0,311	0,311	0,231	0,246	0,174	0,161	0,202	0,277
24	0,439	0,537	0,500	0,589	0,294	0,551	0,231	0,363	0,174	0,188	0,339	0,246
25	0,439	0,754	0,500	0,479	0,294	0,516	0,262	0,363	0,174	0,202	0,311	0,246
26	0,419	0,656	0,479	0,439	0,345	0,729	0,277	0,277	0,174	0,202	0,294	0,231
27	0,400	0,543	0,479	0,516	0,294	0,500	0,262	0,400	0,174	0,202	0,277	0,231
28	0,382	0,500	0,419	0,589	0,277	0,459	0,246	0,294	0,161	0,202	0,262	0,231
29	0,521		0,419	0,479	0,294	0,400	0,262	0,262	0,161	0,202	0,363	0,216
30	0,521		0,400	0,459	0,345	0,363	0,277	0,246	0,216	0,202	0,294	0,216
31	0,479		0,400		0,328		0,277	0,216		0,202		0,216
Monatsmittel m ³ /s												
	0,380	0,397	0,496	0,415	0,387	0,396	0,285	0,284	0,199	0,180	0,283	0,272
Maximum (Spitze) m ³ /s												
	0,633	0,886	1,03	0,913	0,705	1,27	0,479	0,886	0,345	0,216	0,886	0,832
Tag	29.	24.	14.	22./23.	4.	19.	12.	21.	4.	1.	12.	18.
Mittlere Jahresabflußmenge 0,331 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,202	0,345	0,610	0,656	0,812	0,400	0,328	0,231	0,294	0,363	0,246	0,311
2	0,202	0,294	0,565	0,610	0,754	0,400	0,294	0,202	0,277	0,262	0,231	0,294
3	0,188	2,00	0,543	0,610	0,705	0,400	0,294	0,202	0,277	0,328	0,231	0,294
4	0,188	2,39	0,521	0,610	0,656	0,363	0,277	0,188	0,294	0,400	0,231	0,328
5	0,202	1,70	0,479	0,589	0,610	0,498	0,277	0,188	0,262	0,363	0,231	0,345
6	0,188	1,08	0,439	0,589	0,610	0,439	0,262	0,188	0,262	0,328	0,231	0,328
7	0,188	0,705	0,419	0,639	0,589	0,419	0,262	0,174	0,262	0,294	0,231	0,363
8	0,277	0,754	0,419	0,806	0,565	0,459	0,262	0,294	0,262	0,246	0,262	0,363
9	0,202	0,913	0,419	0,930	0,521	0,439	0,277	0,246	0,262	0,246	0,231	0,328
10	0,202	1,03	0,419	0,806	0,543	0,400	0,262	0,216	0,262	0,231	0,246	0,311
11	0,202	0,754	0,419	0,633	0,705	0,400	0,246	0,216	0,294	0,231	0,246	0,294
12	0,202	0,633	0,419	0,633	0,565	0,363	0,231	0,216	0,277	0,231	0,246	0,294
13	0,202	0,565	0,419	1,40	0,521	0,345	0,231	0,202	0,262	0,231	0,339	0,294
14	0,202	0,500	0,419	1,26	0,521	0,345	0,231	0,202	0,246	0,231	0,509	0,294
15	0,216	0,459	0,400	0,941	0,538	0,345	0,328	0,295	0,246	0,231	0,328	0,277
16	0,262	0,459	0,382	0,832	0,633	0,345	0,311	0,291	0,328	0,216	0,294	0,277
17	0,262	0,459	0,382	0,832	0,565	0,564	0,277	0,907	0,262	0,216	0,277	0,262
18	0,231	0,610	0,569	0,780	0,543	0,459	0,246	0,363	0,231	0,216	0,294	0,262
19	0,231	0,345	0,780	1,00	0,500	0,363	0,231	0,294	0,216	0,216	0,434	0,262
20	0,231	0,459	0,610	1,64	0,500	0,363	0,280	0,688	0,216	0,363	0,575	0,262
21	0,216	0,736	0,656	1,27	0,500	0,363	0,485	0,568	0,216	0,311	0,975	0,262
22	0,216	1,98	0,754	0,941	0,589	0,345	0,294	0,479	0,216	0,277	0,633	0,262
23	0,202	3,43	1,26	0,832	0,633	0,328	0,277	0,521	0,216	0,294	0,479	0,262
24	0,216	2,44	1,09	0,780	0,521	0,328	0,246	0,479	0,216	0,363	0,400	0,246
25	0,246	1,34	0,913	0,729	0,521	0,294	0,345	0,400	0,202	0,294	0,363	0,246
26	0,262	0,998	0,780	0,729	0,479	0,294	0,262	0,345	0,202	0,277	0,328	0,246
27	0,447	0,806	0,754	0,680	0,479	0,277	0,262	0,328	0,202	0,262	0,311	0,246
28	0,439	0,680	0,656	0,680	0,439	0,416	0,246	0,262	0,202	0,262	0,311	0,231
29	0,328		0,589	0,680	0,400	0,400	0,231	0,277	0,202	0,262	0,294	0,231
30	0,328		0,543	0,656	0,400	0,363	0,216	0,400	0,342	0,262	0,363	0,231
31	0,400		0,589		0,400		0,256	0,311		0,246		0,231
Monatsmittel m ³ /s												
	0,244	1,03	0,588	0,826	0,559	0,384	0,275	0,328	0,252	0,276	0,346	0,282
Maximum (Spitze) m ³ /s												
Tag	0,680	4,52	1,44	1,96	0,913	1,15	0,705	1,51	0,705	0,500	1,34	0,382
	27.	23.	23.	20.	1.	17.	21.	17.	30.	20.	21.	7.
Mittlere Jahresabflußmenge 0,445 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,730	0,710	0,970	1,02	0,885	0,410	0,550	0,390	0,550	0,300	0,285	0,370
2	0,710	0,730	0,970	1,02	0,780	0,490	0,530	0,470	0,550	0,285	0,285	0,350
3	0,635	0,730	1,04	0,940	0,730	0,530	0,530	0,450	0,949	0,300	0,270	0,350
4	0,610	0,730	1,02	0,910	0,810	0,610	0,510	0,450	0,635	0,300	0,270	0,570
5	0,590	0,710	0,995	0,885	0,730	0,660	0,570	0,450	0,685	0,300	0,370	0,490
6	0,550	0,685	0,940	0,885	0,660	0,660	0,530	0,430	0,660	0,300	0,315	0,410
7	0,590	0,660	0,885	0,860	0,860	0,750	0,530	0,430	0,590	0,300	0,315	0,390
8	0,610	0,660	0,885	0,910	0,710	0,530	0,570	0,370	0,490	0,300	0,300	0,350
9	0,610	0,610	0,970	0,940	0,660	0,550	0,550	0,330	0,510	0,300	0,315	0,330
10	0,590	0,635	1,07	0,940	0,590	0,530	0,635	0,315	0,470	0,300	0,315	0,315
11	0,570	0,660	1,12	0,970	0,570	0,530	0,610	0,300	0,430	0,300	0,300	0,315
12	0,550	0,710	1,28	0,995	0,610	0,470	0,710	0,315	0,390	0,300	0,522	0,315
13	0,610	0,685	1,20	0,995	0,590	0,450	0,570	0,570	0,370	0,300	0,470	0,330
14	0,635	0,660	1,70	1,04	0,570	0,430	0,570	0,430	0,350	0,315	0,550	0,330
15	0,685	0,660	1,50	1,20	0,490	0,390	0,590	0,470	0,390	0,315	0,410	0,350
16	0,685	0,660	1,22	1,12	0,570	0,390	0,550	0,490	0,370	0,315	0,350	0,410
17	0,635	0,660	1,14	1,10	0,510	0,470	0,510	0,490	0,370	0,315	0,410	0,390
18	0,660	0,660	1,17	1,04	0,510	0,710	0,490	0,450	0,430	0,300	0,410	0,440
19	0,780	0,660	1,14	1,04	0,530	1,36	0,470	0,430	0,370	0,315	0,390	0,884
20	0,780	0,780	1,07	0,970	0,530	0,685	0,450	0,470	0,315	0,315	0,370	0,510
21	0,750	0,710	1,02	0,995	0,510	0,530	0,450	0,710	0,300	0,315	0,370	0,450
22	0,710	0,635	0,910	1,30	0,510	0,510	0,470	0,510	0,315	0,315	0,370	0,410
23	0,780	0,635	0,995	1,53	0,470	0,570	0,430	0,550	0,300	0,315	0,350	0,410
24	0,810	1,07	1,14	1,14	0,430	0,970	0,470	1,03	0,315	0,315	0,470	0,370
25	0,835	1,36	1,17	1,04	0,410	0,810	0,490	0,860	0,315	0,315	0,450	0,370
26	0,730	1,25	1,12	0,940	0,490	1,28	0,430	0,750	0,300	0,315	0,430	0,370
27	0,730	1,17	1,07	1,02	0,490	0,710	0,390	1,30	0,285	0,300	0,410	0,370
28	0,730	1,07	0,995	1,17	0,490	0,750	0,390	0,860	0,270	0,315	0,390	0,350
29	0,910		0,910	1,02	0,470	0,635	0,390	0,730	0,270	0,315	0,490	0,350
30	1,07		0,885	0,940	0,490	0,590	0,350	0,590	0,315	0,300	0,410	0,330
31	0,910		0,995		0,470		0,350	0,550		0,285		0,330
Monatsmittel m ³ /s												
	0,702	0,770	1,080	1,029	0,585	0,632	0,504	0,546	0,429	0,306	0,379	0,397
Maximum (Spitze) m ³ /s												
	1,20	1,79	2,28	2,22	1,56	2,15	1,04	2,78	3,57	0,780	1,17	1,56
Tag	30.	24.	14.	22.	7.	26.	25.	24.	3.	15.	12.	19.
Mittlere Jahresflußmenge 0,612 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,315	0,550	0,995	0,910	1,07	0,610	0,660	0,300	0,450	0,470	0,390	0,530
2	0,300	0,530	0,970	0,910	0,970	0,660	0,590	0,285	0,450	0,610	0,370	0,510
3	0,300	3,96	0,970	0,940	1,02	0,660	0,570	0,300	0,450	0,550	0,370	0,550
4	0,300	3,68	0,940	0,995	0,970	0,685	0,510	0,315	0,430	0,490	0,370	0,750
5	0,390	2,89	0,885	0,995	0,940	0,750	0,470	0,315	0,410	0,510	0,370	0,635
6	0,330	1,63	0,780	1,02	0,860	0,635	0,490	0,300	0,370	0,510	0,350	0,510
7	0,315	1,20	0,730	1,74	0,750	0,610	0,490	0,315	0,390	0,470	0,350	0,660
8	0,330	1,84	0,730	2,03	0,780	0,780	0,450	0,315	0,410	0,470	0,410	0,635
9	0,315	1,87	0,730	2,06	0,660	0,710	0,430	0,285	0,410	0,450	0,350	0,570
10	0,300	1,73	0,750	1,47	0,780	0,730	0,390	0,285	0,410	0,430	0,350	0,550
11	0,285	1,33	0,750	1,20	0,940	0,730	0,370	0,300	0,470	0,430	0,350	0,530
12	0,285	1,12	0,750	1,17	0,860	0,730	0,370	0,285	0,430	0,390	0,350	0,490
13	0,285	1,17	0,750	1,44	0,885	0,635	0,370	0,300	0,390	0,390	0,470	0,490
14	0,285	1,02	0,710	1,17	0,835	0,635	0,350	0,924	0,390	0,390	0,780	0,490
15	0,300	0,835	0,685	1,12	0,780	0,660	0,530	0,625	0,410	0,390	0,490	0,450
16	0,390	0,810	0,730	1,02	0,885	0,660	0,410	0,490	0,450	0,390	0,470	0,450
17	0,350	0,810	0,835	0,885	0,835	0,872	0,430	2,04	0,470	0,370	0,490	0,450
18	0,330	0,810	1,38	0,835	0,780	0,710	0,370	0,550	0,430	0,350	0,490	0,430
19	0,330	0,810	1,79	1,02	0,780	0,927	0,330	0,530	0,410	0,350	0,852	0,430
20	0,330	1,08	1,38	1,94	0,780	0,685	0,410	2,52	0,410	0,635	0,860	0,410
21	0,315	1,64	1,36	1,44	0,780	0,610	0,490	1,04	0,430	0,490	1,83	0,410
22	0,315	4,10	1,22	1,14	0,835	0,590	0,390	0,635	0,450	0,450	0,970	0,410
23	0,315	4,71	1,90	1,04	0,710	0,570	0,390	0,690	0,450	0,550	0,750	0,410
24	0,315	3,17	1,44	0,970	0,660	0,550	0,431	0,570	0,470	0,550	0,685	0,390
25	0,330	2,06	1,17	0,835	0,685	0,550	0,350	0,530	0,470	0,430	0,610	0,330
26	0,410	1,50	1,02	0,835	0,710	0,530	0,285	0,490	0,470	0,450	0,570	0,330
27	0,798	1,33	0,940	0,835	0,710	0,638	0,285	0,450	0,450	0,430	0,550	0,330
28	0,730	1,12	0,810	0,860	0,710	0,758	0,270	0,450	0,470	0,410	0,530	0,350
29	0,590		0,750	0,810	0,685	0,660	0,285	0,450	0,490	0,390	0,510	0,350
30	0,570		0,750	0,780	0,660	0,730	0,270	0,470	0,789	0,390	0,635	0,370
31	0,610		0,860		0,590		0,285	0,450		0,390		0,390
Monatsmittel m ³ /s												
	0,376	1,761	0,982	1,147	0,803	0,675	0,410	0,574	0,446	0,451	0,564	0,471
Maximum (Spitze) m ³ /s												
	1,44	7,25	2,62	3,27	1,30	1,91	1,50	6,08	2,09	1,12	3,31	0,910
Tag	27.	3.	23.	7.	1.	17.	24.	20.	30.	23.	21.	4.
Mittlere Jahresabflußmenge 0,713 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,374	0,374	0,427	0,466	0,553	0,530	0,374	0,299	0,327	0,263	0,242	0,286
2	0,374	0,357	0,427	0,446	0,508	0,530	0,374	0,286	0,327	0,274	0,242	0,274
3	0,357	0,342	0,446	0,427	0,487	0,553	0,374	0,312	0,732	0,263	0,242	0,274
4	0,357	0,327	0,446	0,427	0,530	0,601	0,342	0,286	0,374	0,263	0,242	0,312
5	0,357	0,312	0,446	0,427	0,508	0,678	0,389	0,286	0,312	0,263	0,263	0,299
6	0,357	0,312	0,427	0,427	0,487	0,678	0,342	0,274	0,299	0,263	0,252	0,274
7	0,342	0,312	0,427	0,408	0,601	0,733	0,327	0,274	0,286	0,263	0,263	0,263
8	0,342	0,357	0,391	0,408	0,530	0,601	0,374	0,286	0,274	0,263	0,263	0,263
9	0,342	0,357	0,391	0,408	0,553	0,553	0,357	0,286	0,274	0,263	0,263	0,252
10	0,342	0,342	0,408	0,408	0,530	0,530	0,457	0,274	0,263	0,263	0,263	0,252
11	0,342	0,357	0,446	0,427	0,508	0,508	0,408	0,286	0,263	0,263	0,242	0,263
12	0,342	0,374	0,553	0,446	0,487	0,508	0,539	0,312	0,263	0,263	0,393	0,263
13	0,357	0,357	0,577	0,446	0,466	0,508	0,391	0,324	0,263	0,252	0,327	0,274
14	0,357	0,357	0,636	0,446	0,487	0,530	0,374	0,341	0,263	0,252	0,382	0,274
15	0,357	0,342	0,553	0,487	0,487	0,508	0,357	0,422	0,263	0,252	0,312	0,286
16	0,357	0,342	0,466	0,508	0,508	0,739	0,357	0,374	0,263	0,252	0,299	0,286
17	0,342	0,342	0,427	0,530	0,508	0,530	0,342	0,357	0,263	0,252	0,312	0,286
18	0,408	0,327	0,408	0,466	0,487	0,636	0,342	0,342	0,274	0,252	0,299	0,460
19	0,466	0,327	0,408	0,446	0,487	1,02	0,342	0,312	0,274	0,252	0,299	0,407
20	0,408	0,374	0,391	0,427	0,487	0,487	0,327	0,342	0,274	0,252	0,299	0,342
21	0,391	0,357	0,408	0,408	0,466	0,408	0,327	0,554	0,263	0,242	0,299	0,327
22	0,374	0,357	0,446	0,601	0,466	0,391	0,327	0,342	0,263	0,242	0,286	0,312
23	0,408	0,357	0,487	0,705	0,466	0,374	0,312	0,327	0,263	0,242	0,274	0,299
24	0,446	0,466	0,530	0,577	0,487	0,505	0,312	0,542	0,263	0,242	0,312	0,299
25	0,408	0,530	0,508	0,553	0,487	0,508	0,342	0,427	0,263	0,242	0,299	0,299
26	0,357	0,466	0,487	0,553	0,553	0,694	0,312	0,374	0,263	0,242	0,286	0,286
27	0,327	0,446	0,487	0,601	0,508	0,446	0,312	0,540	0,263	0,242	0,286	0,274
28	0,312	0,446	0,487	0,601	0,508	0,446	0,299	0,408	0,263	0,242	0,286	0,274
29	0,391		0,466	0,553	0,508	0,408	0,327	0,374	0,263	0,242	0,312	0,274
30	0,427		0,466	0,553	0,568	0,391	0,312	0,357	0,274	0,242	0,299	0,274
31	0,391		0,446		0,553		0,312	0,342		0,242		0,274
Monatsmittel m ³ /s												
— — — — — — — — — — — —												
Maximum (Spitze) m ³ /s												
Tag	0,466	0,791	0,852	1,20	0,852	3,59	1,12	2,11	5,65	0,274	1,12	0,982
	23./24.	24.	14.	22.	30.	16.	5.	21.	3.	2.	12.	18.
Mittlere Jahresabflußmenge 0,381 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	0,263	0,299	0,626	0,791	0,902	0,466	0,408	0,327	0,342	0,402	0,312	0,342
2	0,263	0,299	0,577	0,762	0,852	0,466	0,408	0,327	0,342	0,357	0,312	0,342
3	0,252	2,32	0,553	0,733	0,821	0,446	0,391	8,312	0,342	0,455	0,299	0,357
4	0,242	2,90	0,530	0,705	0,678	0,446	0,374	0,312	0,327	0,408	0,286	0,408
5	0,252	2,28	0,487	0,678	0,601	0,487	0,374	0,312	0,312	0,357	0,286	0,391
6	0,252	8,954	0,508	0,652	0,626	0,487	0,357	0,312	0,312	0,342	0,286	0,374
7	0,252	0,626	0,508	0,705	0,626	0,515	0,357	0,312	0,312	0,327	0,299	0,374
8	0,312	0,859	0,487	0,884	0,626	0,533	0,357	0,410	0,312	0,312	0,312	0,374
9	0,263	1,47	0,466	0,982	0,601	0,466	0,357	0,376	0,312	0,312	0,312	0,374
10	0,274	1,02	0,466	0,852	0,626	0,466	0,342	0,327	0,312	0,312	0,312	0,357
11	0,274	0,733	0,466	0,821	0,733	0,446	0,342	0,327	0,353	0,312	0,312	0,342
12	0,274	0,678	0,466	0,884	0,626	0,446	0,342	0,327	0,342	0,312	0,312	0,342
13	0,274	0,626	0,487	1,39	0,577	0,446	0,327	0,312	0,327	0,312	0,374	0,342
14	0,274	0,577	0,487	1,02	0,577	0,446	0,327	0,312	0,312	0,312	0,638	0,342
15	0,274	0,487	0,466	0,852	0,661	0,427	0,412	0,378	0,312	0,312	0,374	0,327
16	0,286	0,446	0,487	0,791	0,733	0,427	0,438	0,600	0,342	0,312	0,342	0,327
17	0,299	0,408	0,530	0,791	0,678	0,649	0,374	1,84	0,312	0,299	0,342	0,327
18	0,299	0,391	0,815	0,733	0,601	0,610	0,342	0,427	0,299	0,299	0,342	0,327
19	0,286	0,374	0,821	0,985	0,553	0,639	0,327	0,357	0,299	0,299	0,374	0,312
20	0,274	0,499	0,678	1,51	0,530	0,508	0,407	1,00	0,299	0,485	0,495	0,312
21	0,274	0,701	0,702	0,916	0,530	0,446	0,692	0,652	0,299	0,357	0,878	0,299
22	0,274	2,22	0,861	0,852	0,678	0,456	0,408	0,427	0,299	0,312	0,577	0,299
23	0,263	3,14	1,54	0,791	0,678	0,472	0,374	0,607	0,299	0,449	0,427	0,299
24	0,263	1,41	1,25	0,791	0,530	0,427	0,424	0,427	0,286	0,408	0,374	0,299
25	0,263	1,05	1,09	0,733	0,487	0,408	0,483	0,374	0,286	0,357	0,357	0,299
26	0,274	0,852	0,982	0,705	0,466	0,408	0,357	0,357	0,286	0,327	0,342	0,299
27	0,355	0,733	0,852	0,626	0,446	0,408	0,342	0,342	0,286	0,312	0,342	0,286
28	0,342	0,678	0,762	0,762	0,446	0,480	0,327	0,342	0,286	0,312	0,342	0,286
29	0,327		0,678	0,733	0,466	0,446	0,327	0,357	0,286	0,312	0,327	0,286
30	0,327		0,678	0,678	0,577	0,427	0,312	0,374	0,472	0,312	0,394	0,299
31	0,342		0,762		0,487		0,327	0,357		0,312		0,299
Monatsmittel m ³ /s												
	0,282	1,037	0,680	0,837	0,614	0,473	0,378	0,446	0,317	0,342	0,376	0,330
Maximum (Spitze) m ³ /s												
Tag	0,508	7,89	2,44	2,62	1,67	2,16	1,81	10,14	1,28	0,884	2,62	0,553
	27.	23.	23.	19.	15.	17.	21.	17.	30.	23.	21.	5.
Mittlere Jahresabflußmenge 0,505 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m ³ /s											
1	2,04	2,38	2,38	2,04	2,66	2,59	2,24	2,52	1,78	0,880	1,05	1,17
2	1,98	2,24	2,38	2,04	2,45	2,59	2,10	2,78	1,78	0,880	1,05	1,11
3	1,91	1,91	2,38	1,98	2,38	2,59	2,10	2,66	3,26	0,830	1,05	1,11
4	1,84	1,54	2,31	1,91	2,72	2,59	2,04	2,72	2,57	0,780	1,05	1,66
5	1,84	1,54	2,24	1,91	2,59	2,59	2,10	2,78	1,60	0,780	1,23	1,29
6	1,78	1,84	2,10	1,91	2,59	2,66	2,04	2,85	1,48	0,780	1,05	1,17
7	1,78	1,48	1,98	1,91	2,92	2,72	2,10	2,85	1,23	0,780	1,17	1,11
8	1,72	2,10	1,91	1,98	2,78	2,52	2,24	2,85	1,46	0,830	1,23	1,11
9	1,72	1,91	1,91	2,04	2,72	2,45	2,24	2,78	1,23	0,830	1,17	1,05
10	1,66	1,54	1,91	1,98	2,59	2,52	2,45	2,85	1,17	0,830	1,17	1,05
11	1,54	1,36	1,91	1,91	2,59	2,52	2,24	2,98	1,11	0,880	1,05	0,990
12	1,54	1,48	2,10	1,84	2,45	2,52	2,38	2,98	1,05	0,880	1,71	0,990
13	1,54	1,66	2,17	2,04	2,52	2,52	2,04	3,56	1,05	0,880	1,29	1,05
14	1,60	1,42	2,98	1,98	2,59	2,31	2,04	3,05	1,05	0,880	1,36	0,990
15	1,72	1,54	3,05	2,24	2,52	2,31	2,04	3,33	1,17	0,930	1,11	1,23
16	1,66	1,60	2,52	2,24	2,72	2,38	1,98	2,98	1,05	0,930	0,990	1,23
17	1,48	1,60	2,45	2,24	2,52	2,45	2,04	2,92	0,990	0,930	1,23	1,17
18	1,72	1,60	2,38	2,10	2,52	3,04	2,04	2,92	1,11	0,930	1,29	2,38
19	2,10	1,60	2,31	2,04	2,52	3,12	2,04	2,85	0,990	0,930	1,17	1,78
20	2,17	1,60	2,17	1,98	2,52	2,31	2,04	2,59	0,930	0,930	1,05	1,48
21	2,38	1,66	2,10	1,98	2,59	2,17	2,10	2,88	0,930	0,930	1,05	1,23
22	2,52	1,84	2,10	2,85	2,59	2,04	2,17	1,91	0,880	0,930	0,990	1,17
23	5,52	1,78	2,17	3,40	2,59	2,17	2,17	1,98	0,880	0,930	0,990	1,11
24	2,45	2,31	2,38	2,92	2,59	3,19	2,24	2,45	0,830	0,930	1,48	1,11
25	2,45	3,40	2,38	2,66	2,59	2,78	2,72	2,17	0,830	0,930	1,36	1,05
26	2,38	3,05	2,31	2,52	2,72	3,47	2,75	2,04	0,880	0,930	1,29	1,05
27	2,31	2,85	2,24	2,78	2,59	2,66	2,38	2,66	0,880	0,930	1,17	1,05
28	2,31	2,59	2,17	3,19	2,66	2,72	2,45	1,98	0,880	0,990	1,17	0,990
29	2,38		2,10	2,72	2,66	2,38	2,45	1,91	0,880	0,990	1,54	0,930
30	2,38		1,98	2,66	2,66	2,17	2,52	1,84	1,11	0,990	1,29	0,930
31	2,31		2,04		2,59		2,52	1,78		0,990		0,930
Monatsmittel m ³ /s												
	1,99	1,91	2,24	2,27	2,60	2,57	2,22	2,68	1,23	0,897	1,19	1,18
Maximum (Spitze) m ³ /s												
	2,72	3,61	3,54	4,89	3,75	6,60	5,93	5,13	10,16	1,78	3,90	4,89
Tag	25./30.	25.	14./15.	22.	2.	18.	26.	13.	3.	29.	12.	18.
Mittlere Jahresabflußmenge 1,910 m ³ /s												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tag	Tagesmittel in m³/s											
1	0,930	1,66	2,92	2,52	2,78	1,91	1,66	1,29	1,72	1,66	1,48	1,54
2	0,930	1,60	2,78	2,59	2,78	1,84	1,66	1,29	1,66	1,48	1,42	1,48
3	0,930	11,54	2,66	2,59	2,72	1,78	1,60	1,36	1,66	1,72	1,42	1,48
4	0,930	8,16	2,45	2,72	2,66	1,78	1,60	1,36	1,60	1,54	1,42	1,60
5	1,17	6,10	2,38	2,78	2,59	1,98	1,48	1,36	1,54	1,48	1,48	1,54
6	1,05	4,42	2,24	2,72	2,59	1,84	1,48	1,36	1,54	1,48	1,48	1,42
7	0,930	3,54	2,24	3,47	2,45	1,78	1,48	1,23	1,54	1,48	1,42	1,66
8	0,990	4,50	2,17	4,05	2,38	1,78	1,42	1,29	1,54	1,54	1,48	1,54
9	1,05	4,73	2,10	4,57	2,31	1,78	1,42	1,29	1,54	1,60	1,42	1,54
10	1,05	4,73	2,04	3,82	2,45	1,78	1,36	1,29	1,48	1,54	1,54	1,48
11	0,930	3,82	1,98	3,47	2,92	1,78	1,29	1,29	1,60	1,54	1,42	1,42
12	0,930	3,12	1,91	3,26	2,66	1,72	1,23	1,29	1,48	1,54	1,48	1,29
13	0,930	3,12	1,84	3,75	2,59	1,60	1,29	1,29	1,48	1,60	1,66	1,29
14	0,930	2,72	1,84	2,47	2,52	1,54	1,11	1,79	1,48	1,60	2,31	1,29
15	0,930	2,66	1,84	3,26	2,52	1,60	1,54	1,92	1,42	1,60	1,72	1,29
16	1,23	2,66	1,84	3,12	2,78	1,60	1,23	1,67	1,54	1,54	1,60	1,29
17	1,29	2,66	1,91	2,85	2,92	2,08	1,48	2,92	1,42	1,54	1,60	1,17
18	1,17	2,66	3,15	2,66	2,72	1,84	1,42	1,66	1,42	1,48	1,78	1,17
19	1,11	2,66	3,90	2,85	2,66	1,78	1,36	1,60	1,42	1,54	2,55	1,23
20	1,11	2,97	3,12	3,82	2,52	1,91	1,54	3,63	1,42	2,24	2,38	1,17
21	1,11	4,80	2,92	3,47	2,45	1,78	1,98	2,38	1,42	1,60	3,63	1,23
22	1,17	10,51	2,78	3,05	2,59	1,84	1,48	1,91	1,48	1,66	2,38	1,17
23	1,17	10,40	3,68	2,85	2,59	1,78	1,42	2,04	1,48	1,72	2,04	1,17
24	1,24	8,85	3,26	2,72	2,31	1,78	1,42	1,98	1,48	1,72	1,91	1,11
25	1,42	5,37	2,98	2,52	2,17	1,66	1,54	1,78	1,48	1,60	1,84	1,05
26	1,60	4,42	2,85	2,59	2,10	1,66	1,36	1,66	1,48	1,54	1,72	1,05
27	2,80	3,68	2,59	2,52	2,04	1,72	1,36	1,60	1,42	1,60	1,60	1,05
28	2,10	3,26	2,45	2,52	1,98	2,22	1,42	1,60	1,48	1,54	1,54	1,05
29	1,84		2,31	2,52	1,98	1,84	1,42	1,60	1,48	1,54	1,48	1,05
30	1,72		2,17	2,38	2,10	1,78	1,42	2,02	1,99	1,48	1,72	1,05
31	1,84		2,31		1,91		1,36	1,84		1,48		1,05
Monatsmittel m³/s												
	1,24	4,69	2,50	3,05	2,48	1,79	1,45	1,70	1,52	1,59	1,76	1,29
Maximum (Spitze) m³/s												
Tag	4,20	18,03	5,05	5,53	4,13	4,13	3,40	6,01	3,82	2,98	5,45	2,10
	27.	3.	18.	9.	16.	17.	21.	20.	30.	20.	21.	7.
Mittlere Jahresabflußmenge 2,067 m³/s												

werden). Enthalten sind – immer in m^3/s – die täglichen Mittel, die Monatsmittel und der absolute Spitzenwert eines jeden Monats sowie die mittlere Jahresabflußmenge. Die untenstehende Tabelle soll einen zusammenfassenden Überblick vermitteln:

	Mittlere Jahresabflußmenge in m^3/sec		Spitze der Jahre 1969/70	
	1969	1970	m^3/sec	Tag
Limpach	1,337	2,098	29,12*	23. 2. 1970
Luterbach	0,331	0,445	4,52	23. 2. 1970
Oesch	0,612	0,713	7,25	3. 2. 1970
Rüegsbach	0,381	0,505	10,14	17. 8. 1970
Urtenen	1,910	2,067	18,03	3. 2. 1970

Aus rein wissenschaftlichem Interesse habe ich schließlich bei allen Stationen noch die Dauerkurven ermittelt. Da bei unserer Station in Burgdorf die Periode der lückenlos vorhandenen Zahlenwerte noch zu kurz ist, wurde die Station Gerlafingen für die Jahre 1965 bis 1969 analysiert und schließlich nebst den Jahresdauerkurven noch diejenige der Periode 1965–1969 (Figur 18) gezeichnet. Bei den übrigen Stationen kamen die Jahre 1969 und 1970 zur Darstellung (Figur 19). Die Klasseneinteilung bei den Tabellen der Häufigkeitsverteilung wurde so angeordnet, daß eine möglichst gute Streuung bzw. Verteilung resultierte. Dieses Zahlenmaterial kann beim Verfasser eingesehen werden. Es schien mir verfrüht, für die beiden Jahre 1969 und 1970 eine Durchschnittsdauerkurve zu zeichnen, die Beobachtungen müssen zu diesem Zweck noch mindestens zwei bis drei Jahre fortgesetzt werden.

2.4 VERSCHIEDENE ABFLUSSMESSUNGEN

Einzelne und einmalige Abflußmessungen wurden an folgenden Stellen vorgenommen:

Dorfbach Lyssach bei Punkt 513.9 am 9. März 1971. Die Abflußmenge betrug $0,032 \text{ m}^3/\text{s}$ oder 1920 l/min. Die geringe Menge ist auf den trockenen Winter zurückzuführen.

Chrouththalbach/Luterbach vor dem Zusammenfluß bei Punkt 557 am 1. Dezember 1971. Hier interessierte speziell das Verhältnis des Wasserzuflusses aus den beiden Tälern. Gemessen wurden:

* Dieser Wert muß mit Vorsicht weiterverwendet werden, da nicht ermittelt werden konnte, bei welchem Hochwasser im Februar des Jahres 1970 die Flußsohle vertieft wurde!

Chrouchthalbach	0,116 m ³ /s
Luterbach	0,134 m ³ /s
Total	0,250 m ³ /s

Bei einer allfälligen Weiterverwendung dieser Zahlen muß berücksichtigt werden, daß die Stadt Burgdorf im Gebiet Tannen (Luterbach) ergiebige Quellfassungen besitzt, wodurch natürlich obige Resultate beeinflußt werden.

Dorfbach Oberburg (614.870/208.880) kurz vor dem Zusammenfluß mit dem «Mühlekanal». Der Bach bringt hier das Wasser des Biembachs, einen Teil des Biglenbaches sowie einen Teil des Wassers aus dem «Kanal der Tentawerke» in Hasle-Rüegsau. Am 17. November 1971 wurden hier 0,391 m³/s gemessen.

Mühlekanal Oberburg (614.870/208.930) kurz vor der Mühle Oberburg. Dieser Messung kommt große Bedeutung zu, da der Kanal *vor* unserer Limnigraphenstation an der Emme abgeleitet wird. Die Wasserführung ist aber konstant und betrug am 17. November 1971 0,799 m³/s. Zu den Abflußmengen der Station «Emme Burgdorf» müssen also rund 0,8 m³/s addiert werden.

2.5 WASSERUNTERSUCHUNGEN, TEMPERATUREN

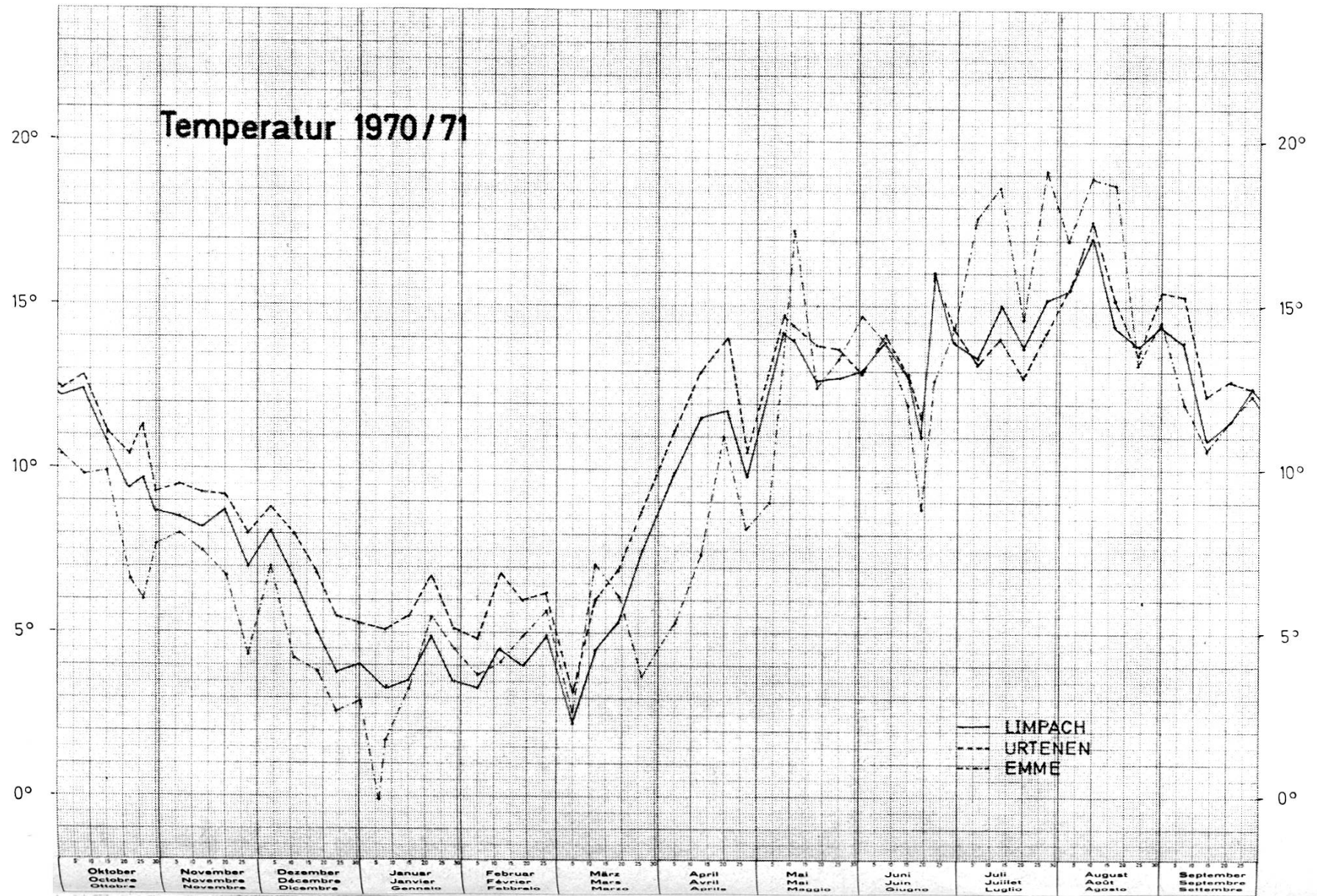
Auf bakteriologische und chemische Untersuchungen wurde bewußt verzichtet, da das WEA in Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Labor verschiedene Arbeitsgebiete miteinander im Rahmen eines Gesamtprogramms untersuchen wird. Ich habe in Zusammenarbeit mit dem durch das WEA beauftragten Geologen (Dr. C. NIGGLI) die Probeentnahmestellen festgelegt.

Hingegen kontrollierte ich während der Dauer eines Jahres wöchentlich die Temperaturen bei den Limnigraphenstationen. Die Werte sind in Tafel 15 zusammengestellt. Ferner sei auf die graphische Darstellung der Temperaturen von Emme, Urtenen und Limpach in Figur 20 verwiesen.

Die untenstehende Tabelle zeigt die maximalen und die minimalen Werte der einzelnen Meßstellen, wobei zu bedenken bleibt, daß es sich um wöchentliche Messungen und nicht um Werte einer fortlaufenden Registratur handelt.

Ort	Maximum	Datum	Minimum	Datum	Amplitude
Emme	19,1	27. 7. 1971	1,7	8. 1. 1971	17,4
Limpach	17,1	10. 8. 1971	2,2	5. 3. 1971	14,9
Luterbach	19,7	13. 7. 1971	-0,1	5. 3. 1971	19,8
Oesch	18,9	23. 6. 1971	0,2	5. 3. 1971	18,7
Rüegsbach	17,0	17. 8. 1971	-0,1	5. 3. 1971	17,1
Urtenen	17,6	10. 8. 1971	3,2	5. 3. 1971	14,4

Figur 20



Tafel 15

Wassertemperaturen (in ° Celsius)

	Emme	Limpach	Luterbach	Oesch	Rüegsbach	Urtenen
14. 8. 1970	15,5	15,8	17,0	15,5	15,5	14,6
21. 8. 1970	12,0	14,9	13,4	14,0	13,1	14,0
28. 8. 1970	15,6	14,4	17,0	15,9	15,6	14,5
4. 9. 1970	15,2	13,5	16,4	14,8	14,7	14,1
11. 9. 1970	13,2	14,0	14,0	14,2	13,5	13,6
18. 9. 1970	13,3	11,5	13,8	11,8	12,9	12,0
24. 9. 1970	9,5	13,4	11,5	10,3	10,1	13,5
1. 10. 1970	10,4	12,2	11,0	11,2	10,9	12,4
8. 10. 1970	9,8	12,4	11,7	10,8	10,7	12,8
15. 10. 1970	9,9	10,8	9,8	10,7	10,2	11,1
22. 10. 1970	6,6	9,4	7,6	7,8	8,2	10,4
26. 10. 1970	6,0	9,7	8,6	10,0	7,0	11,3
30. 10. 1970	7,7	8,7	7,5	8,1	9,0	9,3
6. 11. 1970	8,0	8,5	8,3	8,7	9,0	9,5
13. 11. 1970	7,5	8,2	8,0	8,2	8,5	9,3
20. 11. 1970	6,7	8,7	8,1	8,7	8,2	9,2
27. 11. 1970	4,3	7,0	5,0	6,1	5,5	8,0
4. 12. 1970	7,0	8,1	8,0	8,2	8,3	8,8
11. 12. 1970	4,2	6,5	4,6	5,6	5,1	8,0
18. 12. 1970	3,8	5,0	3,1	4,1	4,7	6,8
24. 12. 1970	2,6	3,8	0,2	2,6	2,4	5,5
31. 12. 1970	2,9	4,0	1,2	3,0	2,5	5,3
8. 1. 1971	1,7	3,3	0,1	1,6	2,6	5,1
15. 1. 1971	3,3	3,5	1,2	2,5	3,1	5,5
22. 1. 1971	5,5	4,9	2,7	4,3	4,4	6,7
29. 1. 1971	4,5	3,5	3,4	3,8	4,8	5,1
5. 2. 1971	3,7	3,3	2,3	2,7	3,3	4,8
12. 2. 1971	4,1	4,5	3,1	3,1	4,2	6,8
19. 2. 1971	4,9	4,0	3,4	4,0	4,3	6,0
26. 2. 1971	5,7	4,9	4,5	4,0	5,1	6,2
5. 3. 1971	2,6	2,2	-0,1	0,2	-0,1	3,2
12. 3. 1971	7,1	4,5	4,2	3,6	5,2	6,0
19. 3. 1971	6,1	5,3	5,0	5,3	4,6	6,9
26. 3. 1971	3,7	7,5	3,5	7,0	4,5	8,7
5. 4. 1971	5,3	9,9	4,8	11,8	5,4	11,2
13. 4. 1971	7,4	11,6	6,5	13,4	7,7	13,0
20. 4. 1971	11,0	11,8*	10,2	14,9	11,2	14,0*
27. 4. 1971	8,2	9,8	8,1	9,5	7,9	10,5
4. 5. 1971	9,0	14,2**	8,6	15,8**	8,8	14,7**

* Messung am 21. April 1971 durchgeführt.

** Messung am 8. Mai 1971 durchgeführt.

	Emme	Limpach	Luterbach	Oesch	Rüegsbach	Urtenen
11. 5. 1971	17,3	14,0	17,5	16,5	15,1	14,4
18. 5. 1971	12,5	12,7	12,2	9,7	11,7	13,8
25. 5. 1971	13,4	12,8	14,0	14,9	13,3	13,7
1. 6. 1971	14,7	13,0	14,2	14,9	13,7	12,9
8. 6. 1971	13,9	13,9	15,5	14,7	13,5	14,1
15. 6. 1971	12,0	12,8	12,7	12,8	12,4	12,9
19. 6. 1971	8,8	11,0	9,8	10,9	9,6	11,6
23. 6. 1971	12,7	16,0	12,6	18,9	12,0	15,9
29. 6. 1971	14,3	13,9	15,7	16,8	13,5	14,3
6. 7. 1971	17,7	13,4	18,2	13,1	16,0	13,2
13. 7. 1971	18,6	15,0	19,7	17,2	16,8	14,0
20. 7. 1971	14,6	13,7	15,6	14,8	13,7	12,8
27. 7. 1971	19,1	15,2	18,0	17,3	16,3	14,2
3. 8. 1971	17,0	15,5	17,4	17,8	15,2	15,5
10. 8. 1971	18,9	17,1	18,8	18,1	16,7	17,6
17. 8. 1971	18,7	14,4	19,3	14,6	17,0	15,2
24. 8. 1971	13,2	13,8	13,8	13,3	13,0	13,5
31. 8. 1971	14,5	14,4	15,0	16,0	14,2	15,4
7. 9. 1971	12,0	13,9	11,0	16,2	11,4	15,3
14. 9. 1971	10,6	10,9	9,6	11,7	10,3	12,3
21. 9. 1971	11,5	11,5	9,8	11,5	10,4	12,7
28. 9. 1971	12,3	12,5	11,7	12,4	11,5	12,5
5. 10. 1971	10,5	11,5	10,5	11,0	10,5	11,6

2.6 DIE EMME UND IHRE UFER

Friedlich fließt sie heute meist zu Tal, speist manchen Kanal und betreibt viele kleinere Turbinen. Kinder tummeln sich in ihrem Flußbett; mancher Freizeitfischer verbringt unzählige Stunden am ruhig dahingleitenden Fluß. Auch wenn sich heute im Flußbett 100 und mehr Kubikmeter pro Sekunde zu Tal wälzen, nimmt man kaum mehr Notiz davon. Nach jahrhundertelangem Kampf scheint es gelungen zu sein, den «Eggiwil-Fuhrmann» in geordnete Bahnen zu lenken und die früher so zahlreichen Überschwemmungen in der Talschaft zu verhindern. Doch es war ein langer Kampf, welcher, wie wir sehen werden, noch heute weitergeführt werden muß, um neue Katastrophen zu verhindern. Wenn wir nach Gründen dieser Hochwasser suchen wollen, genügt eigentlich bereits ein Blick auf die Karte, wo wir feststellen können, daß der Fluß vom Quellgebiet am Briener Rothorn bis zur Vereinigung mit der Aare unterhalb Solothurn keinen See und damit kein Ausgleichsbecken aufweist. Ein weiterer Grund dürfte aber auch darin zu suchen sein, daß das ursprünglich mit Wald sehr gut dotierte Emmental stark übernutzt wurde (vgl. Abschnitt: Emmental als Holzlieferant für die von Roll'schen Eisenwerke in Gerlafingen) und durch die Flößerei

zudem die Ufer und zum Teil bereits vorhandene Schwellen beschädigt wurden.

Statistische Erfassung der Hochwasser

Die ältesten Berichte von Überschwemmungen reichen ins 14. und 15. Jahrhundert zurück. Eng verknüpft mit diesen Berichten scheint mir aber die Besiedlung des Tales zu sein, da die Überschwemmungen erst dann registriert werden, wenn Kulturland oder Häuser beschädigt werden. Laut Pfarrer WALTER JOSS und J. U. HUBSCHMIED (Heimatbuch des Amtes Burgdorf, Bd. 2, S. 1 ff., bzw. S. 711 ff.) wurde die Talsohle schon in keltischer und gallo-römischer Zeit teilweise besiedelt, wie sowohl Fluß-, Flur- und Ortsnamen als auch frühgeschichtliche Funde beweisen.

Verständlicherweise wurden die fruchtbaren Hänge und sicheren Flußterrassen bevorzugt [15, S. 47]. Durch die ständige Zunahme der Bevölkerung war aber das wertvolle Land bald mit Beschlag belegt, und die Bedeutung der bisher gemiedenen Schachengebiete, die unmittelbar an die Emme stoßen, wuchs nach und nach. Dazu HUBER [20, S. 75]: «Zahlreiche Dokumente aus dem Beginn und besonders auch solche aus der 2. Hälfte des 15. und aus dem 16. Jahrhundert erlauben festzustellen, wie sich die Talbewohner vorerst nur zögernd, dann jedoch in immer höherem Maße in den Schachen vorwagten und in Einschlügen Äcker, Wiesen oder Gärten anlegten.»

Hochwasser im 15. und 16. Jahrhundert

Laut Augsburgerbrief kann nachgewiesen werden, daß das Emmental im 15. Jahrhundert wiederholt unter Hochwasserschäden zu leiden hatte [20, S. 75]. Eine besonders große Überschwemmung muß im Jahre 1466 das Tal heimgesucht haben. Ebenso wird das Jahr 1480 erwähnt. Dazu schreibt GRAF [17, S. 5]: «Im August 1480 suchten Wolkenbrüche vier Tage lang das Bernerland heim; die Wassernot abzuwenden, zog am 6. August der Rat mit Priesterschaft und Sakrament in einem feierlichen Bittgang an den Strand der Aare. Da wird das Emmenthal auch sein Theil abbekommen haben; denn in diesen Jahrzehnten müssen sich allmählig die Verhältnisse an der Emme total zu Ungunsten der Thalbewohner geändert haben.» GRAF erwähnt ferner Hochwasser am 3. Dezember 1570 (infolge einer plötzlich eingetretenen Schneeschmelze), am 17. Mai 1575, 7. August 1577, August 1585 und 23. Juni 1588. Der Vollständigkeit halber seien hier auch die von STÜRLER [31, S. 2] erwähnten Hochwasser von 1499 und 1566 angeführt.

Die Regierung befaßte sich nun ernsthaft mit der Notlage und stellte als Ursache vor allem die maßlose Abholzung der Emmentaler Berge und Schächen fest, so daß bei Wolkenbrüchen und starken Schneeschmelzen das Retentionsvermögen des Einzugsgebietes stark herabgesetzt wurde, was einen praktisch sofortigen Abfluß der Wassermassen zur Folge hatte. Die

Berner Regierung erließ 1592 strenge Bestimmungen, «wonach die Verwüstung von Partikular- wie auch von Gemeindewaldungen, sowie auch die Ausreutung von Allmenden und Gestrüppen, die das notwendige Schwellenmaterial lieferten, untersagt wurde». Allerdings scheint man diese Vorschriften nicht allzugut befolgt zu haben, mußten doch im 17. Jahrhundert neue Verordnungen unter Androhung von Strafe erlassen werden.

Als eine weitere Ursache der Überschwemmungen wurde von der Regierung die Flößerei erwähnt. So wurde im Jahre 1597 die Befahrung der Emme mit Molkenflößen, die schwere Lasten von Butter und Käse trugen, verboten. HUBER [20, S. 85] schreibt dazu in seinem Abschnitt über die Flößerei: «Immerhin scheinen die Behörden mit der Zeit in der Handhabung (obigen Verbotes) lässiger geworden zu sein, so daß die Emmentaler Flößer «rückfällig» wurden, weshalb 1622, 1641, 1650 und 1666 die Verbote erneuert und verschärft werden mußten.» Der Grund zu dieser «Hartnäckigkeit» der Flößer liegt wohl in der Bedeutung der Emme als Verkehrsweg. Außer Käse und Butter sind nämlich noch andere Waren transportiert worden, insbesondere Kälber, Ziegel, Schindeln und «Bohnenstichel»; vor allem aber wurden durch spekulative Händler aus Burgdorf und Solothurn Balken und Bretter im Werte von vielen 1000 Pfund jährlich bis in den Aargau und sogar rheinabwärts bis Basel geflößt, wenn es der hohe Wasserstand im Frühling oder Herbst gestattete.

Die dritte Ursache lag laut Auffassung der Regierung «in der gesteigerten Einzwängung des Stromes durch die Schutzarbeiten der Schachenleute».

Das Emmental als Holzlieferant der Ludwig von Roll'schen Eisenwerke in Gerlafingen

Da, wie bereits oben erwähnt, die Holzlieferungen auf das Abflußgeschehen der Talschaft einen gewaltigen Einfluß ausübten, seien hier einige Zahlenwerte zum betreffenden Thema erwähnt, wie sie HUBER im Burgdorfer Jahrbuch 1941 [20, S. 86] aus verschiedenen Quellen wiedergibt: Der durchschnittliche jährliche Holzverbrauch der Werke belief sich von 1800–1843 auf 14000 Klafter (1 Burgdorfer Holzklafter = 126 Kubik-Fuß = 3,178 m³), in den 50er Jahren sogar auf 40000 Klafter. Da die Solothurner Regierung die Konzession nur unter der Bedingung stellte, daß drei Viertel des gewaltigen Holzbedarfs der Werke außerhalb des Kantons zu beschaffen seien, ist es begreiflich, daß dem Emmental erhöhte Bedeutung zukam. Die Berner Regierung erließ 1816 ein Holzausfuhrverbot. Zu diesem Zeitpunkt besaßen die Werke an der oberen Emme bereits ausgedehnte Waldungen. Das Ausfuhrverbot wurde 1830 bereits wieder gelockert und 1836 ganz aufgehoben, was einen vermehrten Holztransport auf der Emme mit sich brachte. Aus dem Entlebuch und Emmental wurden jährlich 3000 Klafter die Ilfis und die Emme hinabgeflößt und im großen Rechen bei Gerlafingen aufgefangen. Außer 39000 Klaftern an der Saane und 29000 Klaftern in der Klus

und in Choindez lagen 1849 an der Emme 10800 Klafter für die Schmiede Gerlafingen bereit. Hiezu kamen noch 58000 Rassen Holzkohlen (1 Rasse zu 40 kg), denn das Holz, welches seiner Lage wegen nicht geflößt werden konnte, wurde im Walde verkohlt und dann mit Pferd und Wagen in die Werke transportiert. Man versuchte schließlich, die Hochöfen mit Torf zu betreiben, was aber kein gutes Resultat zeigte. Im Laufe der 60er und 70er Jahre stellte das Werk den Betrieb auf Steinkohle und Koks um, da durch den Anschluß der Schweiz an die europäischen Eisenbahnlinien dieser billigere Energieträger herantransportiert werden konnte, sicherlich zum Wohle des Emmentals und des Entlebachs.

Hochwasser im 17. und 18. Jahrhundert

Die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts verlief hinsichtlich Überschwemmungen etwas ruhiger, so wird lediglich von AESCHLIMANN [1] ein Wasserschaden im Jahre 1639 erwähnt. Dazu wird sicherlich auch die 1597 erlassene Verordnung über das Flößen in der Emme beigetragen haben. Gleich zu Beginn der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts setzte aber die Plage wieder ein. So wurden Überschwemmungen gemeldet vom 21. November 1651, 2. Juli 1652 und 23. Juni 1673 und eine große vom Mai 1679.

Das 18. Jahrhundert war für das Emmental hinsichtlich Überschwemmungen sehr verhängnisvoll: «Im Februar des Jahres 1711 stieg binnen 14 Tagen die Emme zweimal so hoch, daß das ganze Thal von einer Thal-seite zur andern unter Wasser war. Die Mühlenfurt an der Schloßmühle bei Burgdorf wurde weggerissen, die Werkstätte des berühmten Kanongießers JOH. MARITZ zerstört. Die Bewohner errichteten neue Dämme, aber am 4. Mai 1721 fand ein solcher Ausbruch statt, daß alle nach 1711 erstellten Schwellenwerke in wenigen Stunden zerstört und hauptsächlich auch von Kirchberg an abwärts an Brücken und Wuhren großer Schaden angerichtet wurde [17, S. 6].» Diese stets neu auftretenden Katastrophen beeinflussten den Wohlstand der Bevölkerung, und zudem wurde nach und nach die Widerstandskraft der Talbevölkerung gebrochen. Die Regierung sah sich veranlaßt, alle im Schachengebiet im Laufe der Zeit noch übriggebliebenen eigenen Gebiete den Gemeinden und Güterbesitzern gegen Übernahme der Schwell- und Regulierungspflicht abzutreten (vgl. Abschnitt über das Schwellenwesen).

Das 18. Jahrhundert brachte aber trotzdem noch weitere Überschwemmungen, so am 14. September 1733, 7. Juni 1749, 25. Juli 1758, 10. Juli 1762. Der 21. und 22. August 1764 brachten besonders großes Unglück übers Tal: «An den zuletzt genannten Tagen erfolgten 6 Ausbrüche des Stromes. In Rüegsauschachen wurden 24 Häuser zerstört, von Hasli bis Burgdorf bildete sich ein sieben Fuß tiefer See, der durch das Wynigenthal in den unteren Stadtteil von Burgdorf sich ergoß». [17, S. 7.]

Wieder einmal hatte man einsehen müssen, daß die Anstößer an die Emme,

auch wenn sie zum Teil durch die Gemeinden in ihren Unterhaltsarbeiten unterstützt wurden, nicht allein in der Lage waren, der wütenden Hochwasser Herr zu werden. So wurde am 1. Februar 1766 eine «energische» Schwellenordnung erlassen. Für das Amt Trachselwald wurden beispielsweise 12 Schwellenmeister mit sechsjähriger Amtsdauer eingesetzt. Im allgemeinen wurde in dieser Schwellenordnung bestimmt: «In Wassers Nöthen soll ein jeder ohne Unterschied, es seye daß er dem Wasser nahe oder auf der Höhe wohne, so oft man Sturm-Glocken hört oder die Leut sonst darzu vermahnet werden, ohne alles Zaudern noch Bedenken nicht nur für seine Persohn, sondern auch wo nöthig mit seinem Zug, dem Nothleidenden zu Hilfe eilen und nach dess Schwellenmeisters Anweisung es seye vor oder nach dem Einbruch des Wassers helfen wehren biss die Noth gestillet seye und der Schwellenmeister einen jeden wieder der Arbeit entlassen wird, bei 20 Pfd. Straf oder Gefangenschaft.» [17.] Offenbar blieb der Erfolg dieser Bestimmungen nicht aus, schreibt doch Graf weiter «denn durch rastloses Schwellen, sorgsames Eindämmen und Schonen des Schachenholzes gelang es den Bewohnern des Emmenthals, es dahin zu bringen, daß die Wassergrößen von 1769, 1770, 1776, 1777, 1778, 16. November 1781, Januar 1792, 27. Juli 1795, 20. September 1799 nicht mehr so folgenschwere waren» [17].

Die Hochwasser im 19. Jahrhundert

Bereits 1801 richtete ein Hochwasser wieder großen Schaden an, obschon man gegen Ende des vorigen Jahrhunderts nun endgültig glaubte, dem wilden Element endlich Herr geworden zu sein. 1812 war wiederum ein Hochwasser zu verzeichnen, das schreckliche Schäden anrichtete, und wie verheerend die Sturmfluten 1837 waren, dürfte aus Jeremias Gotthelfs «Wasser-not» weithin bekannt sein. Furchtbar muß auch die Sturmnacht vom 4. auf den 5. Juni 1853 besonders für Wasen gewesen sein. KASSER [24, S.66] schreibt dazu: «Da brachen aus den Schluchten des Napf die Fluten hervor und fegten mit anderen Gebäuden auch das Schulhaus hinweg. Einen grausigen Anblick bot der daneben gelegene Friedhof, aus dem die reißenden Wogen Särge herauspülten.»

Kaum geringer aber sollen die Hochwasserschäden in den Jahren 1834, 1840, 1844, 1846, 1851, 1866 und 1876 gewesen sein, während 1841, 1852, 1858, 1860, 1877, 1881, 1884 und 1891 die Überschwemmungen laut NUSSBAUM (Burgdorfer Heimatbuch Bd.I, S.30) weniger verheerend wirkten.

Vergleichen wir die verschiedenen Angaben über Wassergrößen im 19. Jahrhundert, so wird uns die Problematik einer gewissenhaften Statistik offen vor Augen geführt. Die oben erwähnten Daten von Überschwemmungen im 19. Jahrhundert sind im Burgdorfer Jahrbuch 1941 im Beitrag «Die Emme und ihre Ufer» von FRITZ HUBER-RENFER angeführt, der sich laut Literaturhinweisen seinerseits auf den Beitrag NUSSBAUMS im Heimatbuch Burgdorf, Bd.I, S.30, stützt. Bei GRAF (Beitrag zur Geschichte der

Verbauung der Emme im Kanton Bern) sind die Wassergrößen von 1801, 1844, 1853 und 1866 nicht erwähnt, hingegen nennt er Überschwemmungen in den Jahren 1804, 1839, 1842, 1893, 1895, 1896. GRAF stützt sich, wie er auf Seite 4 in einer Fußnote vermerkt, bei vielen Daten auf die Arbeit M. v. STÜRLERS «Über die Wasser-, Schachen- und Schwellenverhältnisse im Stromgebiet der Emme». NUSSBAUM gibt allerdings dieselbe Quelle an.

Es sei hier nicht versucht, irgendwelche Unkorrektheiten in einem der oben erwähnten Werke nachzuweisen, da ich von der wahrheitsgetreuen Absicht aller Autoren überzeugt bin. Die Problematik dürfte vielmehr bereits in den Angaben der Protokolle und Ratsmanuale liegen, bzw. bei der ungenauen Angabe der Hochwassermengen.

Trotzdem aber ist ersichtlich, daß es sich im 19. Jahrhundert um eine respektable Anzahl von Wassergrößen handelte, was die Regierung bereits nach der Jahrhundertmitte zu neuen Maßnahmen zwang. So wurde wiederum ein neues Gesetz erlassen.

Das Wasserpolizeigesetz (W.P.G.) von 1857

Laut diesem Gesetz sind alle öffentlichen und wo nötig auch die privaten Gewässer der Aufsicht des Staates unterstellt. Der § 12 legt zum Beispiel fest, daß die Pflicht zur Ufersicherung (Schwellen- und Dammpflicht) auf dem beteiligten Eigentum laste, das heißt auf dem Grundstück, «welches durch die Bauten unmittelbar oder mittelbar geschützt werde». Der Staat hat zudem durch dieses Gesetz bei allen Ufersicherungen an öffentlichen Gewässern die technische Oberleitung und ist befugt, Schwellenbezirke zu schaffen, die in aufzustellenden Schwellenreglementen ihre Pflichten genau zu umschreiben und in sogenannten Schwellenkatastern das schwellenpflichtige Land einzutragen hatten.

Aus dem Reglement von 1766 wurde übernommen, daß «in Fällen drohender Wassergefahr und Wassernot alle benachbarten Gemeinden und Privaten zu sofortiger Hilfeleistung durch Hand- und Spanndienste verpflichtet waren». Nachdem aber am 27. September und 5. Oktober 1868 zahlreiche Wolkenbrüche über große Teile der Eidgenossenschaft schwere Not brachten und vom 10. bis 12. Juni 1876 im Emmental außerordentlich große Wasserschäden zu verzeichnen waren, reifte endlich die Erkenntnis, daß Bund, Kantone und Gemeinden zusammenstehen mußten, um die ständig drohenden Gefahren zu meistern. Aufgrund dieser Erkenntnis wurde am 22. Juni 1877 das «*Bundesgesetz betreffend die Wasserpolizei im Hochgebirge*» von der Bundesversammlung angenommen. Danach übernahm der Bund nicht nur die Oberaufsicht über Wildwasser, sondern wachte auch darüber, daß die Kantone ihre diesbezüglichen Pflichten erfüllten. Die Aufgaben der Kantone waren nun genau umschrieben, und das Wichtigste war wohl, daß der Bund für Bauwerke «von namhaftem öffentlichem Interesse» Beiträge von 33–50 % in Aussicht stellte.

Vor einer Übersicht der finanziellen Belange seien aber noch die weiteren Wassergrößen erwähnt.

Hochwasser im 20. Jahrhundert

Der älteren Generation sind, wie ich in Utzenstorf und Burgdorf erfahren konnte, die Hochwasser von 1910 und 1912 noch deutlich in Erinnerung. Die Abbildungen 18–22 mögen die gewaltigen Verheerungen zu jener Zeit noch verdeutlichen. Für das Jahr 1918 wird ebenfalls eine bedeutende Wassergröße erwähnt. An der Brücke, die Utzenstorf mit Bätterkinden verbindet, sind an deren nordöstlichem Teil noch heute die Hochwassermarken von 1910 und 1912 zu erkennen.

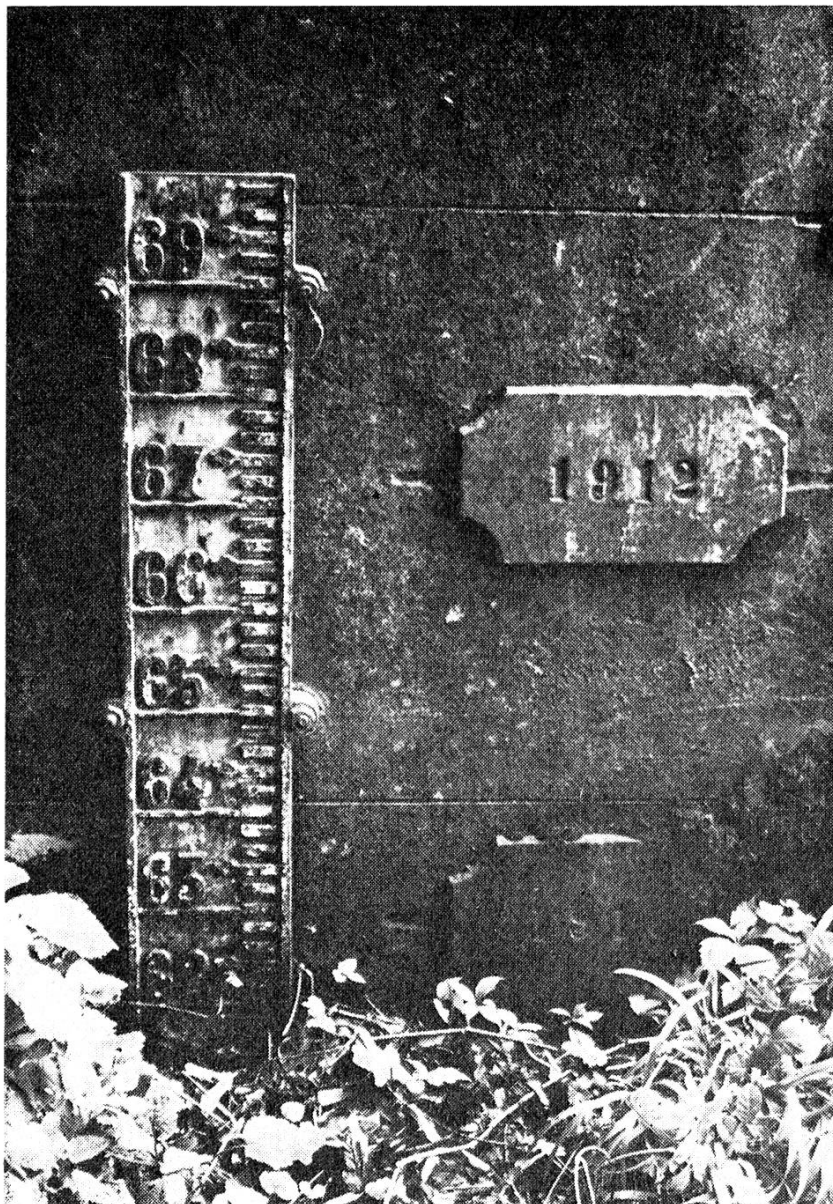


Abb. 17.
Hochwassermarken
und Pegelplatte
an der Brücke in
Bätterkinden.

Tafel 16

Tabelle der Hochwasser 1934 bis 1963

	100–200 m ³ /s	200–300 m ³ /s	über 300 m ³ /s
1934	3	–	–
1935	–	1	–
1936	4	–	–
1937	1	–	–
1938	3	–	–
1939	6	1	–
1940	5	1	1
1941	2	–	–
1942	4	–	–
1943	2	–	–
1944	3	1	2
1945	3	1	–
1946	3	1	1
1947	2	1	–
1948	4	–	1
1949	4	–	–
1950	1	1	–
1951	3	1	–
1952	5	–	–
1953	–	1	–
1954	–	2	1
1955	6	–	–
1956	3	1	–
1957	3	–	–
1958	6	–	–
1959	2	–	–
1960	4	–	–
1961	3	1	–
1962	2	2	–
1963	3	1	–
In 30 Jahren	90	17	6

Im zweiten Viertel unseres Jahrhunderts traten offenbar wieder häufiger Hochwasser auf: «zwischen 1927 und 1940 waren es nur die Jahre 1928, 1929, 1933 und 1934, in denen gar kein Wasserschaden gemeldet wurde» [20, S.128]. Speziell erwähnt wird aber das Hochwasser von 1940; dieses Jahr wies eine niederschlagsreiche erste Hälfte auf. Eine genaue Zusammenstellung der Hochwasser von 1934 bis 1963 ist der Vorlage 1964 der II. Sektion zu entnehmen und ist in Tafel 16 wiedergegeben. Leider enthält

Tafel 17

Hochwasser Station Emmenmatt

Jahr	Monat												Total
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1934								1	1				2
1935										1			1
1936						1		1	1			1	4
1937													–
1938						1		3		1			5
1939			1		1		1	2	1	1	1		8
1940				1	1	1	2	1	3		1		10
1941						1		3					4
1942			1			1	2	1					5
1943						1			1				2
1944				1			1	1	1	1	2		7
1945		1					1		1			1	4
1946		1				2	3	1	1				8
1947			1								2	1	4
1948		1					1	1					3
1949													–
1950									1		2		3
1951			1		1		1	1					4
1952					1					1	1	1	4
1953						1							1
1954							1	2	2				5
1955	1	1			1	1	4	3					11
1956						1	3	1	1				6
1957		1				4	1		1				7
1958		1				2	1	1	2		1		8
1959									1				1
1960					2	2		3					7
1961						1	2	3				1	7
1962	1		1					1					3
1963							1			1			2
Total	2	6	5	2	7	20	25	30	18	6	10	5	136

die Tabelle keine Angabe über die Meßstelle, doch dürfte es sich um Burgdorf handeln, da die genannte Anzahl Hochwasser zwischen den in Emmenmatt und Gerlafingen registrierten Werten liegt.

Als Vergleich und auch Ergänzung der erwähnten Tabelle dienen die Zusammenstellungen der Wassermengen (Q) von 100 oder mehr m³/s der Meßstationen Emmenmatt und Gerlafingen (Tafeln 17 und 18). Die Werte

Tafel 18

Hochwasser Station Gerlafingen

Jahr	Monat												Total
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1934						1	1	2	2				6
1935		1		1	1	1		1		2		1	8
1936	2	1				1	2	1	1			1	9
1937		1				1	1						3
1938	1				1	2	1	3		2			10
1939			1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	13
1940	1	1	1	1	1	1	2	1	4	2	1		16
1941						1		3					4
1942			1			1	3	1					6
1943						2			1				3
1944				2			1	1	1	1	2	1	9
1945		2					1		1			1	5
1946		1			1	3	3	1	1				10
1947	1		2								2	1	6
1948	1	2				1	3	2	2				11
1949				1		1						1	3
1950									1		3		4
1951	1		1		1	1	1	1			2		8
1952	1		2		1					1	2	1	8
1953						2	1						3
1954							1	2	2				5
1955	1	1			2	1	2	3					10
1956	2				1	1	2	1	2				9
1957		1				4	1		1				7
1958		1				2	1	2	2		1		9
1959							1	1	1			1	4
1960					2	2		4		1			9
1961						1	1	3				1	6
1962	1		1	1				1					4
1963						1	1			1	1		4
Total	12	12	9	7	13	32	31	36	23	11	16	10	212

sind den hydrographischen Jahrbüchern entnommen. Weil aber in einem Monat mehrere Hochwasser auftreten können und im Jahrbuch nur die Spitze eines Monats angegeben ist, bedurfte es allerdings noch der systematischen Kontrolle der Limnigraphenstreifen und der dazugehörigen Abflußkurven. Die Tabellen der Stationen Emmenmatt und Gerlafingen sind entsprechend ausgewertet.

Die jahreszeitliche Verteilung der Hochwasser

Die nachfolgende Zusammenstellung kann keinen Vollständigkeitsanspruch erheben, sind doch erstens nicht alle Wassergrößen mit genauem Datum bekannt und zweitens stimmen die Angaben der einzelnen Autoren – wie ich speziell beim 19. Jahrhundert feststellen konnte – nicht genau überein.

Generell sind die Hochwasser nicht an eine bestimmte Jahreszeit gebunden. Sie treten vorwiegend nach heftigen Gewittern oder nach intensiver Schneeschmelze auf.

Die jahreszeitliche Verteilung zeigt für die bis 1940 mit genauem Datum bekannten 52 Überschwemmungen folgendes Bild [20, S.84]:

Januar 2	April 1	Juli 6	Oktober 5
Februar 3	Mai 3	August 7	November 3
März 1	Juni 9	September 7	Dezember 5

Ein viel genaueres Bild ergibt die Zusammenfassung der jahreszeitlichen Verteilung der Hochwasser bei den Stationen Emmenmatt und Gerlafingen in den Jahren 1934–1963 (in total 30 Jahren):

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Emmenmatt	2	6	5	2	7	20	25	30	18	6	10	5	136
Gerlafingen	12	12	9	7	13	32	31	36	23	11	16	10	212

Verdeutlichen läßt sich diese Verteilung mittels einer graphischen Darstellung (Figur 21).

Erfreulicherweise bleibt festzustellen, daß dank intensiver Zusammenarbeit von Bund, Kantonen und Gemeinden die Zahl der Verwüstungen im Emmental reduziert, ja gar Überschwemmungen wertvollen Kulturlandes ganz eliminiert werden konnten. Allerdings bedarf es eines großen finanziellen Aufwandes und steten Wachens fachkundiger Leute. Der Weg, der zu diesem Ziel führte, war lang, und ihn zu verfolgen ist, auch wenn dies nur in Kurzform geschieht, interessant.

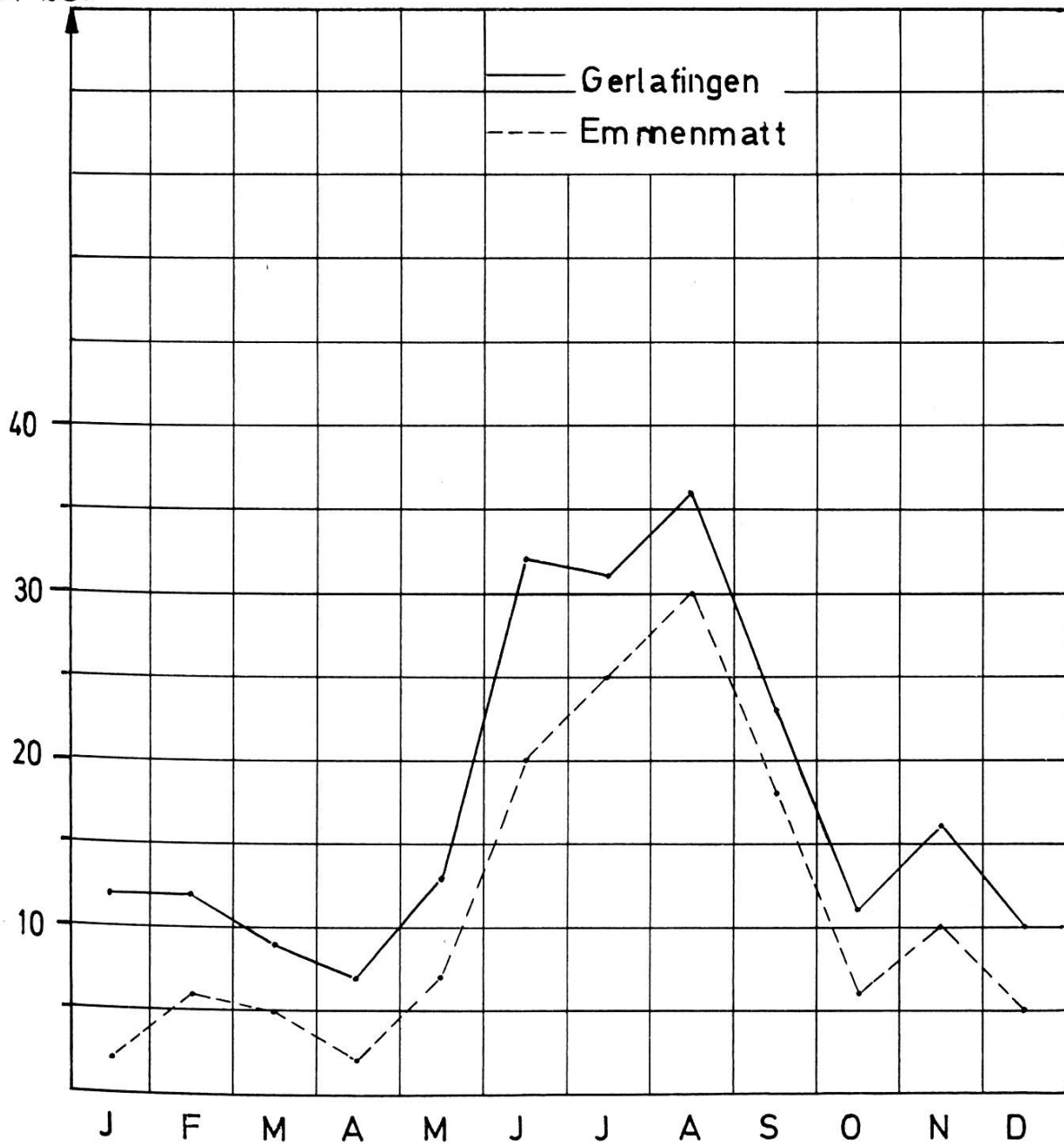
Das Schwellen

Wie bereits erwähnt, hatten die Schachenbewohner, deren Land an die Emme grenzte, die Schwellenpflicht zu übernehmen. Wie die Ufersicherung zu bewerkstelligen sei, wurde von der Obrigkeit allerdings nicht vorgeschrieben, so daß alle Bemühungen der einzelnen Schwellenpflichtigen und später auch der Gemeinden uneinheitlich waren und deshalb wohl eher als Flickwerk bezeichnet werden müssen. Zudem waren die Schachenbewohner – vorwiegend Tagelöhner und einfachste Handwerker – finanziell schlecht gestellt und sollten noch die aufwendige und kostspielige Arbeit des

Anzahl
Hochwasser
1934-1963

Figur 21

Häufigkeitsverteilung



«Schwellens» übernehmen. Es schien unvermeidlich, daß zwischen den Flußanwohnern und den entfernter wohnenden Bauern Reibereien entstanden, so daß ein Eingreifen der Regierung sich aufdrängte und die Schwellenpflicht in einer Schwellenordnung geregelt wurde.

Das Errichten der Schwellen wird wie folgt beschrieben: «Es wird gemeiniglich eine Tanne an den Boden gelegt, aufgeschwirrt, und hinter der-

selben mit Grozen, Weiden und dergleichen zugefüllt; dann werden auf dies alles in die Quere Trömmel von 4,5 und mehr Schuh Länge, und 7 bis 8 Zoll im Durchmesser, auch manchmal kleinere, dargethan, welche alle aneinandergereiht werden. Auf dieses wird wiederum eine Tanne gelegt, und mit dem übrigen auf obbeschriebene Manier fortgefahren, bis 3 oder 4 Tannen dargeschwellt sind, wo endlich das Ganze mit Steinen beladen wird.» [20, S.78.]

Eine ganz einfache Art des Uferschutzes bestand übrigens darin, an einer bedrohten Stelle eine Tanne oder auch nur einen Tannenwipfel mit der Kronenseite ins Wasser zu stürzen und die Strunkseite mit Ketten und Pfählen am Ufer zu befestigen. Diese Methode wird auch heute noch verwendet, indem Sträucher und kleine Bäume direkt am Ufer angesägt und Richtung Fluß gefällt werden. Sie hängen, auf natürliche Weise mit ihren Strünken noch stark verbunden, über die Böschung hinunter. Dadurch kann die Fließgeschwindigkeit des Wassers an der Uferzone herabgesetzt und somit das «Wegreißen» der Böschung größtenteils verhindert werden.

An die Stelle der obenerwähnten «Streichschwellen» sind heute vorwiegend Uferverbauungen aus Beton oder großen Natursteinblöcken getreten (Naturstein- oder Betonblockwurf).

Die Schöpf- oder Stoßschwellen, die das Wasser ans andere Ufer leiteten, wurden verboten, weil dadurch die Aufgabe nicht im Sinne des Ganzen gelöst wurde.

Eine wesentliche Art von Schwellen sind und waren die Trom- oder Grundschwellen (Querschwellen). Sie verursachen eine Verminderung der Fließgeschwindigkeit und vermindern somit die Tiefenerosion. Mit dem «Schwellen» der einzelnen Anstößer und Gemeinden allein war aber das Problem noch nicht gelöst, man entschloß sich endlich, mit vereinten Kräften ein Gemeinschaftswerk in Angriff zu nehmen.

Die große Emmenkorrektur

Die Hauptarbeit zu diesem Projekt, welches im Jahre 1884 vorgelegt wurde, leistete Oberingenieur Ganguillet. Um die Arbeiten besser verteilen und ausführen zu können, teilte man die ganze Flußstrecke in 4 Sektionen, die heute noch bestehen, nämlich:

1. Sektion: Kantonsgrenze BE/SO bis Gde-Grenze Kirchberg/Burgdorf.
2. Sektion: Gde-Grenze Kirchberg/Burgdorf bis Tromschwelle Emmenmatt.
3. Sektion: Tromschwelle Emmenmatt bis Hintergraben (Eggiwil).
4. Sektion: Hintergraben (Eggiwil) bis Kemmeriboden.

In Anerkennung der bisher geleisteten Arbeiten, die manche Katastrophen bereits zu verhindern in der Lage waren, stellte GANUILLET fest, daß das Flußbett – soweit dies möglich war – gerade gelegt werden sollte und die Flußbreite aufgrund der Wassermengen und des vorhandenen Gefälles

genau festgelegt werden müsse. Die Wassermengen waren allerdings nicht bekannt, so daß sich GANQUILLET mit approximativ aus Einzugsgebiet und vorhandenen Niederschlagswerten errechneten Abflußmengen begnügen mußte.

Nach diesen Berechnungen legte er folgende Breiten fest:

Emmenmatt–Zollbrück	45 m bei durchschnittlichem Gefälle 7,2 ‰
Zollbrück–Kalchofen	42 m bei durchschnittlichem Gefälle 6,3 ‰
Kalchofen–Burgdorf	39 m bei durchschnittlichem Gefälle 6,0 ‰
Burgdorf–Kirchberg	36 m bei durchschnittlichem Gefälle 5,5 ‰
Kirchberg–Kantonsgrenze .	30 m bei durchschnittlichem Gefälle 4,1 ‰

Tatsächlich betragen die Flußbreiten seit 1901:

von Emmenmatt bis Zollbrück	40 m
von Zollbrück bis Kirchberg	36 m
von Kirchberg bis Kantonsgrenze	30 m

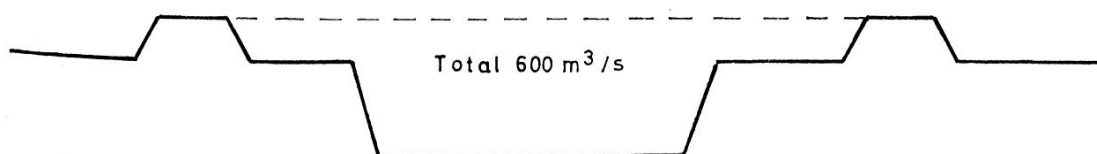
«Wenn wir wissen, daß noch 1771 das Emmenbett bei Kirchberg 530 Schuh, also über 150 m breit war, können wir ermessen, welche Eingriffe der Flußlauf sich seither von Menschenhand hat gefallen lassen müssen.» [20, S.134.]

Da dieses großartige Projekt von 1884, dessen Grundkonzept heute noch Gültigkeit hat, immer noch keine genügende Sicherung gegen die stets neue Wucht des Stromes bot, arbeitete die Berner Regierung 1906 ein neues Projekt mit einer Bausumme von Fr. 1 830 000.– aus. An Arbeiten waren vorgesehen [20, S.126]:

- a) Erhöhung oder Wiederherstellung von Leitwerken und Traversen;
- b) Erstellung, Erhöhung und Verstärkung von Hochwasserdämmen;
- c) Anlage von Senkfaschinen;
- d) Ausführung von Sohlensicherungen;
- e) Kolmatierungsarbeiten;
- f) Aufräumarbeiten.

Die Krone des Hochwasserdammes mußte laut Bauvorschrift 50 cm über die Höhe des Hochwassers von 1891 hinausragen und eine Breite von 1,5 m aufweisen.

Eine schematische Darstellung zeigt heute folgendes Querprofil:



Laut mündlichen Mitteilungen [34] wies das Hochwasser von 1912 eine Abflußspitze von 513 m³/s auf (Station Emmenmatt), so daß das Flußbett

über 100 m³/s nicht aufnehmen konnte und die Hochwasserdämme ihre Schutzwirkung unter Beweis stellen konnten.

Auch im Jahre 1968 – als in meinem Untersuchungsgebiet Limpach und Urtenen teilweise über die Ufer traten und die Oesch im Kanton Solothurn sogar Schaden anrichtete – konnte das Flußbett der Emme bei einer Abflußmenge von etwa 450 m³/s [34] das abfließende Wasser nicht aufnehmen und die Emme reichte von Damm zu Damm.

Da innerhalb der Hochwasserdämme nun bis 600 m³/s abfließen können, ist es kaum wahrscheinlich, daß der Fluß weiterhin über diese Ufer treten wird, es sei denn, der reguläre Flußlauf werde durch eine eingestürzte Brücke «verstopft» oder angeschwemmtes Holz bei Brückenpfeilern verhindere einen regulären Abfluß.

Dadurch, daß die Holzschwellen allmählich durch Betonschwellen und Leitwerke aus Natursteinen ($\frac{1}{2}$ bis 1 m³) verdrängt werden, verliert der ursprünglich unter anderem als Holzlieferant angelegte Schachenwald seine wichtigste Funktion. Er wird aber genauso gepflegt wie früher und der Reinertrag des aus ihm verkauften Holzes leistet einen Beitrag an die hohen jährlichen Unterhaltskosten der Emmenverbauungen. Zudem übernimmt er mehr und mehr auch die Funktion des Erholungsgebietes für die Bevölkerung der Talschaft.

Die finanzielle Belastung

Eine lückenlose Zusammenstellung aller Ausgaben seit den ersten Verbauungen an der Emme scheint mir unmöglich, da kaum mehr alle Rechnungen und Quittungen zu finden wären. Die großen Beträge erscheinen erst mit der ersten großen Korrektur des Jahres 1884.

Für Burgdorf in der Zeit anfangs des 18. Jahrhunderts soll hier als Ausschnitt ein Zitat Aufschluß geben: «Im 1. Halbjahr 1713 wurden für die allernotwendigsten Arbeiten in 3755 $\frac{1}{2}$ Tagen und für Führungen insgesamt 3290 lb. 6 sh. bezahlt, also fast die Hälfte der sich auf 6649 lb. 10 sh. belauenden Gesamtausgaben der bedauernswerten Stadt.» [20, S.115.]

Die mir freundlicherweise durch Herrn Bürki zur Verfügung gestellten Unterlagen lassen sich für die vier Sektionen in folgende Tabelle zusammenstellen:

Subventionsvorlagen an der Emme

Sektion	Vorlage Jahr	Kosten- voranschlag	Subventionen %	Bund Beitrag	Schluß- rechnung
I	1884	615 000.—	33 $\frac{1}{3}$	205 000.—	614 999.38
I	1896	685 000.—	33 $\frac{1}{3}$	228 334.—	686 323.75
I	1906	260 000.—	33 $\frac{1}{3}$	87 000.—	279 548.20

Subventionsvorlagen an der Emme (Fortsetzung)

Sektion	Vorlage Jahr	Kosten- voranschlag	Subventionen Bund %	Beitrag	Schluß- rechnung
I	1905	38 500.—	25	10 000.—	38 210.—
I	1911	443 007.30	50	221 503.65	
I	1913	457 000.—	33 ⅓	152 333.30	
I	1913	468 400.—	40	187 360.—	468 400.—
I	1913	24 600.—	50	12 300.—	
I	1919	29 200.—	25	7 300.—	28 656.70
I	1940	620 000.—	30	186 000.—	
I	1951	1 200 000.—	26	312 000.—	
I	1960	1 200 000.—	28	336 000.—	
I	1968	2 000 000.—	28	560 000.—	
II	1885	1 649 023.—	33 ⅓	550 000.—	1 649 023.—
II	1897	664 000.—	33 ⅓	221 334.—	664 000.—
II	1896	67 000.—	33 ⅓	22 333.—	67 000.—
II	1900	10 110.85	33 ⅓	3 366.95	10 110.85
II	1901	90 000.—	40	36 000.—	86 974.15
II	1904	150 000.—	33 ⅓	50 000.—	187 317.40
II	1906	370 000.—	33 ⅓	124 000.—	314 159.57
II	1906	260 000.—	40	104 000.—	32 279.15
II	1911	66 710.50	50	33 355.25	
II	1913	460 000.—	33 ⅓	153 333.30	460 000.—
II	1913	1 040 000.—	40	416 000.—	1 040 000.—
II	1913	400 000.—	50	200 000.—	400 000.—
II	1920	75 000.—	33 ⅓	25 000.—	75 000.—
II	1941	650 000.—	30	195 000.—	
II	1964	3 000 000.—	30	900 000.—	
II	1952	1 200 000.—	26	312 000.—	
II	1960	1 300 000.—	30	390 000.—	
II	1972	neue Vorlage in Ausarbeitung			
III	1898	33 300.—	40	13 320.—	33 496.85
III	1898	60 000.—	40	24 000.—	60 233.70
III	1899	46 500.—	33 ⅓	15 500.—	47 703.80
III	1899	125 000.—	40	50 000.—	106 501.45
III	1899	125 000.—	40	50 000.—	104 314.30
III	1906	565 000.—	40	226 000.—	313 167.10
III	1913	830 000.—	40	332 000.—	
III	1946	600 000.—	30	180 000.—	
III	1963	2 000 000.—	35	700 000.—	
IV	1906	375 000.—	50	187 500.—	
IV	1913	352 700.—	50	176 350.—	
IV	1932	120 000.—	40	48 000.—	
IV	1946	200 000.—	33 ⅓	66 660.—	
IV	1971	neue Vorlage in Ausarbeitung			

Das mehrmalige Anführen einer Vorlage im gleichen Jahr rührt daher, daß der Anteil des Bundes an den Bausummen nicht immer gleich hoch ist. Er beträgt nämlich für Holzleitwerke und Hochwasserdämme 33 ⅓ %, für Sohlensicherungen und Betonbauten zur Verbesserung der Kurven 40 % und für besonders dringliche Arbeiten in bisher noch vernachlässigten Gebieten 50 %. Durchschnittlich beträgt der Beitrag des Kantons an die jeweiligen Baukosten 33 ⅓ % [20, S.127].

Wer aber bezahlt die restlichen, von Bund und Kanton nicht subventionierten Ausgaben? Das bereits erwähnte Wasserbaupolizeigesetz von 1857 verlangte die Errichtung von Schwellenbezirken und das Festlegen von Schwellenkatastern. Allerdings vergingen rund 30 Jahre, bis diesem Beschluß nachgelebt wurde. Erst am 3. Juli 1886 konstituierten sich die Einwohner der Gemeinden Lauperswil, Rüderswil, Lützelflüh, Rüegsau, Hasle und Burgdorf zu einem Schwellenbezirk. Ein Schwellenkataster, welcher das Verhältnis der Leistungen jedes einzelnen Pflichtigen zur Gesamtleistung der Gemeinden erhalten sollte, wurde ebenfalls festgelegt. Allerdings hatten darin noch die Anstößer allein die Kosten zu tragen. Erst der am 2. August 1933 in Kraft tretende Schwellenkataster entsprach den Forderungen des W.P.G. von 1857, welches im § 12 bestimmt, daß «die Pflicht zur Ufersicherung und zum Schutze gegen Überschwemmungen durch die Emme (Schwellen- und Dammpflicht) auf allem durch die Schwellen- und Dammbauten unmittelbar oder mittelbar geschützten Grundeigentum im Emme-Schwellenbezirk Burgdorf» liege [20, S.124]. Durch das Schwellenreglement wird bestimmt, daß die nicht durch Bund, Kanton, Einwohner- und Burgergemeinde sowie Extrabeiträge gedeckten Kosten zu 80 % durch das in den Kataster einbezogene Land und zu 20 % durch die darauf sich befindenden Gebäulichkeiten zu tragen sind. Das Gebiet wird gleichzeitig in 3 Perimeterzonen eingeteilt [32]. Eine erste Zone umfaßt das bei Hochwasser direkt gefährdete und durch Schwellen und Dämme unmittelbar geschützte Gebiet. Die zweite Zone ist durch einen eventuellen Dambruch gefährdet, und bei der Zone drei ist eine Gefahr bloß möglich. Da das neue Reglement die bisherigen Schwellenpflichtigen entlastet und auch die nur mittelbar Bedrohten zur Beitragspflicht heranziehen wollte, wurde festgelegt, daß die Gebäude und der Grundbesitz in der zweiten Zone mit der Hälfte und die der dritten Zone mit einem Viertel von dem belastet werden, was für die erste Zone festgelegt wird. Schwellenreglement und Kataster sind, nachdem zunächst noch 28 Einsprachen bereinigt werden mußten, am 1. Juli 1939 in Kraft getreten.

Ein Vergleich der oben angeführten Ausgaben in den verschiedenen Sektionen zeigt deutlich, daß die 4. Sektion besonders anfänglich vernachlässigt worden ist [20, S.126]. HUBER schreibt anschließend an diese Feststellung: «Obschon die Botschaften des Bundesrates von 1906 und 1913 für eine große Talsperre unterhalb des Reblochs Fr.93000.- vorsahen und 1913 deren Erstellung als dringend wünschbar bezeichneten, ist diese bis heute

noch nicht ausgeführt worden. (Wie mir Herr K. WEBER mitteilte, ist die Sperre dadurch überflüssig geworden, daß der Ferzbach, dessen Holz- und Geröllmassen das Rebloch häufig verstopften, seither mit einem Kostenaufwand von annähernd Fr. 100 000.– sorgfältig verbaut worden ist.)»

Da die Vorlage 1964 der Sektion II den «Riesenbetrag» von 3 Millionen Franken aufweist, sei dieses Projekt noch detaillierter erwähnt.

Subventionsvorlage 1964 – Emme II. Sektion

Zur II. Sektion gehören folgende Gemeinden:

Burgdorf	Rüegsau	Rüderswil
Heimiswil	Lützelflüh	Lauperswil
Hasle		

Die mittlere Länge der Emme Sektion II beträgt total 20,111 km und erstreckt sich von km 14,134 (km 0 = Kantonsgrenze) bis km 34,245.

Die Ausdehnung des Einzugsgebietes zeigt folgende Zahlenwerte:

a) beim Zusammenfluß Emme/Ilfis	433,22 km ²
b) bei der Einmündung der Grüne	545,43 km ²
c) Kantonsgrenze bei Wiler	900,73 km ²
(also ganzes Einzugsgebiet im Kanton Bern)	

Für die Bestimmung der maßgebenden Hochwassermenge sind sowohl für die Vorlage 1964 als auch für die vorangegangenen die Berechnungen aus dem Jahre 1872 des damaligen Kantonsingenieurs GANQUILLET, nach welchem die Emmekorrektion um die Jahrhundertwende durchgeführt wurde, verwendet worden.

Die außergewöhnlichen Hochwassermengen betragen danach 350 bis 450 m³/s und die Wassergeschwindigkeit 3,50–4,00 m/s. Bei einer Wassergeschwindigkeit von 4,0 m/s, einer Flußbreite von 36,00–40,00 m und einer Tiefe von 2,8 m (GANQUILLET 1872) ist das Gerinne in der Lage, eine Wassermenge von 400 m³/s wegzuführen, ohne die beidseitigen Vorländer, welche für Katastrophenfälle mit Dämmen geschützt sind, zu überfluten.

Der Verbauungszustand 1964 weist folgende Bauten auf:

I. Leitwerke:

Holzleitwerke nach Emmentalerart	28 520 m oder 70,9 %	
(zum Teil aus dem Jahre 1890)		
Betonmauern	3 200 m	8,0 %
Betonblockwurf	410 m	1,0 %
Natursteinblockwurf	7 682 m	19,1 %
Spundwandbohlen und Schienen	80 m	0,2 %
Natürlicher Uferschutz (Felsanstoß)	330 m	0,8 %
Total	40 222 m	100 %

II. Querbauten:

(Querverbauung mit Fixierung der Sohlenhöhe, total 21 Stück):

Betonsperren	9 Stück
Schienenwehre mit Holzfallboden	2 Stück
Schienenwehre mit Natursteinkolkschutz	7 Stück
Einlaßwehre (bei Kanaleinlaß)	3 Stück

III. Betonblock- und Schienenschikanen

(Querbauten ohne Fixierung der Sohlenhöhe) total 9, davon

Querswellen mit Betonblocksatz	4 Stück
Schienenschikanen	5 Stück

Aus diesen Angaben ist klar ersichtlich, daß in der II. Sektion bereits sehr viele Bauten in und an der Emme bestehen, was übrigens auch die Zusammenstellung der Subventionsvorlagen erkennen läßt. Es wurden – um nochmals einen Blick auf die Finanzen zu werfen – in den Jahren 1913–1963 die Vorlagen 1913/1920/1941/1952/1960 mit einer totalen Bausumme von Fr. 5 125 000.– bewilligt. Die mittlere jährliche Bausumme von 1913 bis 1963 beträgt somit für die Sektion II Fr. 100 490.–.

Was das Projekt 1964 an Bauten vorsieht bzw. vorsah (im Juli 1971 war bereits der größte Teil ausgeführt), erläutert Tafel 19.

Obschon diese Projekte jeweils bis in alle Details ausgearbeitet werden, ergeben sich im Laufe ihrer Realisierung weitgehende Abänderungen, da sich die Situation durch neu auftretende Schäden an Leitwerken und Schwellen ändern kann.

Flußbettveränderungen durch Kiesgewinnung

Der Flußbreite kommt, wie wir feststellen konnten, große Bedeutung zu, soll doch durch die Wahl der Breite unter Berücksichtigung des Gefälles und der Wassermenge ein Gleichgewichtszustand der Emme bezüglich Geschiebebewegung erreicht werden. Wird die Breite zu klein gewählt, kann eine starke Erosion eintreten, so daß nach und nach auch die seitlichen Leitwerke zerstört werden. Dies wirkt sich auf die Höhe des Grundwasserspiegels entscheidend aus, weshalb das Problem der Kiesentnahme und die entsprechenden Folgen hier auch behandelt werden.

Im Burgdorfer Jahrbuch [20, S. 134] wird erwähnt, daß durch Sand- und Kiesentnahmen für Straßen- und Betonbauten das Gleichgewicht beträchtlich gestört wurde. «Diese Entnahmen beliefen sich in einzelnen Jahren auf 80 000 m³, was auf der Strecke Burgdorf–Emmenmatt (21,95 km) eine jährliche Vertiefung von 10 cm bewirkte.» Um Schäden an Leitwerken und Brückenfundamenten zu vermeiden, verbot die kantonale Baudirektion am 23. Dezember 1939 auf den Flußstrecken der Emme von der Kantonsgrenze Solothurn/Bern bis zur Heidbühlbrücke, Eggwil, und der Ilfis von Emmen-

Tafel 19

Verbauungen an der Emme gemäß Vorlage 1964

Gemeinde	Burgdorf	Heimiswil	Hasle	Rüegsau	Lützelflüh	Rüderswil	Lauperswil	Total	Kosten Fr.
Anstoßlängen in m	12 680	362	3 701	2 145	8 303	7 358	5 673	40 222	
Anstoßlängen in %	31,54	0,90	9,20	5,33	20,64	18,29	14,10	100	
Sohlensicherungen mit Betonmauer	3	—	½	½	—	—	—	4	720 000.—
Sohlensicherungen als Block-Überfall	2	—	—	—	—	1	—	3	270 000.—
Naturstein- Blocksporen	5	—	15	15	34	10	19	98	98 000.—
Kolkschutz- ergänzungen	—	—	—	—	—	1	2	3	135 000.—
Natursteinleitwerk in m	2 138	0	591	460	900	736	609	5 434	1 630 200.—
Kostenüberschreitungen, Vorlage 1960									63 575.80
Projekt, Vorlage 1964									8 450.—
Bauleitung, Unvorhergesehenes, Vorlage 1964									74 774.20
Totalkosten der Vorlage 1964									3 000 000.—

matt bis Kröschenbrunnen jede Entnahme von Bollensteinen (Bollen = faust- bis kopfgroße Steine im Emmenbett). Heute können Bewilligungen zur Kiesentnahme beim Kreisoberingenieur IV in Burgdorf eingeholt werden.

Aus mündlichen Angaben von zuständiger Stelle [34] geht hervor, daß eine Kiesentnahme aus der Emme und der Ilfis durchaus zu begrüßen sei, da die Emmenkiesmassen bei der Einmündung in die Aare ein unerwünschtes Delta bilden und die Juragewässerkorrektion verursachte [28, S.3]. Der Grund der Flußbettvertiefung, wie sie oben beschrieben ist, liegt weniger bei der großen Kubatur als vielmehr bei den damals fehlenden Sohlensicherungen. Diese Überlegung wird dadurch erhärtet, daß nach einem Hochwasser hinter einer neu erstellten Querschwelle der ganze neu entstandene «Stauration» mit Kies ausgefüllt wurde. Dies ergibt eine ungefähre Kubatur von nicht weniger als 36 000 m³ (Länge 1 km, Breite 36 m, Tiefe 1 m).

Berechnungen des Kiestransportes sind außerordentlich schwierig anzustellen, spielen doch unglaublich viele Faktoren mit. Die wohl wesentlichste Beeinflussung stellt – abgesehen von der Wassermenge Q – die Verbauung der Seitenbäche im obersten Sektor dar. Durch das dadurch hervorgerufene Fehlen der größten Kieskomponenten kann zwischen den einzelnen Querschwellen eine leichte Tiefenerosion stattfinden, die allerdings heute keine Schäden mehr anzurichten vermag.

Akkustisch läßt sich der Geschiebetransport bei den Einlaßrechen (zum Beispiel Einlaßkanal Emmenau oder Gewerbekanal Burgdorf) oder bei Flügelmessungen sehr gut feststellen. Aber auch visuell läßt er sich außerordentlich gut nachweisen, konnte ich doch verschiedentlich nach einem Hochwasser feststellen, daß der bei Entnahmestellen ausgebaggerte Kies wieder ersetzt war (zum Beispiel unmittelbar nördlich der Straßenbrücke Bätterkinden).

Für die Kiesentnahme bestehen heute genaue Richtlinien: Es muß eine Bewilligung beim Kreisoberingenieur in Burgdorf eingeholt werden. Der Kies muß «in Lage und Tiefe genau nach den Weisungen des Schwellenmeisters entnommen werden», damit beim nächsten Hochwasser nicht Leitwerke beschädigt werden oder eine Auskolkung einsetzen kann. Durch diese Maßnahmen ist die Sicherung der Verbauungen in der Emme gewährleistet.

Eine weitere Vorsichtsmaßnahme stellt die Beschränkung der Entnahmebewilligung auf 1000 m³ dar. Läßt sich aber nachher eine weitere Entnahme verantworten, wird jeweils wieder eine neue Bewilligung erteilt.

Gegenwärtig beträgt die Gebühr pro m³ Fr. 1.–. In die Einnahmen teilen sich die Gemeinden und der Kanton (je die Hälfte), wobei für die Gemeinden die Bestimmung besteht, daß dieses Geld ausschließlich für Emmenverbauungen zu verwenden ist.

Freundlicherweise hat mir Herr BÜRGI die Unterlagen zur Verfügung gestellt, welche einen genauen Überblick der Entnahmestellen und Kuba-

turen ermöglichen. Der Vollständigkeit halber sei auch das Gebiet der Ilfis erwähnt, obschon es nicht mehr in meinem Untersuchungsraum liegt.

Emme:

Entnahmestellen	Entnehmer	Art der Entnahme
1. km 4 530 – 4 610	Kieswerk Minder Bätterkinden	Stationärer Eimerkettenbagger
2. km 5 700 – 5 830	Kies- und Sandwerk Utzenstorf	Kabelbagger
3. km 9 950 – 10 180	Kiesindustrie AG Rüdtligen	stationärer Eimerkettenbagger
4. km 17 400	Weber Fritz Burgdorf	von Hand, Rollbahnaufzug
5. km 38 100 + 38 600	Liechti Walter Schüpbach	Pneulader
6. verschiedene, nicht permanent	verschiedene	verschieden, von Hand, mit Lader oder Bagger

Ilfis:

7. km 3 280	Gemeinde Langnau	von Hand oder mit Lader
8. km 3 450	Stämpfli & Co Langnau	Pneulader
9. verschiedene, nicht permanent	verschiedene	verschieden

Bemerkungen zu:

- 1–3: Mit Sohlensicherungen gesicherte Flußbettsohle. Nur örtliche Auswirkungen möglich. Teilweiser Unterhalt den Entnehmern überbunden.
4: Gesicherte Flußbettsohle; keine Schäden möglich.
5: Auflandungsstellen. Entnahmen notwendig.
6+9: Entnahmebewilligungen werden nur erteilt, wenn keine Schäden entstehen können.
7+8: Gesicherte Flußbettsohle.

Die totalen Kiesentnahmen aus Emme und Ilfis sind aus der nachfolgenden Aufstellung ersichtlich:

Jahr	Kubatur m ³	Jahr	Kubatur m ³
1958	33 164	1965	44 750
1959	27 646	1966	31 072
1960	30 090	1967	24 397
1961	24 256	1968	20 763
1962	19 273	1969	30 393
1963	21 036	1970	26 093
1964	21 245		

In den Detailstatistiken zeichnet sich eine deutliche Verlagerung der großen Entnahmemengen ins Gebiet Oberemmental ab, was nach BÜRKI [34] mit dem dort einsetzenden Straßenbau in Verbindung steht. Die Entnahmestelle 1 ist sogar aufgehoben worden; 1970 wurde auch bei 3, 4 und 7 kein Kies gewonnen.

Gesamthaft betrachtet ist also diese Kiesgewinnung aus Emme und Ilfis zu begrüßen; insbesondere da 1971 die letzte Querschwelle errichtet wurde und sicherlich keine Flußbettvertiefung mehr stattfinden kann. Zudem ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß durch das Aufreißen der kolmatierten Schicht eine Grundwasseranreicherung stattfindet, sofern die Flußsohle über dem Grundwasserspiegel liegt.

Allerdings wird in Fachkreisen auch die Meinung vertreten, zufolge des «Auswaschens» des entnommenen Kiesel sei eine neue Kolmatierung wahrscheinlich.

Was aber, fragte ich mich schließlich weiter, geschieht mit dem Geschiebe, das im Gebiet des Kantons Bern nicht genutzt werden kann und somit im Kanton Solothurn anfällt? Freundlicherweise hat mir Herr MARKWALDER von der Firma Atel in Olten folgende mündliche Angaben machen können:

Im Zusammenhang mit dem Bau des Kraftwerks Flumenthal hat man an der Emme vor der Einmündung in die Aare einen Kiesfang mit einer Kapazität von 30000 bis 35000 m³ erstellt. Man rechnete mit einem jährlichen Kieselanfall von durchschnittlich 15000 m³, mußte aber bald feststellen, daß bedeutend größere Mengen abgelagert wurden. Die im Sommer 1968 erstellte Anlage mußte im November des gleichen Jahres bereits ausgebaggert werden. Eine Baufirma zeigte Interesse an der Gewinnung dieses Materials. Es stellte sich jedoch bald heraus, daß die Qualität recht unterschiedlich ist und ein Teil überhaupt nicht verwendet werden kann. Die Qualität ist eindeutig abhängig von der Intensität der Hochwasser, bzw. von der Wasserführung überhaupt. Bei extrem großer Wasserführung wird viel Holz abgelagert. Bleiben Hochwasser für längere Zeit aus, so setzt sich vor allem Feinschlamm ab.

Es wurden bis zum Frühjahr 1971 folgende Mengen (in m³) an Kies ausgebaggert:

	Datum		Kies	Unverwertbar	Total
1. Baggerung	November 1968/März	1969	31 654	4 780	36 434
2. Baggerung	August 1970/September	1970	12 842	584	13 426
3. Baggerung	Oktober 1970/November	1970	2 121	–	2 121
4. Baggerung	März 1971/April	1971	8 154	10 907	19 061
Total	November 1968/April	1971	54 771	16 271	71 042

Nach mündlichen Angaben war der Kiesfang im August 1971 durch das Geschiebe der sommerlichen Hochwasser wiederum gefüllt worden. Rechnen wir also zu den total ausgehobenen 71 000 m³ noch weitere 35 000 m³ (= gefüllter Kiesfang) hinzu, so entfallen auf die Periode vom Sommer 1968 bis Sommer 1971 (3 Jahre) insgesamt 106 000 m³ herantransportiertes Material. Dies wiederum entspricht einem Jahresdurchschnitt von rund 35 000 m³!

Sicherungsmaßnahmen bei Hochwasser

Um zu verhindern, daß Menschen von der unerwartet daherstürmenden «Emmenwalze» überrascht werden, hat das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft bei der Limnigraphenstation in Emmenmatt in Form eines Läutwerkes, das bei einer Pegelhöhe von 80 cm [20, S. 130] in Gang gesetzt wird, eine Sicherung eingebaut. Die Meldung wird telephonisch oder telegraphisch an verschiedene Stationen längs der Emme weitergeleitet, so daß Badende, Fischer oder «im Flußbett arbeitende Griener» und die in der Gefahrenzone wohnende Bevölkerung gewarnt werden können.

Ein alter Landwirt aus Utzenstorf schilderte mir ein Erlebnis wie folgt: «Ich war, als Schulkind, mit meinem Vater damit beschäftigt, im Emmenbett einen Wagen Grien zu laden. Es war an einem heißen Sommertag während der Ferien; über dem Napfgebiet schien sich ein Gewitter zu entladen. Dessen ungeachtet schaufelten wir Grien auf den Wagen. Durch einen plötzlichen Schrei meines Vaters aufgeschreckt, wieherten die Pferde auf und rissen den Wagen, offenbar irgendein Unheil ahnend, ans Ufer. Mir selbst gelang es auch noch, rechtzeitig das Ufer zu erreichen, allerdings ohne meine Schaufel, die ich aus Angst hatte fallen lassen, denn ich ahnte, ohne zurückzuschauen, daß die Emmenwalze hinter mir her war!»

Ist die Erscheinung der Emmenwalze, die mir als etwa 1 m hohe und mit unglaublicher Geschwindigkeit daherbrausende «Wand» aus Wasser, «Dreck» und Steinen beschrieben wurde, auch ein eher seltenes Ereignis, so sind deren Gefahren doch ernst zu nehmen. Es wußte mir bei den wöchentlichen Messungen im Arbeitsgebiet auch mancher Fischer Erlebnisse zu erzählen, die das augenblickliche Ansteigen der Emme immer wieder bestätigten. Dies kann übrigens auch durch die Limnigraphenstreifen der verschiedenen Stationen an der Emme belegt werden. Unsere Limnigraphenstation in Burgdorf registrierte am 7. August 1970 innerhalb 30 Minuten einen Anstieg von 136 cm.

Weil bei plötzlich auftretendem Hochwasser zudem viel Holz und leider auch viel Unrat herantransportiert werden, warnt man im Rahmen der Sicherungsmaßnahmen auch die verschiedenen Kraftwerke von der Einmündung der Emme in die Aare bis zur Vereinigung derselben mit dem Rhein, damit man dort rechtzeitig Vorkehrungen treffen kann, um zu verhindern, daß das herangeschwemmte Holz die Kraftwerkanlagen beschädigt oder verstopft.

Bei außerordentlich hohem Wasserstand wird auch der Wasserwehrdienst



Abb. 18. «Heimet» Läng nach dem Dammbruch in Utzenstorf.

Abb. 19. Emme bei Burgdorf am 26. September 1912.



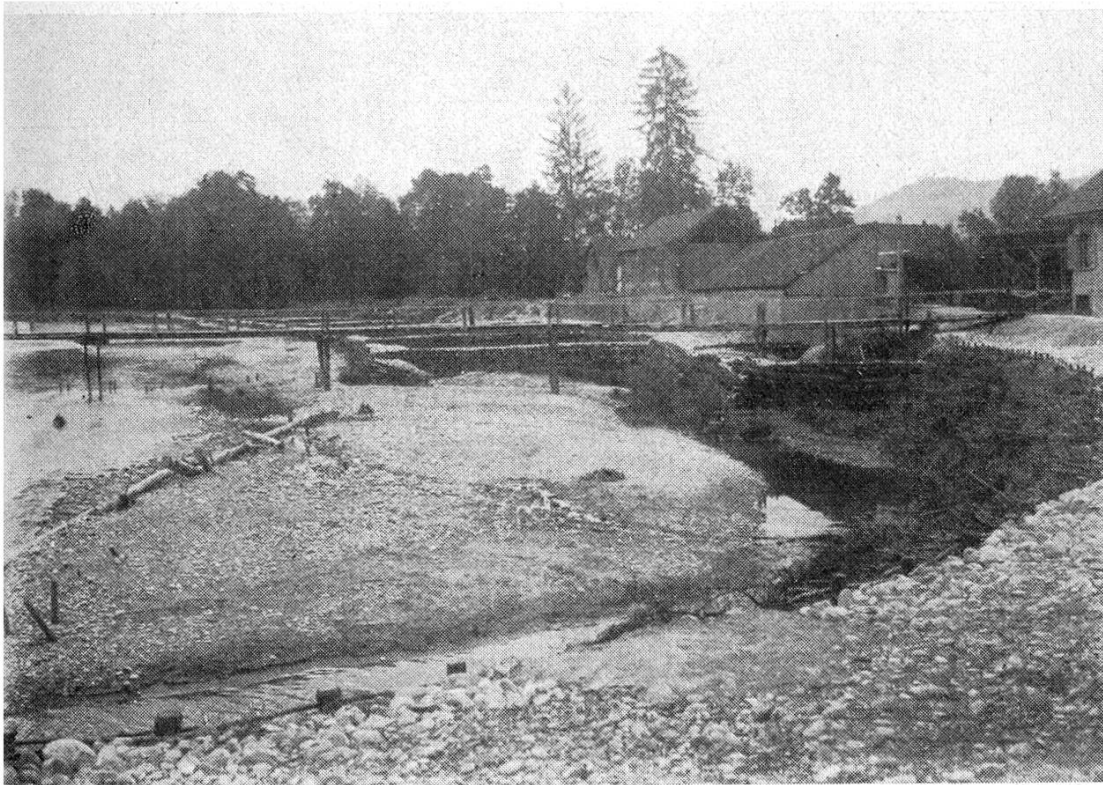


Abb. 20. Provisorische Verbauung des Anbruches am linken Ufer.

Abb. 21. Linkes Ufer, Sporren Nr. 8-13 vom Notsteg aus aufwärts gesehen.



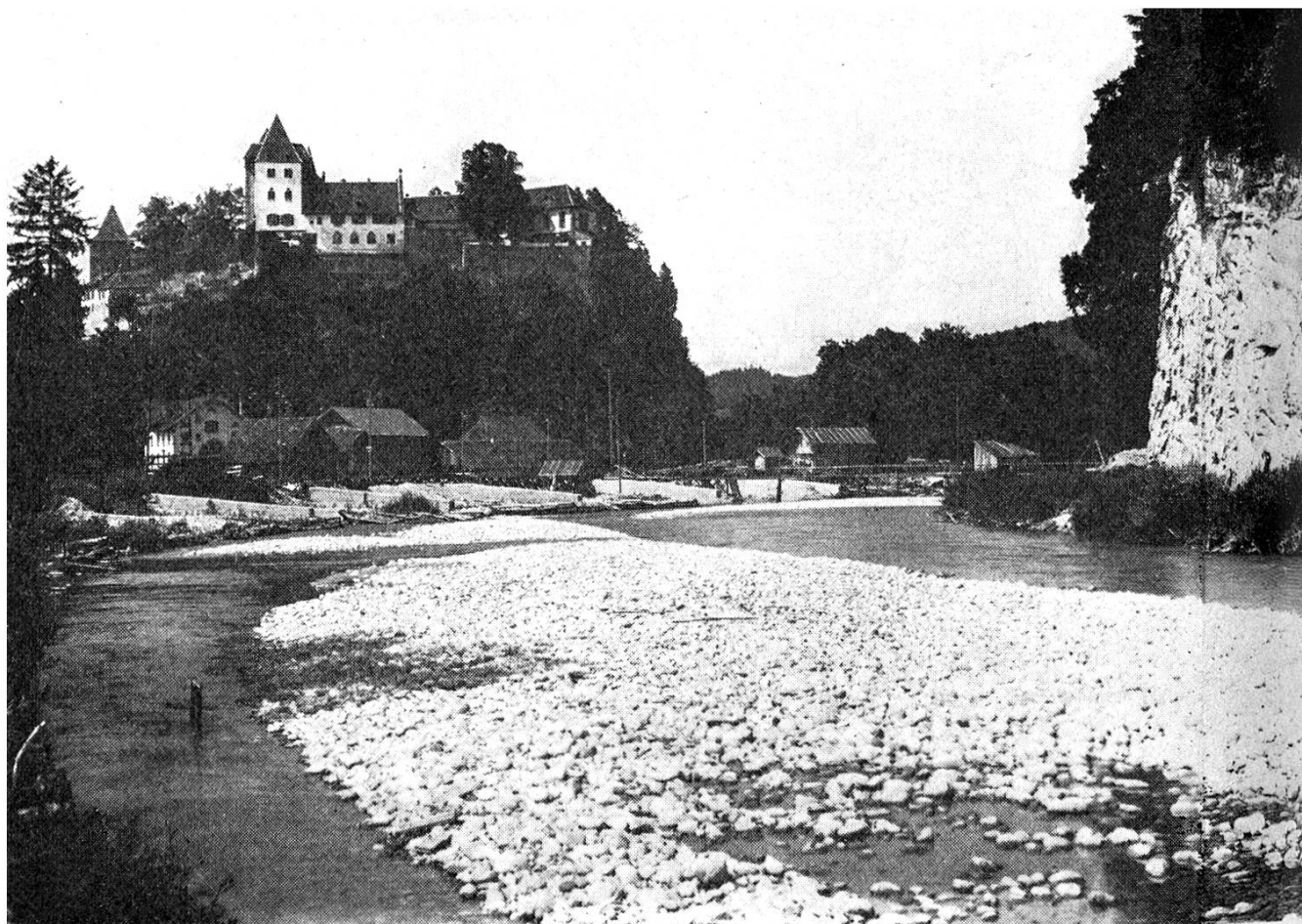


Abb. 22. Emme bei Burgdorf am 26. Juni 1914. Blick von Sporren Nr. 13 abwärts.

alarmiert. Laut Dekret vom 15. Januar 1919 und Feuerwehrrglement vom 10. Juli 1939 [20, S. 131] kann die Feuerwehr nicht nur bei Brandfällen, sondern auch bei Hochwasser zu Hilfeleistungen beigezogen werden. Die Leute werden denn auch entsprechend ausgebildet, wobei es allerdings nicht ihre Aufgabe ist, «regelrechte Schwellen» zu erstellen, sondern vor allem bei gefährdeten Stellen durch provisorische Maßnahmen einen Wasserdurchbruch zu verhindern.

Wie die kalte Neujahrswoche 1970 zeigte, ist die Feuerwehr auch für «Wassernot» beim Kanalsystem der Stadt zur Hilfeleistung verpflichtet, war doch während mehr als einer Woche ein Trupp damit beschäftigt, den Rechen beim Eintritt des Mühlebachs in den Schloßfels von angeschwemmten Eisschollen zu säubern.

Auswirkungen der Emmekorrektion auf den Grundwasserstand

«Die Emmekorrektion ist daran schuld, daß unser schönes Quellbächlein nicht mehr fließt» oder «... daß unser Sodbrunnen kein Wasser mehr schöpft, denn durch die Absenkung des Emmenbettes hat sich auch der Grundwasserspiegel um etwa 2 m gesenkt.»

Diese Behauptung aus Kreisen der heute im Emmental lebenden Generation trat verschiedentlich in Diskussionen auf.



Abb. 23. Hochwasser beim Kanaleinlaß der Tenta-Werke im Herbst 1968.

Abb. 24. Niedrigwasser bei Burgdorf (Blick von der AMP-Brücke nach Norden).



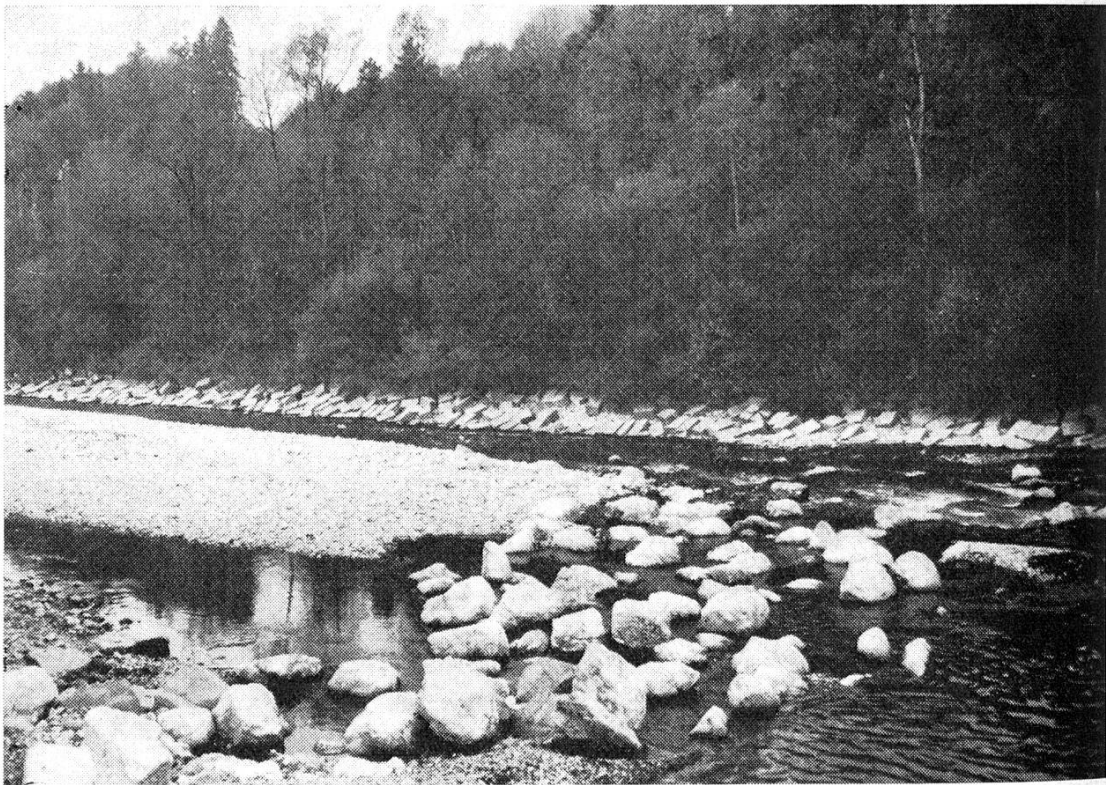


Abb. 25. Betonblockwurf am rechten Ufer zwischen Burgdorf und Hasle.

Abb. 26. Uferanriß unmittelbar südl. der Brücke Bätterkinden–Utzenstorf, Sommer 1971.



Für das vorliegende Arbeitsgebiet darf festgestellt werden, daß es sich – bevor durch menschliche Einwirkung Veränderungen vorgenommen wurden – um das natürliche Akkumulationsgebiet der Emme handelte. Dies hatte denn auch zur Folge, daß sich der Fluß immer wieder um die selbst abgelagerten Schuttmassen herum einen neuen Weg suchte und auf diese Weise mäandrierend die Aare erreichte. Durch das Erstellen von zwei Hochwasserdämmen wurde der Fluß vorläufig weitgehend am Ausbrechen gehindert und schuf sich allmählich ein reguläres Bett, in dem er die Kiesmassen bis zur Aare weitertransportierte. Schlußendlich konnten das Gerinne ziemlich «begradigt» und die Ufer befestigt werden, nachdem Oberingenieur GANQUILLET 1884 genaue Richtlinien für eine Korrektur ausgearbeitet hatte. Wie bereits erwähnt, sollte durch die festgelegte Flußbreite eine weitere Akkumulation verhindert werden, was bei Hochwasser ein Ausbrechen über den Hochwasserdamm und somit eine Überschwemmung der Schachegebiete zur Folge hätte. Um andererseits eine weiterschreitende Tiefenerosion zu verhindern, sollten an verschiedenen Stellen fixierende Sohlen Sicherungen angebracht werden.

Es steht also fest, daß das heutige Flußbett zum Teil um beträchtliche Beträge tiefer liegt, als dies noch im letzten Jahrhundert der Fall war. Da ebenso bekannt ist, daß der Grundwasserstrom teilweise beträchtlich durch die Emme gespiesen wird oder gar in direktem Zusammenhang mit ihr steht, liegt es nahe, daß durch die Sohlenabsenkung auch eine Grundwasserspiegelabsenkung entstand.

Untersuchungen von Prof. ARBENZ (im Zusammenhang mit der Ableitung von Trinkwasser aus dem Emmental für die Stadt Bern) zeigten, daß an Stellen, wo die Vertiefung der Flußsohle bedeutende Ausmaße annimmt, Grundwasser in die Emme ausfließt. Dies ist beispielsweise unterhalb des Emmemattwehrs der Fall, wo die Tiefenerosion seit der Korrektur 2,7 m erreichte.

Weitere Feststellungen und Überlegungen, welche die Zusammenhänge zwischen Grundwasserspiegel und der Wasserführung der Emme betreffen, sind im Kapitel über das Grundwasser angeführt.

2.7 DAS KANALSYSTEM IN BURGDORF

Werfen wir einen Blick auf die Landeskarte oder den Stadtplan von Burgdorf, so fällt uns die Vielfalt des Bach- und Kanalsystems auf. Da eine derartige Verzweigung der Wasserläufe unter Umständen einen wesentlichen Einfluß auf den Grundwasserstand auszuüben vermag, scheint mir interessant, diese Angelegenheit kurz zu streifen. Bedeutung und Aufgabe des Kanalsystems scheinen heute in den folgenden Punkten zu liegen:

- a) Das Wasser des Kanalsystems dient primär als Energiespender, und zwar vorerst vorwiegend mechanischer Art, erst später (etwa ab Beginn 20. Jahrhundert) in Form von elektrischem Strom.

- b) Zum Teil wird oder wurde das Wasser zu Bewässerungszwecken verwendet, so speziell SW der Stadt.
- c) Das Kanalsystem ersetzt vorläufig die Kanalisation und führt alle Abwässer der Stadt weg.

Zu den einzelnen Punkten läßt sich folgendes ausführen:

a) Kanalsystem als Energiespender

Burgdorf wies recht früh eine beachtliche Zahl handwerklicher und industrieller Betriebe auf. Bereits im Jahre 1841 wurde oberhalb Burgdorf der Einlaufkanal erstellt und so Wasser aus der Emme abgeleitet, um zusätzlich zum Oberburgbach Wasser zur Energiegewinnung zu erhalten. Im Jahre 1889 haben folgende Betriebe Wasser zur Energiegewinnung genutzt [6, S.50]:

Erwerbszweige	Zahl	PS
Müllerei	5	66
Wolle und Baumwollgarnfabrikation	1	5
Kunstwollenfabrikation	1	20
Zwirnerei	1	18
Woldecken- und Kunstwollenfabrikation	1	53
Flachsspinnerei	1	60
Färberei	1	10
Bleicherei	1	10
Appretur und Leinwand	1	9
Bleiweißfabrikation	2	37
Maschinenfabrikation	1	4
Mechanische Werkstätte	2	8
Sägen	1	14
Total	19	314

Demgegenüber wurden 8 mit Dampf betriebene mechanische Motoren mit 220 installierten PS gezählt, während die Zahl der Arbeitsmaschinen mit Handbetrieb 289 erreichte, wobei die Leinwandfabrikation mit 150 den größten Anteil verzeichnet.

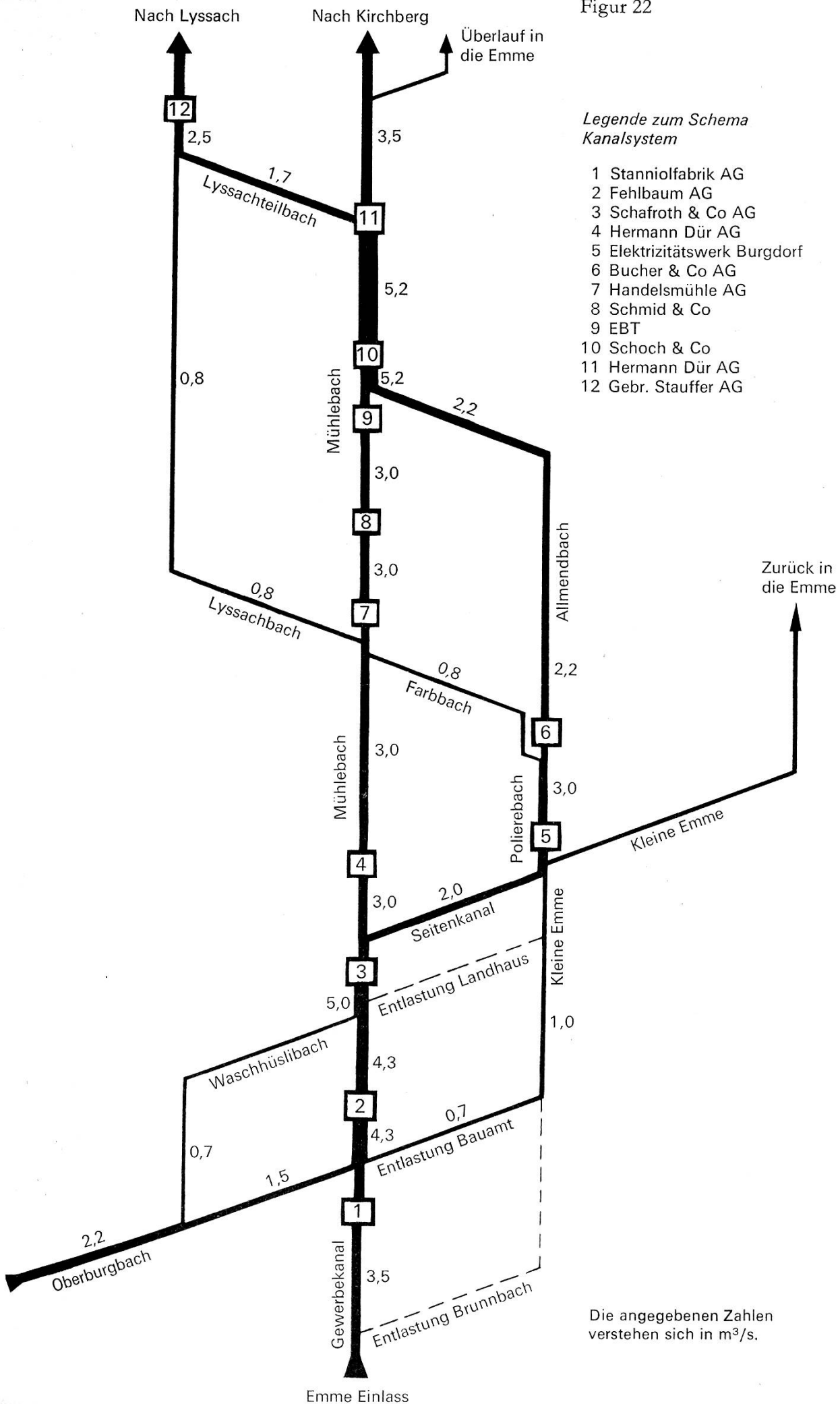
Die heutige Situation ist aus dem nachfolgenden Schema (Figur 22) und der dazugehörenden Legende mit den Namen der Radwerkbesitzer ersichtlich.

Alle diese Radwerkbesitzer waren ursprünglich durch die Unterzeichnung eines Gesamtvertrages (sog. Kanalvertrag) mit der Bürgergemeinde, der Eigentümerin fast aller Bäche, verbunden. Der Unterhalt des Kanalsystems wurde durch das Forstamt übernommen. Am Ende des Jahres wurde die Gesamtrechnung erstellt und nach dem Verteilerschlüssel die einzelnen Bei-

Figur 22

*Legende zum Schema
Kanalsystem*

- 1 Stanniolfabrik AG
- 2 Fehlbaum AG
- 3 Schafroth & Co AG
- 4 Hermann Dür AG
- 5 Elektrizitätswerk Burgdorf
- 6 Bucher & Co AG
- 7 Handelsmühle AG
- 8 Schmid & Co
- 9 EBT
- 10 Schoch & Co
- 11 Hermann Dür AG
- 12 Gebr. Stauffer AG



Die angegebenen Zahlen
verstehen sich in m^3/s .

träge festgelegt. Schließlich wollten die Radwerkbesitzer den Betrieb und Unterhalt der Kanäle selbst übernehmen und schlossen sich zu diesem Zweck im Jahre 1946 zur «Genossenschaft der Wasserkraftwerkbesitzer von Burgdorf» zusammen. Die Genossenschaft bezahlt einen jährlichen Pachtzins und verpflichtet sich zum Unterhalt der Kanäle und Leitwerke in der Emme (120 m flussabwärts und 50 m flussaufwärts, total also 340 m), allerdings bezahlen Bund und Kanton einen Beitrag für die Leitwerkverbauungen in der Emme.

Die Miete war ursprünglich festgelegt auf Fr. 500.–, wurde dann aber im Jahre 1949 auf Fr. 2000.– erhöht. Seit 1946 ist die Mitgliederzahl konstant geblieben und beträgt heute 11 (vgl. Schema des Kanalsystems). Die 11 Mitglieder bezahlen ihren Beitrag nach Budget. Außerordentliche Beiträge müssen dann erhoben werden, wenn sich durch Hochwasser entstehende Reparaturen aufdrängen. So beliefen sich zum Beispiel im Jahre 1968/69 die Instandstellungsarbeiten auf etwa Fr. 90 000.–, wobei allerdings Bund und Kanton 60 % (– 4 % Bauleitung) der Auslagen übernahmen. Die 11 Genossenschaftsmitglieder hatten $15\frac{1}{3}$ % des Gesamtbetrages zu übernehmen, der Rest entfiel auf den «Schwellenbezirk» und die «Emmenschwellen Burgdorf» (= Schwellenkommission Burgdorf).

Historische Marksteine in der Entwicklung des Kanalsystems bilden nebst der Erstellung des Einlaufkanals im Jahre 1841 die Erweiterung desselben im Jahre 1894, nachdem 1893 Beschädigungen durch Hochwasser entstanden waren.

In den Jahren 1920/21 mußte zwecks Höherstauung – wegen zu starken Auskolkens durch die Emme – ein Wehr eingebaut werden. Um das Jahr 1946 mußte der Einlaß vergrößert werden, da wegen ständigen Verstopfens die Wassermenge im Kanal zu klein war. Dieses Problem stellt sich allerdings auch heute noch bei starkem Laubanfall im Herbst. Die Genossenschaft hat für die Sauberhaltung des Rechens einen Pensionierten engagiert, der zugleich die Regulierung der Schwelle übernimmt und somit für eine konstante Wassermenge im Kanal verantwortlich ist.

Im Juni 1971 zerstörte ein Hochwasser den Einlaufrechen samt dazugehöriger Brücke, so daß einmal mehr mit außerordentlichen Ausgaben zu rechnen war.

Da die Unterhaltsarbeiten und Reparaturen zum Teil recht hohe Geldsummen verschlingen, kann man sich mit Recht die Frage stellen, wie lange das Kanalsystem noch bestehen werde. Die jährlichen Unterhaltsarbeiten belaufen sich ohne außerordentliche Aufwendungen auf Fr. 22 000.– bis 25 000.–.

Die meisten Anlagen und Turbinen sind relativ alt. Größere Reparaturen oder totale Erneuerung der Anlagen kommen deshalb nicht in Frage, weil der elektrische Strom dann teurer zu stehen käme als der Strom aus dem öffentlichen Netz. Aus diesen Gründen beschäftigt man sich bereits damit, eine Statutenänderung vorzunehmen und die Auslösungssumme festzu-

legen, da für die verbleibenden Mitglieder die Unterhaltskosten immer größer werden. Zudem muß nach Auflösung der Genossenschaft der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt werden, was große Kosten verursachen wird.

Der Gewerbekanal müßte also eingedeckt, der Rechen beim Emmen-einlaß entfernt und an dessen Stelle ein Leitwerk errichtet werden. Dies kostet nach Schätzung 1970 bereits Fr. 120 000.—. Es kann allerdings nicht alles eingedeckt werden, da ein Teil des Systems durch natürliche Zuflüsse gespiesen wird.

Immerhin ist Herr AESCHLIMANN [32] im Auftrage des Gemeinderates mit der Abklärung der Frage beschäftigt, ob ein Teil der Kanäle aufgegeben werden könnte, so zum Beispiel der Lyssachbach, dessen Terrain die ARA-Leitung aufnehmen würde. Fehlendes Wasser bei 12 (vgl. Figur 22) könnte ab 11 durch den sogenannten Gerbebach wieder zugeleitet werden, so daß auch für die unterliegenden Werke in Kirchberg, Aefligen usw. kein Ausfall entstünde.

Allerdings muß vorerst geprüft werden, wieweit eine Anreicherung des Grundwassers durch das Kanalsystem Tatsache ist.

b) Zur Bewässerung

Die Feldbegehung hat ergeben, daß speziell das Teilstück Lyssachbach zur Bewässerung verwendet worden war. Das Grabensystem ist noch zu erkennen, doch sind die Holzteile bei den Verzweigstellen verfault, was andeutet, daß eine «Wässerung» dieser Matten in den letzten Jahren nicht mehr erfolgte. Daß durch diese Bewässerung früher viel Wasser versickern konnte, scheint mir ohne Zweifel zuzutreffen.

c) Kanalsystem mit Kanalisationsfunktion

Im Sommer 1971 konnte erfreulicherweise die ARA der Region Burgdorf in Betrieb genommen werden. Zu diesem Zeitpunkt werden nach mündlichen Angaben [32] bereits 70 % der Abwässer von der städtischen Kanalisation aufgenommen. Es gilt nun lediglich noch, die restlichen Abwässer zu fassen. Dies dürfte allerdings, speziell im ältesten Teil Burgdorfs, noch recht viel Zeit beanspruchen, da praktisch niemand über den Verlauf der Leitungen Bescheid weiß und Pläne nicht vorhanden sind. Es bleibt aber immerhin festzuhalten, daß die Kanäle beim Verlassen der Stadt nicht mehr lange den Eindruck einer offenen Kloake hinterlassen werden.

Das Kanalsystem und seine zukünftige Funktion

Die allgemeinen Aspekte sind oben bereits im entsprechenden Zusammenhang erwähnt, hingegen steht in baulicher Hinsicht ein recht umfangreiches

Projekt bevor, nämlich der Ausbau der kleinen Emme, bzw. die Sanierung des Oberburgbaches.

Ausbauprojekt der kleinen Emme

Der Oberburgbach tritt oberhalb Burgdorf, noch bevor er ins Kanalsystem der Stadt integriert wird, stets häufiger über die Ufer und richtet dadurch Schäden an Wiesland und in Gärten an. Die Gründe liegen laut mündlichen Angaben [36] des Projektverfassers darin, daß ein Bachbett, dessen Fassungsvermögen $3\frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt, für ein Einzugsgebiet von etwa 48 km^2 bei großen Niederschlagsintensitäten zu klein ist. Dies umsomehr, als einige im Einzugsgebiet liegende Gemeinden – speziell Oberburg und Krauchthal – mit ständig zunehmender überbauter Fläche zu rechnen haben und dadurch der Flächenanteil des Gebietes mit «Sofortabfluß» entsprechend zunimmt. Allein aus dem Raum Oberburg werden nach dessen Erschließung $5\text{--}6 \text{ m}^3/\text{s}$ zusätzliches Schmutzwasser (Regenwasser) anfallen, eine Wassermenge also, die bei der heutigen Situation unmöglich aufgenommen werden könnte, so daß als Folge die kleine Emme, welche die vom Kanalsystem, das auf maximal $5,2 \text{ m}^3/\text{s}$ konzipiert ist, nicht aufgenommene Wassermenge abzuleiten hat, entsprechend ausgebaut werden muß. Aus dem Kanalsystem Burgdorfs müssen zudem bei der Markthalle $6\frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{s}$ Niederschlagswasser aufgenommen werden.

Um diesem in Zukunft noch vermehrten Wasseranfall Rechnung tragen zu können, wird die kleine Emme gemäß Projekt ein Fassungsvermögen von $25 \text{ m}^3/\text{s}$ erhalten. Das eine Trapezform aufweisende Bachbett soll soweit wie möglich Kiessohle und Rasenböschung aufweisen. Ausnahmen bilden der Abschnitt Markthalle–Bauamt mit einer Eisenbetonkonstruktion und die «Unterführung» der Markthalle mit einer Betonverschalung.

Der Kostenvoranschlag für dieses Projekt beläuft sich auf 14 Millionen Franken. Das gesamte Projekt dürfte in den 80er Jahren realisiert sein.

Auswirkungen auf den Grundwasserstand

In Anbetracht der großen Bedeutung des Grundwassers für die Wasserversorgung der Stadt Burgdorf muß auch die Frage einer Beeinflussung des Grundwasserleiters geklärt werden.

Unter den momentanen Verhältnissen scheint kein direkter Zusammenhang zwischen der Wasserspiegelhöhe des Bachs und der des Grundwassers zu bestehen. Die Spiegelhöhen der beiden beobachteten Schächte der Hausversorgungen «Hulliger» und «von Allmen» liegen bedeutend tiefer. Das Bachbett darf als weitgehend kolmatiert betrachtet werden. Ein Grund dürfte in der starken Schlamm- und Sandführung des Oberburgbaches liegen.

Inwieweit bei Hochwasser die abschließende Schicht im Bachbett zer-

stört wird und dadurch Bachwasser ins Grundwasser gelangt, müßte durch chemische Untersuchungen geklärt werden. Sobald der Oberburgbach aber über die Ufer tritt, gelangen große Wassermengen von den überfluteten Wiesen und Gärten her in den Boden. Nach der Korrektur bzw. Verlegung des Oberburgbachs wird – wie Herr Ing. WERNER [39] feststellt – mit einer quantitativen und qualitativen Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse oberhalb Burgdorf zu rechnen sein. So kann beispielsweise ein Hochwasser im Oberburgbach die Fließrichtung des Grundwassers südlich Burgdorf verändern und das verunreinigte Wasser der bekannten Verschmutzungszone nördlich Oberburg gegen das Fassungsgebiet der Stadt drängen. Die quantitative Beeinträchtigung der bestehenden und potentiellen städtischen Fassungen durch die Oberburgbach-Korrektion soll nur unbedeutend sein.

Abb. 27. Umweltschutz im Emmental, Stand 1971. Koordinaten: 610.250/217.650.



3. Das Grundwasser

3.1 BILDUNG DES GRUNDWASSERS

Die Quellen zur Bildung bzw. Erneuerung des Grundwassers sind Versickerung und Infiltration (Seihwasser). Bei der Versickerung spielen meteorologische Faktoren wie Art, Dauer, Höhe und Intensität des Niederschlages, Lufttemperatur, Verdunstung und Luftdruck mit. In morphologischer und geologischer Hinsicht wirken Art des Bodens, Geländeneigung, Boden- und Gesteinsstruktur, Porenvolumen und Wassersättigungsgrad auf die Versickerung ein. Schließlich spielen auch Dichte und Art der Vegetationsdecke eine nicht unbedeutende Rolle.

Das Verhältnis zwischen oberirdischem Abfluß und Versickerung wird vor allem durch die morphologisch-geologischen Faktoren bestimmt. Der oberirdische Abfluß ist auf Festgesteinen größer als auf Lockergesteinen, in geneigten Gebieten größer als in flachen. Die Versickerung wiederum ist in feinkörnigem Lockergestein kleiner als in grobkörnigem.

Die meteorologischen Faktoren beeinflussen das Verhältnis zwischen Niederschlag, Verdunstung, oberirdischem Abfluß und Versickerung. Nach längeren Trockenperioden beispielsweise setzt der Boden der Wasseraufnahme einen Benetzungswiderstand entgegen. Die Niederschläge werden somit zu einem wesentlichen Teil dem oberirdischen Abfluß und der Verdunstung zugeführt. Falls die Niederschläge auf einen bereits angefeuchteten Boden fallen, nimmt der Anteil der Versickerung zu. Eine dem Benetzungswiderstand ähnliche Funktion hat der gefrorene Boden. Während der gefrorene Boden in sonst gut durchlässigen, flachen Schottergebieten zu vorübergehender Bildung von «Tümpeln und kleinen Seen» führt, fließt das Wasser in leicht bis stark geneigten Gebieten oberflächlich ab und geht der Grundwasserbildung verloren. Diese Feststellung konnte ich verschiedentlich im Raume Lützelflüh–Hasle am westlichen Talrand machen. Am 19. Februar 1971 beispielsweise flossen «kleine Bäche» bei Goldbach von Feldwegen her auf die Straße. Dieser Oberflächenabfluß wird durch praktisch schneefreie, aber bitter kalte Winter speziell gefördert.

Die Erneuerung des Grundwassers wird aber auch durch das Pflanzenkleid beeinflusst. Als Folge tieferer Tagestemperaturen oder geringer bodennaher Windgeschwindigkeiten – zum Beispiel in einem Wald – oder durch Retention des Niederschlagswassers im «Moospolster» und in laub- und nadelbedecktem Waldboden werden für die Versickerung günstige Voraussetzungen geschaffen. Der Wasserbedarf der Pflanzen und die Verdunstung insbesondere bei Laubbäumen sind aber andererseits außerordentlich groß. Der Wasserhaushalt wird durch die jahreszeitlichen Schwankungen des Pflanzenwachstums entscheidend beeinflusst. Durch Lisimetermessungen konnte in Deutschland der Wasserverbrauch einer Rasendecke unter Ver-

suchsbedingungen während der Vegetationsperiode deutlich nachgewiesen werden. Schließlich ist auch darauf hinzuweisen, daß es in Gebieten mit großer Trockentiefe entsprechend länger dauert, bis die auf das entsprechende Gebiet fallenden Niederschläge einen Anstieg des Grundwasserspiegels bewirken. Bei nur geringem Flurabstand kann Sickerwasser rasch ins Grundwasser vordringen.

Die Limnigraphen- und Pluviographenstreifenausschnitte der Figur 23 zeigen den Anstieg des Grundwassers in einem Gebiet mit nur kleinem Flurabstand praktisch unmittelbar nach Durchgang der Niederschlagszone. Es ist allerdings nicht auszuschließen, daß der Grundwasseranstieg zum Teil auch auf Speisung vom Talhang her zurückzuführen ist.

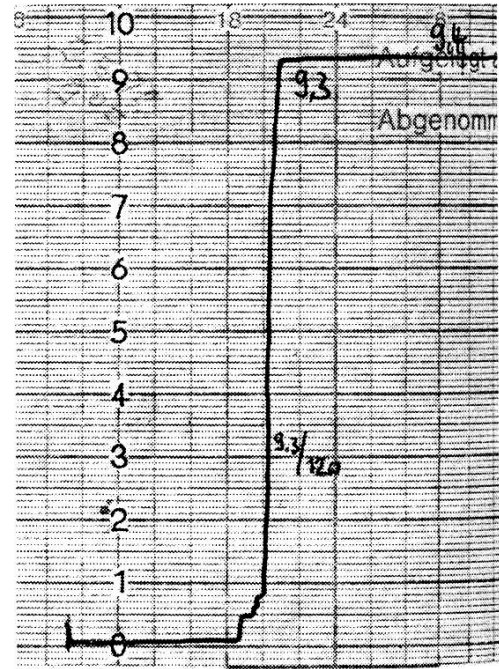
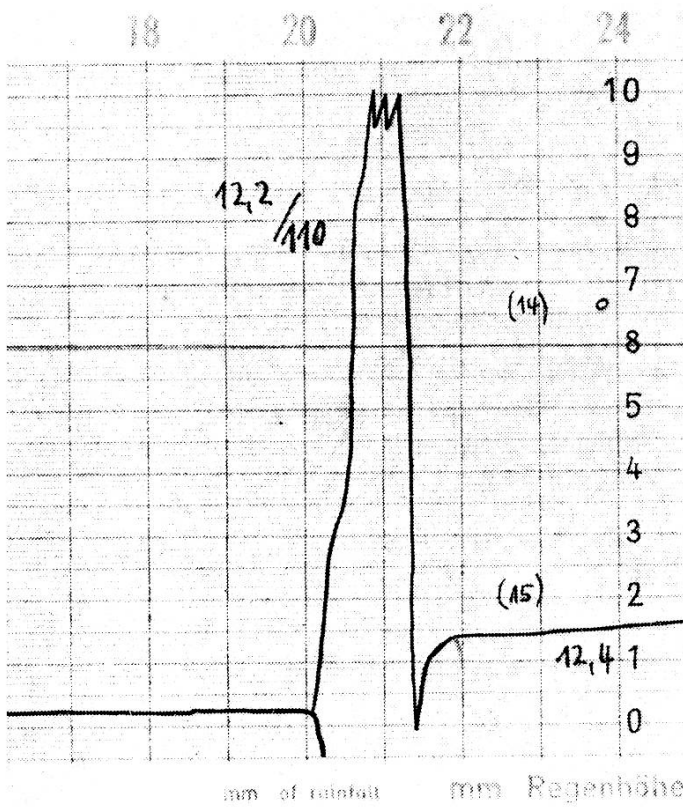
In meinem Untersuchungsgebiet vollzieht sich die Speisung des Grundwassers auf verschiedene Weise.

- a) Der meist durchlässige Talboden nimmt wie oben erwähnt das Meteorwasser direkt auf. Praktisch die ganze Talfläche ist demnach Sammelgebiet des Grundwassers.
- b) Die seitlichen Talhänge geben Sickerwasser ans Talgrundwasser ab. Die eiszeitlichen Schotterterrassen zwischen Burgdorf und Lützelflüh sind als «Sammelgebiet» für das Talgrundwasser von nicht geringer Bedeutung. Die Beobachtungsstelle Nr. 6a zeigt das Verhalten des «Terrassengrundwassers» nordwestlich Lützelflüh.
- c) Unter bestimmten hydrogeologischen Bedingungen kann eine Wechselbeziehung zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser zustandekommen. Es ist möglich, daß zeitweise oder dauernd vom Oberflächengewässer ein Übertritt ins Grundwasser stattfindet. Schon Professor ARBENZ erwähnt in einem Expertenbericht [3, S.12]: «Außerordentlich deutlich ist die Infiltration von der Emme her unterhalb Burgdorf, wo die Emme regelmäßig bei Niederwasser versiegt. Bei der Besichtigung am 14. Januar 1925 war das Emmebett von unterhalb der Eybrücke bei Burgdorf bis zur Einmündung des Limbachs trocken. Wenig später war auch von der Bahnbrücke an kein Wasser mehr vorhanden. Die Waschanstalt Burgdorf pumpt nach Mitteilung von Herrn SCHMID, Mitglied der technischen Kommission Burgdorf, Grundwasser aus 6,5 m Tiefe. Bei Niederwasser sinkt das Wasser tiefer und die Pumpanlage liegt trocken. Wenn die Emme bei der Wynigenbrücke wieder Wasser führt, kommt nach 4 Tagen das Wasser auch bei der Waschanstalt wieder.»

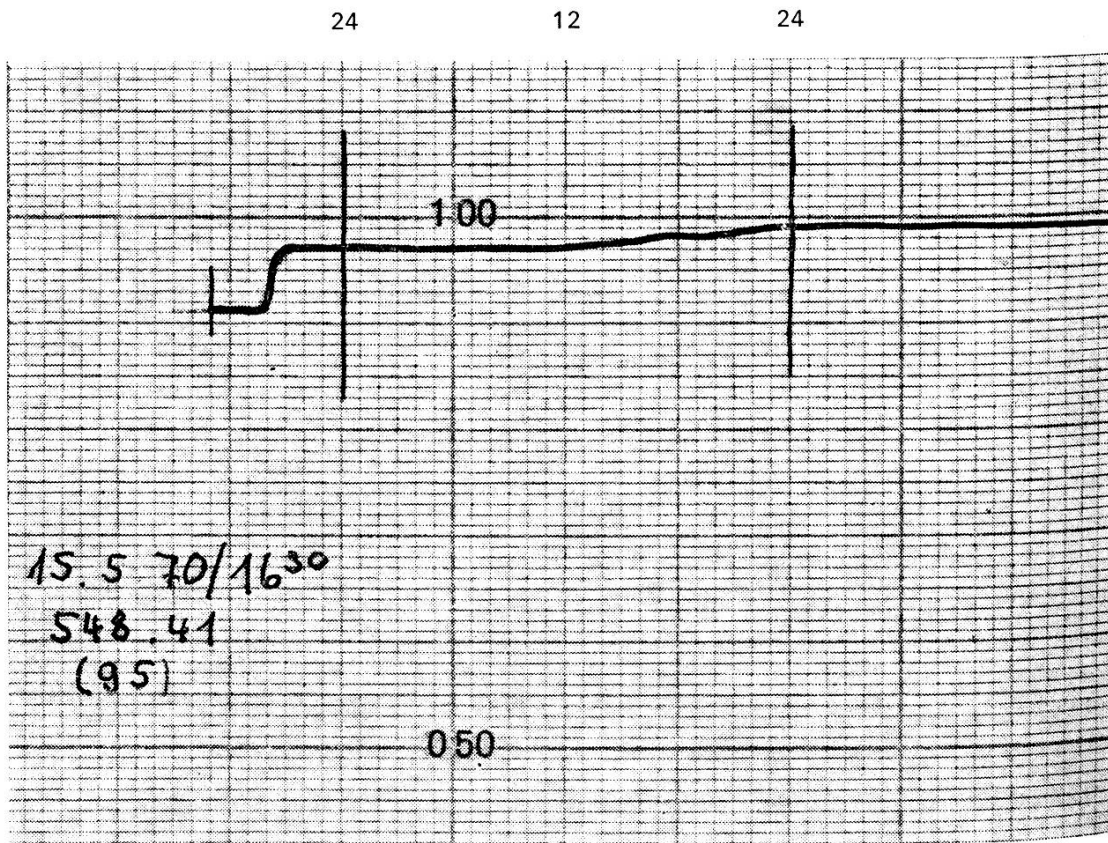
Für den Raum Lützelflüh kann die Infiltration von der Emme her mit eigenen Aufzeichnungen belegt werden. Damit eine Beeinflussung durch Sickerwasser ausgeschlossen ist, wählte ich die niederschlagsfreie Periode vom 3. bis 7. Mai 1970.

Wie aus der Limnigraphenaufzeichnung der Station Burgdorf hervorgeht (Figur 24), handelt es sich um eine Periode mit deutlicher Schneeschmelze, wobei noch eine täglich zunehmende Abflußmenge festzustellen ist. Ver-

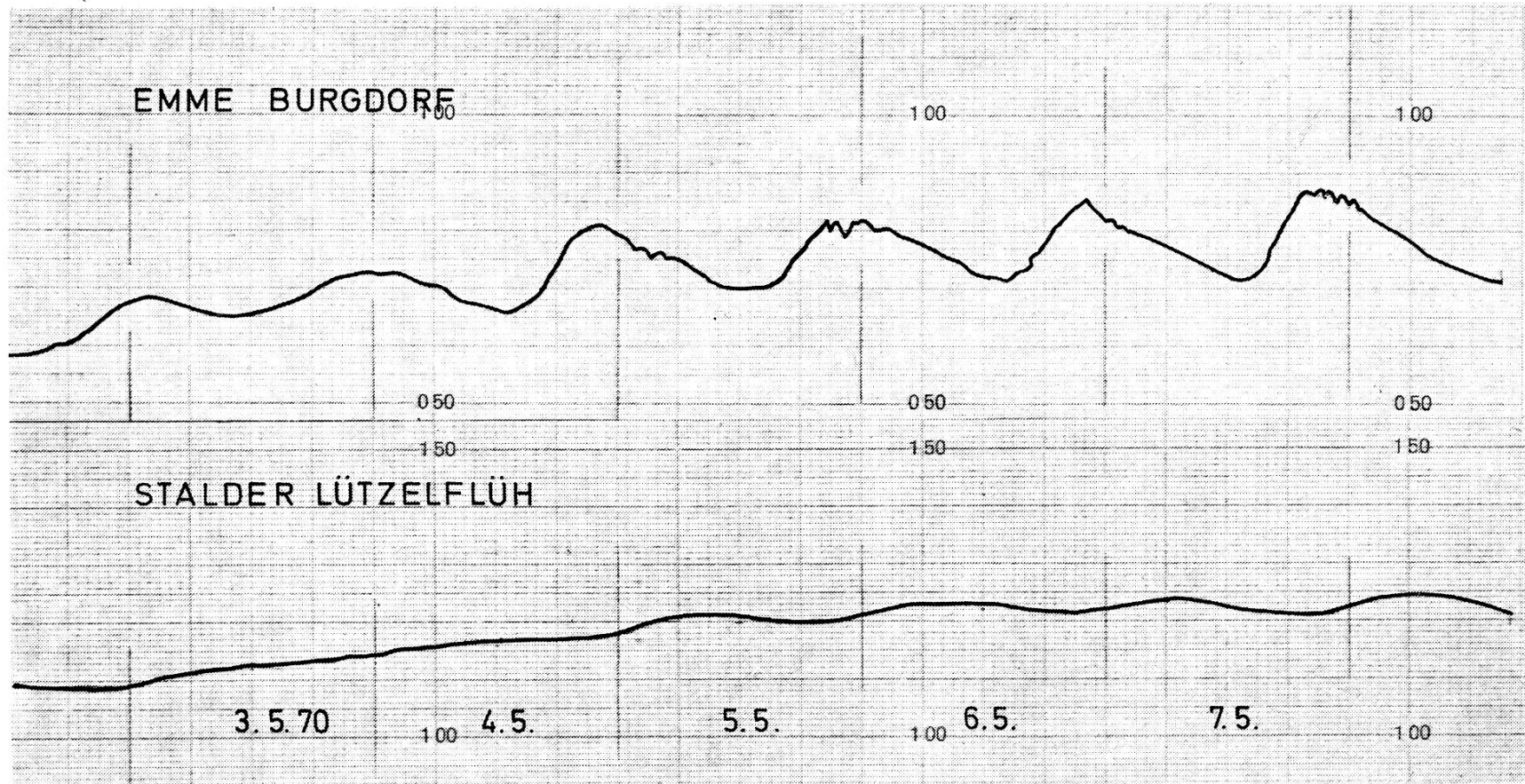
Figur 23



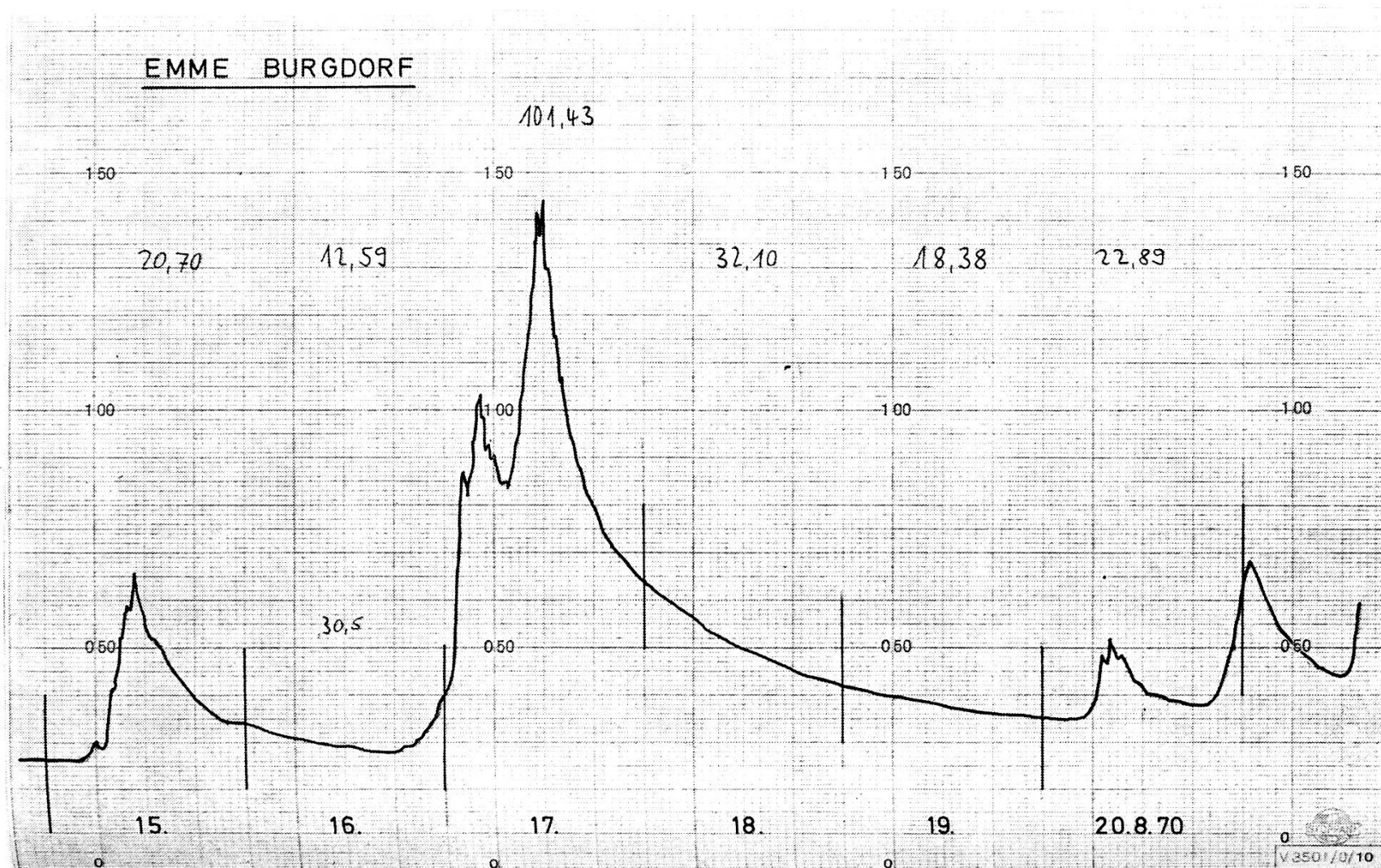
Grundwasserspiegel Burri/Oberburg



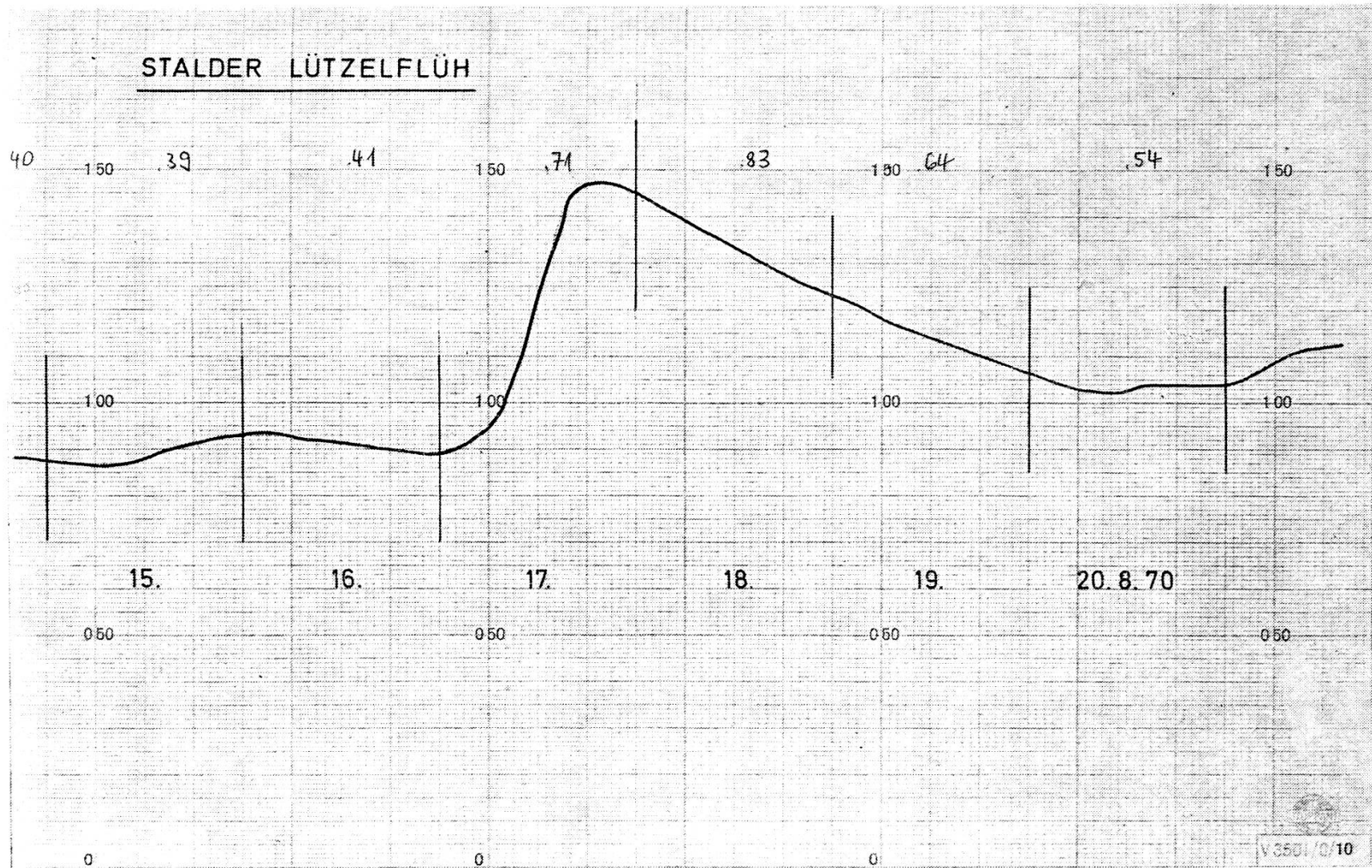
Figur 24



Figur 25



Figur 26



gleichen wir daneben die Aufzeichnungen des Limnigraphen der Grundwasserbeobachtungsstelle Stalder (Nr. 1) in Lützelflüh, so können wir die Schmelzwasserkurven in abgeschwächter Form wiedererkennen. Ebenfalls kann ein allmähliches Ansteigen des Grundwasserspiegels festgestellt werden.

Noch rascher und ausgeprägter reagierte der Grundwasserspiegel beim Hochwasser vom 17. August 1970. Wie aus den Figuren 25 und 26 hervorgeht, registrierte die Limnigraphenstation an der Emme in Burgdorf die Hochwasserspitze um 12.00 Uhr, zwischen 19.00 und 20.00 Uhr erreichte der Grundwasserspiegel bei der erwähnten Beobachtungsstation Nr. 1 den Höchststand.

Durch Temperaturmessungen von Grundwasser und Oberflächengewässer können Infiltrationen auch nachgewiesen werden. Die nur rund fünf Meter vom linken Emmeufer entfernt liegende Beobachtungsstelle Nr. 18 zeigt Extremwerte sowohl nach oben als auch nach unten, die eine Beeinflussung durch die Emme andeuten.

Der Sauberhaltung der Emme und insbesondere dem Schutz vor einer «Vergiftung derselben durch Industrieabwässer» muß eine große Bedeutung beigemessen werden, liegen doch beispielsweise die Grundwasserfassungen der Stadt Burgdorf nur rund hundert Meter von der Emme entfernt.

3.2 BEOBACHTUNGSNETZ UND MESSMETHODEN

Die Grundwasserspiegel-Beobachtungsstellen sind mit den vom WEA vorgeschriebenen Signaturen in der Landeskarte 1:25 000 (Beilage 7) eingezeichnet. Nach intensivem Aktenstudium und mehrmaligen Feldbegehungen wurde ein Beobachtungsnetz festgelegt. Es wurde eine möglichst sinnvolle Verteilung angestrebt, sollten doch später einige für eine weitere Umgebung typische Beobachtungsstellen eruiert werden können. Ab Mitte September 1966 wurden die Grundwasserspiegel wöchentlich mittels eines Kabellichtlotes gemessen.

Alle während der Untersuchungsperiode über eine längere Zeitdauer beobachteten Meßstellen sind nachfolgend in Tabellenform wiedergegeben (Tafel 20), wobei die Zahl vor dem Beobachtungsort der Ordnungsnummer auf der erwähnten Kartenbeilage entspricht. Die unter «Höhe ü. M.» angegebene Zahl gibt die einnivellierte Höhe des Abstichpunktes an.

Falls in der Kolonne «bis» unter Meßperiode kein Datum angegeben ist, wurden nach dem 1. April 1971 die Beobachtungen fortgesetzt.

Die einzelnen Meßwerte sind nicht veröffentlicht, können aber im WEA Bern oder beim Verfasser eingesehen werden.

Nach drei Beobachtungsjahren konnten aufgrund der aufgezeichneten Ganglinien die zur Errichtung einer permanenten Beobachtungsstation geeigneten Meßstellen festgelegt werden. Leider verzögerte vorerst der «finan-

Tafel 20

Grundwasserspiegelmessstellen

Beobachtungsort	Koordinaten	Höhe ü. M.	Meßperiode ab	bis
1. Stalder	619.280/206.140	587.31	5. 4. 1968	—**
2. Lützelflüh P _S	618.940/205.820	585.24	19. 4. 1968	19. 9. 1969
3. Lützelflüh P _N	618.650/206.000	583.02	19. 4. 1968	—*
4. Gerstenmühle	618.450/206.100	579.98	8. 12. 1967	19. 9. 1969
5. WV Mad	617.990/206.300	577.70	5. 4. 1968	19. 9. 1969
6. Bösiger	617.490/206.560	574.60	16. 9. 1966	19. 9. 1969
6a Beer	617.480/206.170	605.98	5. 4. 1968	19. 9. 1969
7. Meister	617.030/207.160	569.23	14. 10. 1966	19. 9. 1969
8. WV Rüegsau	617.090/207.700	572.38	5. 4. 1968	19. 9. 1969
9. Gärtnerei	617.250/207.420	569.56	5. 4. 1968	19. 9. 1969
10. Lenco	161.970/206.880	572.02	5. 4. 1968	19. 9. 1969
11. Samariterposten	616.530/207.620	565.79	16. 9. 1966	19. 9. 1969
12. Hasle F	616.220/207.300	565.28	16. 9. 1966	19. 9. 1969
13. Hasle P	615.860/207.310	563.46	16. 9. 1966	—**
14. Oberburg	615.090/208.510	556.15	16. 9. 1966	19. 9. 1969
15. Burri	614.540/209.210	549.36	5. 4. 1968	—**
16. Flückiger	614.700/209.420	549.60	5. 4. 1968	3. 4. 1970*
17. Heiniger	614.760/209.630	547.81	5. 4. 1968	26. 3. 1970*
18. Rohr 118	614.770/210.030	549.81	9. 8. 1968	—*
19. AMP	614.890/210.210	547.02	5. 4. 1968	19. 9. 1969
20. Hegi	614.100/209.830	545.46	5. 4. 1968	19. 9. 1969
21. BZB	614.530/210.050	545.66	16. 9. 1966	19. 9. 1969
22. Schachtler	614.980/210.540	547.44	5. 4. 1968	19. 9. 1969
23. Rohr 200	614.350/210.540	543.09	5. 4. 1968	3. 4. 1970*
24. Schloßbrunnen	614.440/211.540	584.88	3. 5. 1968	19. 9. 1969
25. Hulliger	614.090/210.480	542.62	5. 4. 1968	—**
26. Von Allmen	614.120/210.520	541.89	16. 1. 1970	*/***
27. Schwimmbad	614.620/211.470	538.65	16. 9. 1966	19. 9. 1969
28. Schafroth	614.490/211.820	536.38	16. 9. 1966	19. 9. 1969
29. Linth	614.590/212.560	532.14	16. 9. 1966	19. 9. 1969
30. Schüpbach NE	612.750/213.040	523.41	6. 4. 1967	—**
31. Schüpbach SW	612.710/212.950	522.36	6. 4. 1967	—*
32. Stauffer	612.250/212.800	522.30	16. 9. 1966	19. 9. 1969
33. Sandeggen	612.400/213.430	521.42	16. 9. 1966	—*
34. Lyssach	611.430/213.050	516.63	16. 9. 1966	19. 9. 1969

Anmerkung:

* Mit Unterbrüchen in der Meßreihe.

** Fortlaufend registrierend ab Frühjahr 1970; vgl. Tafel 21.

*** Ersatz für Nr. 25 bei tiefem Grundwasserstand.

Beobachtungsort	Koordinaten	Höhe ü. M.	Meßperiode ab	bis
35. Kernenried	608.240/213.680	499.78	16. 9. 1966	19. 9. 1969
36. Glauser	607.020/214.030	498.74	16. 9. 1966	19. 9. 1969
37. Rüedtligen	610.030/215.080	504.57	16. 9. 1966	19. 9. 1969
38. Schenk	608.160/214.330	497.97	16. 9. 1966	19. 9. 1969
39. Lagerhaus Fr.	606.380/214.910	494.15	16. 9. 1966	8. 12. 1967
40. Weber Fraubr.	606.440/215.030	494.20	22. 12. 1967	19. 9. 1969
41. Ersigen	611.500/216.060	499.90	16. 9. 1966	19. 9. 1969
42. Schmitz	607.600/215.200	492.42	26. 1. 1968	—**
43. Aeßligen	608.760/216.010	493.53	16. 9. 1966	19. 9. 1969
44. Oesch	612.960/217.520	488.89	6. 4. 1967	19. 9. 1969
45. Wydenhof	610.170/217.110	495.96	23. 9. 1966	—
46. Altwiden S	608.300/217.220	487.77	16. 9. 1966	19. 9. 1969
47. Altwiden N	608.020/217.580	485.62	16. 9. 1966	19. 9. 1969
48. Bahnwärterhaus	608.860/217.550	487.15	7. 10. 1966	19. 9. 1969
49. Tubemoos	607.270/217.160	484.12	16. 9. 1966	19. 9. 1969
50. Tubemoos S	607.420/217.150	485.22	14. 6. 1968	19. 9. 1969
51. Tubemoos N	607.240/217.430	483.36	21. 6. 1968	19. 9. 1969
52. Tubemoos W	607.010/217.370	482.33	12. 7. 1968	19. 9. 1969
53. Grünenau (alt)	610.420/219.630	478.96	23. 9. 1966	5. 4. 1968
Grünenau (neu)	610.420/219.620	479.81	11. 4. 1968	19. 9. 1969
54. Emmehüsli	611.430/219.720	478.98	16. 9. 1966	—**
55. Bernhard	608.010/219.370	473.95	23. 9. 1966	19. 9. 1969
56. Mosterei (alt)	608.780/219.700	474.18	16. 9. 1966	23. 2. 1967
Mosterei (neu)	608.780/219.700	473.83	2. 3. 1967	13. 12. 1968
57. Schwander	612.060/220.090	475.27	29. 9. 1966	19. 9. 1969
58. St. Niklaus	613.280/219.930	483.71	8. 12. 1967	19. 9. 1969
59. Baumann	614.490/221.090	479.85	8. 12. 1867	19. 9. 1969
60. Imhof	609.180/219.530	477.14	29. 11. 1968	19. 9. 1969
61. Baumberger	612.330/220.500	474.88	19. 9. 1966	19. 9. 1969
62. Barbey	607.930/219.970	470.57	23. 9. 1966	—**
63. Rainhof	609.800/220.880	472.77	16. 9. 1966	19. 9. 1969
64. Erli	611.600/221.500	469.55	16. 9. 1966	19. 9. 1969
65. Bätterkinden F	607.620/220.100	472.86	23. 9. 1966	12. 9. 1969
66. Von Arx Sod	608.220/220.890	468.34	28. 10. 1966	12. 10. 1968
67. Wilerfeld	608.980/221.210	468.87	16. 9. 1966	—**
68. Stalder Bät.	606.740/219.740	467.00	20. 4. 1967	19. 9. 1969
69. Sandhubel	614.720/222.200	468.12	5. 7. 1968	19. 9. 1969
70. Studer	614.380/221.560	465.08	12. 7. 1968	19. 9. 1969
71. Schützenhaus B.	607.820/221.310	466.60	27. 12. 1968	19. 9. 1969
72. Sonnmatt (alt)	608.480/222.950	457.29	16. 9. 1966	8. 12. 1967
73. Sonnmatt (neu)	608.440/222.850	459.05	15. 12. 1967	19. 9. 1969

Anmerkung:

* Mit Unterbrüchen in der Meßreihe.

** Fortlaufend registrierend ab Frühjahr 1970; vgl. Tafel 21.

Tafel 21

Tabelle der Grundwassermessstellen mit Schreiber

Nr.	Beobachtungsort	Koordinaten	Höhe ü. M.	Meßbeginn
1.	Stalder	619.280/206.140	587.31	18. 4. 1970
13.	Hasle P	615.860/207.310	563.46	21. 2. 1970
15.	Burri*	614.540/209.210	549.36	11. 4. 1970
25.	Hulliger*	614.080/210.490	542.62	26. 2. 1970
30.	Schüpbach NE	612.750/213.040	523.41	26. 2. 1970
42.	Schmitz	607.600/215.200	492.42	1. 3. 1970
54.	Emmehüsli	611.430/219.720	478.98	27. 2. 1970
62.	Barbey	607.930/219.970	470.57	6. 3. 1970
67.	Wilerfeld	608.980/221.210	468.87	10. 4. 1970

Anmerkung:

* Bei tiefem Grundwasserstand trocken.

zielle Engpaß» des WEA und schließlich die langen Lieferfristen der Firma Stoppani die Errichtung der Stationen. Die geeigneten neun Meßstellen wurden aber weiterhin wöchentlich kontrolliert. Glücklicherweise konnte mir das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft 4 revidierte überzählige Apparate zur Verfügung stellen. Schließlich konnten auch die Apparate des WEA eingebaut werden, so daß ab 18. April 1970 neun permanente Grundwasserspiegelbeobachtungsstationen mit Schreibvorrichtung im Einsatz standen (Tafel 21). Durch Korrelationsrechnung können nun Zahlenwerte für Stationen ermittelt werden, die ab Oktober 1969 nicht mehr beobachtet wurden.

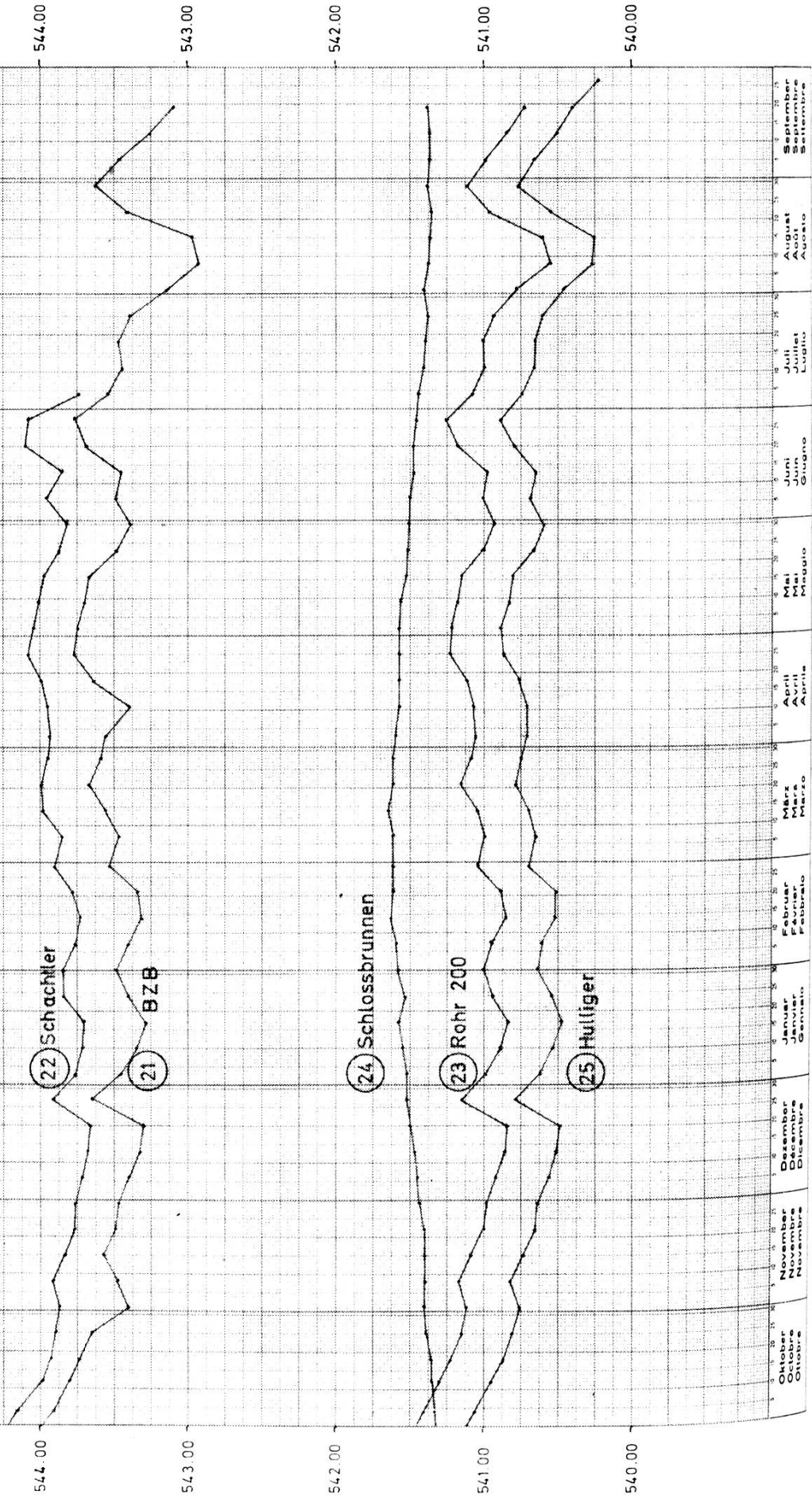
3.3 GRUNDWASSERSPIEGELSCHWANKUNGEN UND MÄCHTIGKEITEN DES GRUNDWASSERLEITERS

Die graphisch dargestellten Grundwasserspiegelhöhen aller ins Beobachtungsnetz einbezogenen Stationen geben einen umfassenden Überblick sowohl hinsichtlich der Extremwerte und der daraus resultierenden Amplituden als auch hinsichtlich des jahreszeitlichen Verlaufs. Figur 27 zeigt einige ausgewählte Beispiele. Sämtliche Ganglinien können im WEA Bern oder beim Verfasser eingesehen werden.

Um einen Gesamtüberblick des Arbeitsgebietes geben zu können, haben wir die bis Dezember 1968 ermittelten Extremwerte in einer Karte 1:50 000 wiedergegeben (Beilage 8). Die Karte – sie wurde freundlicherweise von CHARLES MÄDER gezeichnet – enthält zudem die Isophysen des Grund-

Grundwasserspiegel 1968/69

(ausgewähltes Beispiel)



wasserspiegels vom 27. September 1968 (hoher Grundwasserstand). Da die Karte im Regionalplanungsbericht veröffentlicht werden mußte, enthält sie nur die Zahlenwerte einer etwas mehr als zweijährigen Beobachtungsperiode. Zudem ist in diesem Maßstab nur eine Gesamtübersicht möglich. Falls in einem speziellen Gebiet hydrologische Fragen geklärt werden müssen, ist es unumgänglich, ein engmaschigeres Beobachtungsnetz zu kontrollieren und Äquidistanzen von einem oder einem halben Meter zu wählen.

Für die Beobachtungsperiode Herbst 1966 bis Herbst 1969 behielten die Amplitudenwerte unserer Karte ihre Gültigkeit, hingegen lieferten November und Dezember neue Tiefststände und der April 1970 wartete mit neuen Höchstständen auf.

Zur Illustration für das Maß der Änderung der Amplituden gegenüber den auf der Karte angegebenen Werten seien einige Beispiele weiterbetriebener Beobachtungsstationen aufgeführt.

Station	Amplitude bis Dezember 1968	Amplitude bis April 1971
13. Hasle P	1.01	1.24
30. Schüpbach NE	5.17	~ 6.30
33. Sandeggen	6.17	6.79
42. Schmitz	0.75	1.89
54. Emmehüsli	1.79	2.27
62. Barbey	0.89	1.28

Wie aus diesen Beispielen und der Karte hervorgeht, treten die größten Spiegelschwankungen im Gebiet unmittelbar NW Burgdorfs auf. Emmeabwärts nehmen die Amplitudenwerte mehr und mehr ab, und nordwestlich Wiler treten zufolge der Drainage, die sich zur Bewirtschaftung des Landes aufdrängte, praktisch keine Spiegelschwankungen mehr auf (vgl. Tafel 22). Das Gebiet nördlich Wiler weist eine bedeutende Anzahl von Quellaufstößen auf, was auf einen oberflächennahen Grundwasserstauer hindeutet.

Verschiedentlich konnte ich übrigens feststellen – und zwar deutlich auch im Gebiet nördlich Burgdorfs – daß die durch Gewitter im Napfgebiet verursachte zunehmende Wasserführung der Emme sich auf die in ihrem Einflußbereich liegenden Beobachtungsstellen auswirkte. Es zeichnet sich zum Beispiel lediglich durch meine Grundwasserspiegelmessungen eine zwischen Koppigen und Utzenstorf nach Norden verlaufende Felskuppe ab. Aus diesem Grunde wurden auf der Karte in diesem Bereich die Grundwasserisohypsen mit Fragezeichen versehen und nur in unterbrochenen Linien eingetragen. Die Molasse ist übrigens unmittelbar östlich unserer Beobachtungsstelle Rainhof (Nr. 63) unter einer etwa 30 cm starken Humusdecke anstehend.

Der Bau von Querschwellen in der Emme führte zum Teil auch zu interessanten hydrologischen Ergebnissen. So wurde beispielsweise etwa 700 m

Tafel 22

Werte zur Amplitudenkarte
(Abstiche und Amplitude in cm)

Beobachtungsort	Min.	Datum	Max.	Datum	Amplitude	Beginn der Messung
1. Stalder	408	13. 12. 1968	308	9. 8. 1968	100	5. 4. 1968
		20. 12. 1968				
2. Lützelflüh Ps	501	20. 12. 1968	402	9. 8. 1968	99	19. 4. 1968
3. Lützelflüh PN	483	20. 12. 1968	381	27. 9. 1968	102	19. 4. 1968
4. Gerstenmühle	305	23. 12. 1967	194	9. 8. 1968	111	8. 12. 1967
5. WV Mad	183	20. 12. 1968	89	9. 8. 1968	94	5. 4. 1968
6. Bösiger	245	23. 12. 1967	95	9. 8. 1968	150	16. 9. 1966
6a Beer	493	19. 7. 1968	380	27. 9. 1968	113	5. 4. 1968
7. Meister	110	23. 12. 1967	82	9. 8. 1968	28	14. 10. 1966
8. WV Rüegsau	439*	12. 7. 1968	249	27. 9. 1968	190 (*)	5. 4. 1968
	371				122	
9. Gärtnerei	132	5. 7. 1968	52	27. 9. 1968	80	5. 4. 1968
10. Lenco	388**	20. 12. 1968	328	9. 8. 1968	60	5. 4. 1968
11. Samariterposten	161	23. 12. 1967	87	9. 8. 1968	74	16. 9. 1966
12. Hasle F	140	23. 12. 1967	40	27. 9. 1968	100	16. 9. 1966
13. Hasle P	131	23. 12. 1967	30	27. 9. 1968	101	16. 9. 1966
14. Oberburg	373	23. 12. 1967	211	16. 8. 1968	162	16. 9. 1966
15. Burri	153	2. 8. 1968	77	16. 8. 1968	76	5. 4. 1968
16. Flückiger	306	2. 8. 1968	220	16. 8. 1968	86	5. 4. 1968
17. Heiniger	213	2. 8. 1968	127	9. 8. 1968	86	5. 4. 1968
19. AMP	345	14. 6. 1968	243	9. 8. 1968	102	5. 4. 1968
20. Hegi	207	2. 8. 1968	107	27. 9. 1968	100	5. 4. 1968
21. BZB	348	23. 12. 1967	161	27. 9. 1968	187	16. 9. 1966
22. Schachtler	384	14. 6. 1968	306	9. 8. 1968	78	5. 4. 1968
23. Rohr 200	227	14. 6. 1968	159	27. 9. 1968	68	5. 4. 1968
24. Schloßbrunnen	4389	3. 5. 1968	4336	27. 12. 1968	53	3. 5. 1968
25. Hulliger	214	20. 12. 1968	151	16. 8. 1968	63	5. 4. 1968
27. Schwimmbad	365	23. 12. 1967	208	9. 8. 1968	157	16. 9. 1966
28. Schafroth	522	15. 12. 1967	357**	9. 8. 1968	165	16. 9. 1966
29. Linth	264	8. 12. 1967	85	9. 8. 1968	179	16. 9. 1966
30. Schüpbach NE	1040	22. 12. 1967	523	27. 9. 1968	517	6. 4. 1967
31. Schüpbach SW	955	22. 12. 1967	461	27. 9. 1968	494	6. 4. 1967
32. Staufer	1199	22. 12. 1967	670	27. 9. 1968	529	16. 9. 1966
33. Sandeggen	1125	22. 12. 1967	508	12. 10. 1968	617	16. 9. 1966
34. Lyssach	999	22. 12. 1967	505*	27. 9. 1968	494	16. 9. 1966

PS. Diese Tabelle umfaßt die Meßwerte vom Beginn der Messungen bis zum 27. Dezember 1968!

* Pumpe in Betrieb.

** Messung 5 Minuten nach Abstellen der Pumpe, wobei der Ruhespiegel meistens noch nicht erreicht war.

Werte zur Amplitudenkarte
(Abstiche und Amplitude in cm)

Beobachtungsort	Min.	Datum	Max.	Datum	Amplitude	Beginn der Messung
35. Kernenried	340	22. 12. 1967	165	27. 9. 1968 4. 10. 1968	175	16. 9. 1966
36. Glauser	216	22. 12. 1967	82	8. 11. 1968	128	16. 9. 1966
37. Rüedtligen	1279*	22. 12. 1967	821*	27. 9. 1968	458*	16. 9. 1966
38. Schenk	438	22. 12. 1967	224	27. 9. 1968	214	16. 9. 1966
40. Weber Fraubrunnen ..	147	5. 7. 1968	103	29. 12. 1967 27. 12. 1968	44	22. 12. 1967
41. Ersigen	852	29. 12. 1967	548	27. 9. 1968	304	16. 9. 1966
42. Schmitz	229	2. 8. 1968	154	27. 9. 1968	75	2. 2. 1968
43. Aeßligen	662	22. 12. 1968	381	27. 9. 1968	281	16. 9. 1966
44. Oesch	372	19. 7. 1968 26. 7. 1968	256	27. 9. 1968	116	6. 4. 1967
45. Wydenhof	1211	22. 12. 1968	830	27. 9. 1968	381	23. 9. 1966
46. Altwiden S	454	22. 12. 1968	261	27. 9. 1968	193	16. 9. 1966
47. Altwiden N	323	22. 12. 1968	201	27. 9. 1968	122	16. 9. 1966
48. Bahnwärterhaus	544	22. 12. 1968	305	27. 9. 1968	239	7. 10. 1966
49. Tubemoos	121	13. 12. 1968	91	8. 6. 1967	30	16. 9. 1966
53. Grünenau	475.42	22. 12. 1967	476.78	27. 9. 1968	136	23. 9. 1966
54. Emmehüsli	492	22. 12. 1967	313	27. 9. 1968	179	29. 9. 1966
55. Bernhard	35	24. 11. 1967 26. 1. 1968	23	1. 6. 1967	12	23. 9. 1966
56. Mosterei	43	22. 12. 1967	18	8. 6./2. 3. 1967	25	16. 9. 1966
57. Schwander	306	22. 12. 1967	160	27. 9. 1968	146	29. 9. 1966
58. St. Niklaus	783	13. 9. 1968	641	24. 5. 1968	142	8. 12. 1967
59. Baumann	655	22. 12. 1968	374	16. 8. 1968	308	8. 12. 1967
61. Baumberger	545	22. 12. 1967	474	27. 9. 1968	71	16. 9. 1966
62. Barbey	281	26. 10. 1967	192	27. 9. 1968	89	23. 9. 1966
63. Rainhof	548	22. 12. 1967	477	27. 9. 1968	71	16. 9. 1966
64. Erli	355	22. 12. 1967	246	27. 9. 1968	109	16. 9. 1966
66. Von Arx Sod	465.57	22. 12. 1967	466.21	27. 9. 1968	64	16. 9. 1966
67. Wilerfeld	338	22. 12. 1967	248	27. 9. 1968	90	16. 9. 1966
68. Stalder Bätterkinden .	511	20. 10. 1967	309	27. 9. 1968	202	20. 4. 1967
69. Sandhubel	287	2. 8. 1968	227	27. 9. 1968	60	5. 7. 1968
73. Sonnmatt	204	14. 6. 1968	188	27. 9. 1968	16	15. 12. 1967

PS. Diese Tabelle umfaßt die Meßwerte vom Beginn der Messungen bis zum 27. Dezember 1968!

* Pumpe in Betrieb.

** Messung 5 Minuten nach Abstellen der Pumpe, wobei der Ruhespiegel meistens noch nicht erreicht war.

oberhalb der Haslebrücke im Rüegsauschachen beim Schwellenbau im Jahre 1962 die Molasse angetroffen. Diese Schwelle befindet sich unmittelbar südlich des Emmenau-Hängestegs. In dieser Region befinden sich einerseits die Grundwasserbeobachtungsstellen Meister (Nr.7) und Gärtnerei (Nr.9), welche beide einen äußerst kleinen Flurabstand aufweisen, und andererseits liegt in diesem Gebiet auch der berühmte Quellaufstoß der «Chuderglungge» (vgl. Kapitel «Quellen und Quellgebiete»). Die Molasse zwingt das Grundwasser zum Austreten.

Ähnliche Beispiele können nördlich Kirchberg sowohl östlich als auch westlich der Emme nachgewiesen werden. Während die Molasse im Raume des Schlosses Landshut (nördlich Utzenstorf) die Oberfläche erreicht, wurde bei einer Kernbohrung, die vom WEA zwecks hydrogeologischer Untersuchungen südlich Utzenstorf (Koord. 609.590/219.050) angeordnet wurde, die Molasse 19,95 m unter Terrain erreicht (460,98 m ü. M.). Der Wasserspiegel wurde am 5. Oktober 1971 3,05 m unter Terrain angetroffen.

Bei der rund 2,2 km südlich davon gelegenen Bohrung im Gebiet Widenhof (Koord. 610.020/216.885) stieß man 34,75 m unter Terrain auf sandig-siltigen «Verwitterungslehm» und bei 35,00 m auf beigen, weichen Sandstein. 10,75 m unter Terrain stand am 21. September 1971 der Wasserspiegel. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters belief sich somit auf 24,0 m; bei der Bohrung südlich Utzenstorf am 5. Oktober 1971 nur auf 16,90 m.

Bei den Voruntersuchungen zur Errichtung einer neuen Grundwasserfassung für die Vennersmühle-Wasserversorgung wurde im Fraubrunnenwald an 4 Stellen gebohrt. Die südlichste Bohrung (Koord. 608.125/215.055) wurde bei 38,30 m unter Terrain (= 457,19 m ü. M.) abgebrochen, ohne die Molasse erreicht zu haben. Am 7. November 1970 befand sich hier der Wasserspiegel 5,05 m unter Terrain.

Eine nur wenig entfernt gelegene Bohrung (Koord. 608.075/215.185) erreichte bei einer Tiefe von 34,20 m die Molasse ebenfalls nicht. Hingegen traf man bei 33,45 m auf zähen, gelben Lehm von 55 cm Mächtigkeit. Darunter folgte Grobkies mit Lehmknollen. Den Wasserspiegel stellte man am 7. November 1970 in 4,40 m Tiefe fest. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters erreicht demnach 29,05 m.

Eine Bohrung 325 Meter weiter nördlich erreichte bei einer Gesamttiefe von 25,60 m in 24,80 m Tiefe die Molasse (weinrotgefleckte, grünliche Mergel) und in 4,30 m Tiefe den Wasserspiegel (7.11.1970). Die Wassersäule erreicht hier demnach 20,50 m.

Eine vierte Bohrung – 1,2 km nordwestlich der obgenannten – erreichte die Molasse bereits in 15 m Tiefe (Gesamttiefe der Bohrung: 15,70 m). Der Wasserspiegel wurde 1,10 m unter der Oberfläche festgestellt (7.11.1970); die Mächtigkeit des Grundwasserleiters erreicht hier also nur noch 13,90 m.

Durch das Ansteigen der Molasseoberfläche in nordwestlicher Richtung wird auch hier das Grundwasser zum Austritt gezwungen. In der Tat befindet sich westlich der genannten Bohrungen das Fraubrunnenmoos, wel-

ches durch ein umfassendes Drainagesystem entwässert wird. Zudem führt der früher von der Mühle Schalunen als Energiespender dienende Bach vorwiegend das Wasser von Grundwasserquellen und Drainageröhren ab.

Der unsichtbare, die Emme begleitende Grundwasserstrom wird also an verschiedenen Stellen meines Untersuchungsgebietes zum Austritt aus dem Talschotter, dem Grundwasserleiter, gezwungen. Diese Aufstöße und Quellen fließen teils in Gewerbe- und Fabrikkanäle oder werden direkt in die Emme geleitet.

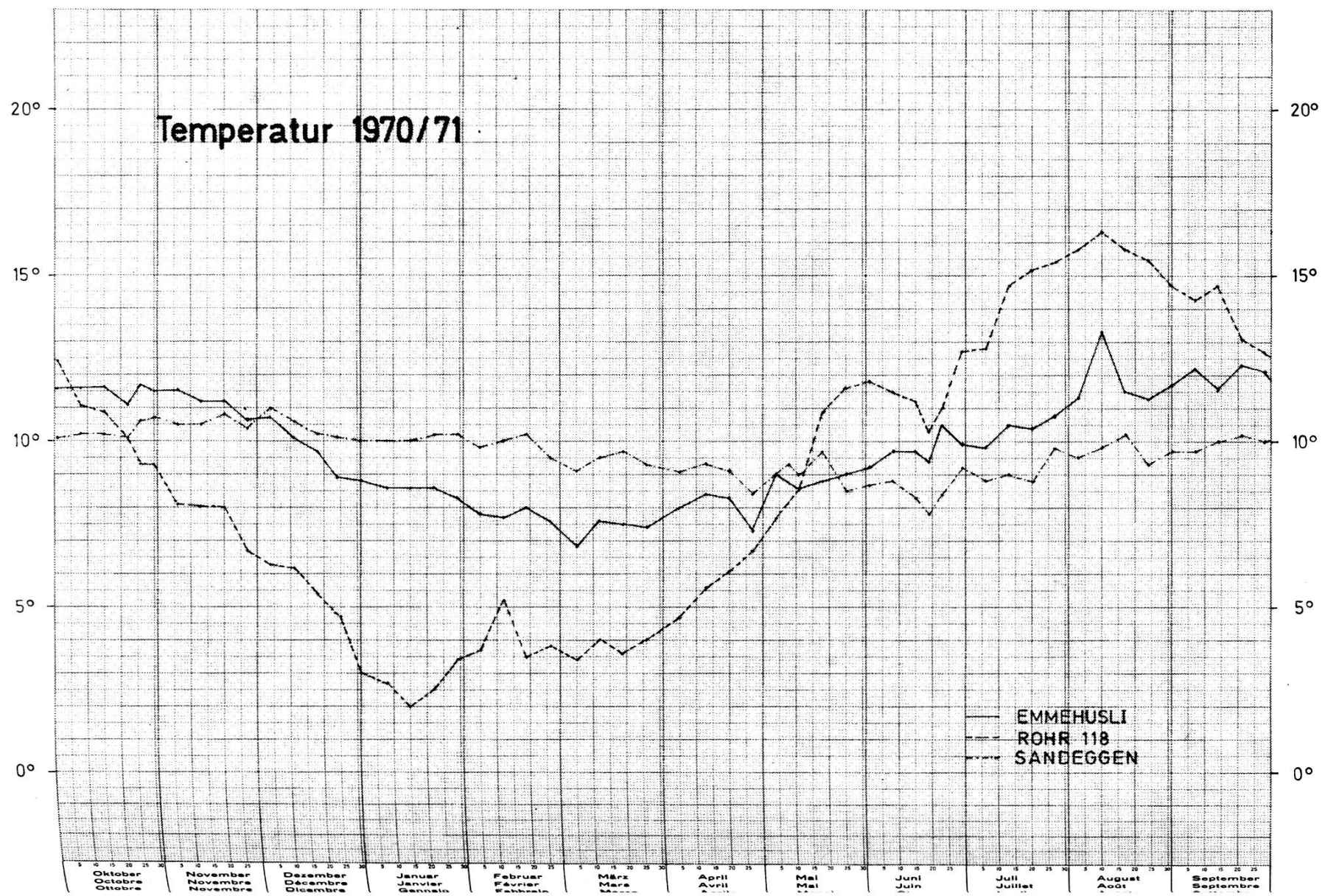
3.4 TEMPERATURVERHÄLTNISSE UND QUALITÄT DES GRUNDWASSERS

Wie bei den Oberflächengewässern wurden auch bei einigen ausgewählten Grundwasserbeobachtungsstellen vom 14. August 1970 bis zum Oktober 1971 die Temperaturen gemessen. Bei den ausgesuchten Beobachtungsstellen handelt es sich – nebst einigen zusätzlichen – vorwiegend um Stationen mit Schreibregistratur. Da der Schwimmer bei Schüpbach NE (Nr. 30) das 4"-Rohr praktisch ausfüllt, war eine Wasserentnahme nicht möglich. Aus diesem Grund wurden die Temperaturen im nur wenig entfernten Rohr SW (Nr. 31) gemessen. Die Wasserprobe wurde mittels eines Messingzylinders aus den Schächten und Bohrungen geholt. Um genauere Meßresultate zu erhalten, wurde der Messingbehälter eingetaucht und erst nach rund 5 Minuten emporgezogen, damit das Gefäß, das vorher die Lufttemperatur angenommen hatte, nicht die Wassertemperatur zu beeinflussen vermochte. Die Wartezeit von 5 Minuten konnte ausgezeichnet für das Auswechseln der Registrierstreifen verwendet werden.

In Tafel 23 sind die gemessenen Temperaturen wiedergegeben. Über die Extremwerte der einzelnen Beobachtungsstationen gibt die Zusammenstellung auf Seite 288 Auskunft.

Suchen wir bei der Differenz zwischen Maximum und Minimum wieder nach den Extremwerten, so fällt einerseits der Beobachtungsort Rohr 118 (Nr. 18) (mit 14,3° C) und andererseits Schüpbach SW (Nr. 31) mit nur 2,4° C Unterschied auf. Beim Rohr 118 bewirkt, wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erläutert wurde, die Infiltration von der Emme her die gewaltige Temperaturschwankung. Die zweitkleinste Temperaturdifferenz, nämlich 4,4° C, finden wir bei Sandeggen (Nr. 33), also ebenfalls in diesem NW Burgdorfs gelegenen Raum. Um den Temperaturverlauf einiger Beobachtungsstellen deutlicher aufzuzeigen, habe ich in Figur 28 denjenigen der Stationen Rohr 118, Sandeggen und Emmehüsli graphisch dargestellt. Man vergleiche dabei – unter Berücksichtigung der Kulminationen – speziell den Verlauf bei Rohr 118 und Sandeggen.

Für die Untersuchungen hinsichtlich Qualität und chemischer Beschaffenheit wurden allein für das Blatt 1147.4, Burgdorf (1:10000), 22 Grundwas-



Tafel 23

Temperaturen ausgewählter Grundwasserbeobachtungsstellen

	14.8.1970	21.8.1970	28.8.1970	4.9.1970	11.9.1970	18.9.1970	24.9.1970	1.10.1970	8.10.1970	15.10.1970
1. Stalder	11,4	11,5	12,1	11,9	12,2	12,6	11,4	11,5	11,4	11,4
3. Lützelflüh							11,7	11,7	11,7	11,4
13. Hasle P	12,6	12,6	12,4	11,8	11,4	11,3	11,4	11,2	10,9	10,5
15. Burri	12,0	12,1	12,1	11,6	11,6	11,3	10,9	10,8	10,6	10,3
18. Rohr 118	14,9	14,4	13,2	13,9	13,9	13,5	12,5	12,4	11,1	10,9
25. Hulliger	12,9	12,9	13,1	13,0	13,2	13,2	13,2	13,1	12,9	12,7
31. Schüpbach	10,5	10,6	11,6	11,0	10,7	11,0	11,5	10,7	10,7	10,0
33. Sandeggen	8,9	8,9	9,3	9,9	10,0	10,1	10,1	10,1	10,2	10,2
42. Schmitz	14,1	14,5	14,8	14,5	14,0	13,7	13,2	13,1	13,2	12,0
45. Wydenhof	10,5	9,7	10,5	10,3	10,5	10,2	10,2	9,8	9,8	10,1
54. Emmehüsli	11,4	12,0	12,2	12,5	12,2	12,2	11,6	11,6	11,6	11,6
62. Barbey	11,5	12,0	12,0	12,5	12,8	12,6	12,7	12,4	12,6	12,6
67. Wilerfeld	14,5	11,0	11,5	11,5	11,1	11,0	11,0	11,0	11,2	11,1
	22.10.1970	26.10.1970	30.10.1970	6.11.1970	13.11.1970	20.11.1970	27.11.1970	4.12.1970	11.12.1970	18.12.1970
1. Stalder	10,6	10,4	11,0	10,6	10,4	10,4	9,3	10,0	9,1	8,7
3. Lützelflüh	10,9	11,3	11,7	10,7	10,7	10,6	9,4	10,4	9,4	9,2
13. Hasle P	9,9	9,8	10,0	9,7	9,5	9,5	9,3	9,4	9,0	8,8
15. Burri	10,1	9,5	9,6	9,4	9,3	9,2	8,5	9,0	8,5	8,3
18. Rohr 118	10,1	9,3	9,3	8,1	8,0	8,0	6,7	6,3	6,2	5,4
25. Hulliger	12,2	12,0	12,0	11,4	11,3	10,8	10,3	10,4	9,3	9,2
31. Schüpbach	10,0	10,1	10,5	10,4	10,4	10,4	10,0	11,0	10,1	9,9
33. Sandeggen	10,1	10,6	10,7	10,5	10,5	10,8	10,4	11,0	10,6	10,2
42. Schmitz	11,5	11,8	11,2	11,2	10,6	10,4	9,4	9,6	8,9	8,0
45. Wydenhof	10,1	10,3	10,1	10,2	10,4	10,6	10,0	10,4	10,0	10,0
54. Emmehüsli	11,1	11,7	11,5	11,5	11,2	11,2	10,6	10,7	10,1	9,7
62. Barbey	12,4	12,3	12,2	12,0	11,9	11,6	11,0	11,0	10,6	10,1
67. Wilerfeld	11,1	11,3	11,0	11,1	10,9	11,1	9,7	10,7	10,4	10,6

	24.12.1970	31.12.1970	8.1.1971	15.1.1971	22.1.1971	29.1.1971	5.2.1971	12.2.1971	19.2.1971	26.2.1971
1. Stalder	8,0	7,6	6,9	*	*	7,0	6,7	6,6	6,6	6,3
3. Lützelflüh	8,4	8,8	8,0	8,0	8,0	7,7	7,5	7,3	7,6	7,0
13. Hasle P	8,5	8,5	8,2	8,0	8,2	8,3	8,1	8,0	8,1	8,0
15. Burri	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18. Rohr 118	4,7	3,0	2,7	2,0	2,5	3,4	3,7	5,2	3,5	3,8
25. Hulliger	9,1	8,7	8,0	7,9	8,0	7,9	7,7	7,5	7,5	7,2
31. Schüpbach	9,4	9,8	9,8	9,7	9,7	9,8	9,6	9,5	9,5	9,2
33. Sandeggen	10,1	10,0	10,0	10,0	10,2	10,2	9,8	10,0	10,2	9,5
42. Schmitz	7,5	6,6	5,8	6,3	6,4	6,7	6,1	5,6	6,1	6,7
45. Wydenhof	10,0	9,4	9,2	9,6	9,7	9,4	9,1	9,1	9,2	9,0
54. Emmehüsli	8,9	8,8	8,6	8,6	8,6	8,3	7,8	7,7	8,0	7,6
62. Barbey	9,7	9,0	9,0	8,5	8,4	8,1	8,0	7,8	7,8	7,1
67. Wilerfeld	10,2	9,6	9,4	9,6	9,7	9,2	9,0	8,8	8,8	8,5

* Nicht meßbar (Wsp tiefer als Schachtsohle).

	5.3.1971	12.3.1971	19.3.1971	26.3.1971	5.4.1971	13.4.1971	20.4.1971	27.4.1971	4.5.1971	11.5.1971
1. Stalder	6,1	6,1	6,2	5,9	6,4	6,4	6,9	6,8	7,5	*
3. Lützelflüh	7,0	7,3	7,7	6,5	7,0	7,4	7,5	7,2	—	8,5
13. Hasle P	8,0	8,2	8,2	8,5	8,2	8,4	8,4	8,7	9,5	9,5
15. Burri	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18. Rohr 118	3,4	4,0	3,6	4,0	4,7	5,6	6,1	6,7	7,7	8,6
25. Hulliger	6,6	6,4	7,5	7,1	6,7	6,5	6,8	7,4	7,8	8,9
31. Schüpbach	—	9,8	10,0	9,6	9,6	10,0	10,0	9,2	9,8	10,0
33. Sandeggen	9,1	9,5	9,7	9,3	9,1	9,3	9,1	8,4	9,3***	9,0
42. Schmitz	4,9	5,7	6,1	6,2	7,3	7,3	8,0**	7,8	10,4***	9,3
45. Wydenhof	8,4	8,8	9,1	8,6	8,5	8,5	8,4**	8,1	9,3***	9,4
54. Emmehüsli	6,8	7,6	7,5	7,4	8,0	8,4	8,3	7,3	9,0	8,6
62. Barbey	6,9	7,2	7,1	7,0	6,2	6,4	6,5**	6,7	7,8***	8,3
67. Wilerfeld	7,8	8,2	8,3	8,1	8,0	7,9	8,1**	7,7	8,5***	8,4

* Nicht meßbar (Wsp tiefer als Schachtsohle).

** Messung am 21.4.1971 durchgeführt.

*** Messung am 8.5.1971 durchgeführt.

	18.5.1971	25.5.1971	1.6.1971	8.6.1971	15.6.1971	19.6.1971	23.6.1971	29.6.1971	6.7.1971	13.7.1971	20.7.1971
1. Stalder	8,9	8,5	9,0	9,3	9,4	9,4	9,8	9,9	10,4	10,2	10,3
3. Lützelflüh	8,6	9,3	9,7	10,5	9,9	9,4	10,5	10,3	10,3	10,9	10,1
13. Hasle P	9,7	10,5	10,5	11,0	10,6	10,7	11,2	11,1	11,2	11,8	11,7
15. Burri	*	*	*	11,2	11,3	11,0	11,7	11,6	11,8	11,5	11,7
18. Rohr 118	10,9	11,6	11,8	11,5	11,2	10,3	11,0	12,7	12,8	14,7	15,2
25. Hulliger	8,6	9,2	9,8	10,0	10,3	10,0	10,6	10,8	10,7	11,7	11,8
31. Schüpbach	10,8	11,0	10,5	11,3	10,8	9,9	10,8	10,6	10,5	10,8	10,3
33. Sandeggen	9,7	8,5	8,7	8,8	8,3	7,8	8,4	9,2	8,8	9,0	8,8
42. Schmitz	9,5	10,2	10,5	10,6	10,8	10,6	11,9	12,4	13,4	12,9	12,2
45. Wydenhof	8,5	9,2	9,2	9,3	9,0	9,0	9,2	9,3	9,3	9,9	9,3
54. Emmehüsli	8,8	9,0	9,2	9,7	9,7	9,4	10,5	9,9	9,8	10,5	10,4
62. Barbey	8,4	8,7	9,4	9,7	9,5	9,3	11,1	11,5	10,7	11,2	11,1
67. Wilerfeld	8,4	8,5	8,9	9,4	9,1	8,4	9,5	9,3	9,5	9,7	9,3

* Nicht meßbar (Wsp tiefer als Schachtsohle).

	27.7.1971	3.8.1971	10.8.1971	17.8.1971	24.8.1971	31.8.1971	7.9.1971	14.9.1971	21.9.1971	28.9.1971	5.10.1971
1. Stalder	10,8	11,0	11,1	11,3	11,2	11,4	*	11,4	*	*	*
3. Lützelflüh	11,5	10,7	11,7	11,8	11,0	11,3	11,5	11,2	11,8	11,7	11,3
13. Hasle P	12,3	12,6	12,0	12,7	11,9	12,4	12,1	12,2	11,7	11,5	11,2
15. Burri	12,3	12,8	11,8	11,8	11,5	11,7	*	*	*	*	*
18. Rohr 118	15,4	15,8	16,3	15,8	15,5	14,7	14,3	14,7	13,1	12,7	12,3
25. Hulliger	12,3	12,5	12,3	12,8	12,7	13,1	12,2	12,2	12,0	12,1	11,8
31. Schüpbach	11,3	10,8	11,5	11,0	10,6	10,4	9,9	10,6	9,8	10,0	9,7
33. Sandeggen	9,8	9,5	9,8	10,2	9,3	9,7	9,7	10,0	10,2	10,0	10,3
42. Schmitz	12,6	13,4	14,5	14,5	13,9	13,6	14,1	13,6	13,8	13,2	12,5
45. Wydenhof	10,1	10,4	10,5	11,3	11,0	11,8	12,9	12,2	12,6	12,3	12,0
54. Emmehüsli	10,8	11,3	13,3	11,5	11,3	11,7	12,2	11,6	12,3	12,1	11,2
62. Barbey	11,2	12,1	13,6	12,7	12,8	13,6	13,4	13,6	13,7	14,3	13,6
67. Wilerfeld	10,3	10,7	10,4	10,4	10,3	10,8	11,2	10,8	11,5	11,2	11,2

* Nicht meßbar (Wsp tiefer als Schachtsohle).

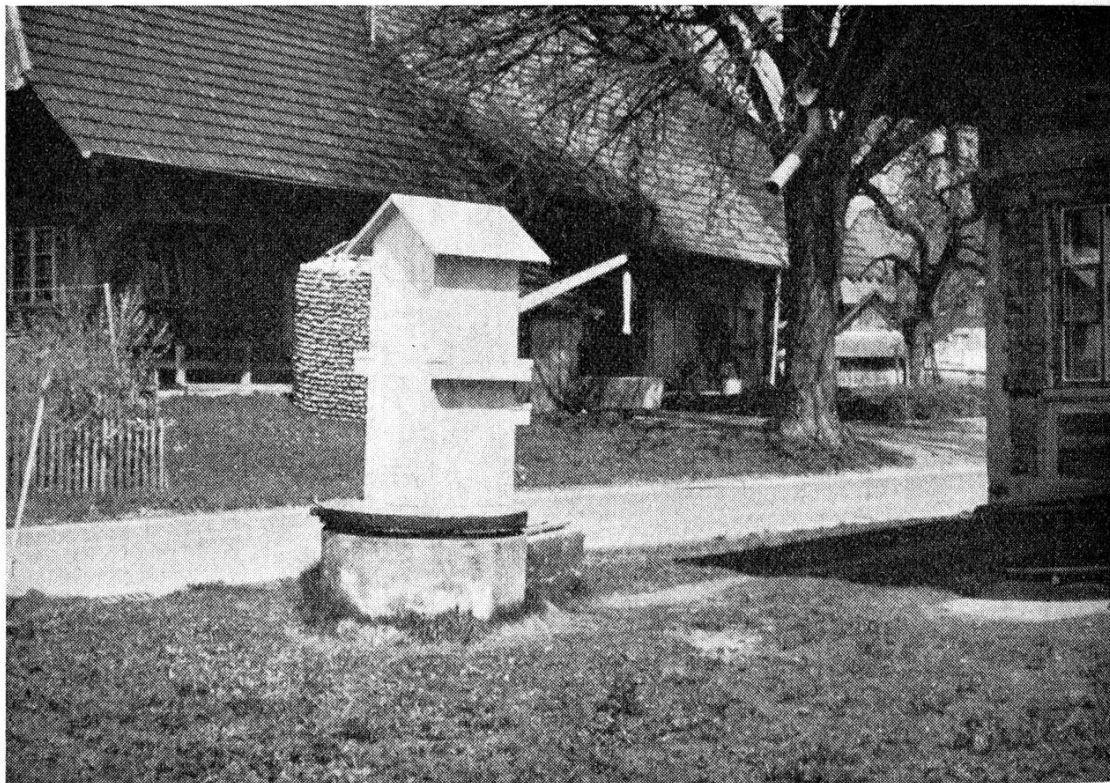


Abb.28. Betriebsfähiger Sodbrunnen in Kernenried.

Beobachtungsort	Maximum °C	Datum	Minimum °C	Datum	Differenz °C
1. Stalder	12,6	18. 9. 1970	5,9	26. 3. 1971	6,7
3. Lützelflüh	11,8	17. 8. 1971 21. 9. 1971	6,5	26. 3. 1971	5,3
13. Hasle P	12,7	17. 8. 1971	8,0	15. 1. 1971 ¹	4,7
15. Burri	12,8	3. 8. 1971	8,3	18. 12. 1970	4,5**
18. Rohr 118	16,3	10. 8. 1971	2,0	15. 1. 1971	14,3
25. Hulliger*	13,2	11. 9. 1970 ²	6,4	12. 3. 1971	6,8
31. Schüpbach SW	11,6	18. 8. 1970	9,2	26. 2. 1971 27. 4. 1971	2,4
33. Sandeggen	12,2	8. 10. 1970	7,8	19. 6. 1971	4,4
42. Schmitz	14,8	28. 8. 1970	4,9	5. 3. 1971	9,9
45. Widenhof	12,9	7. 9. 1971	8,1	27. 4. 1971	4,8
54. Emmehüsli	13,3	10. 8. 1971	6,8	5. 3. 1971	6,5
62. Barbey	14,3	28. 9. 1971	6,2	5. 4. 1971	8,1
67. Wilerfeld	14,5	14. 8. 1970	7,7	27. 4. 1971	6,8

Anmerkungen:

* Messung erfolgte bei trockenem Schacht im Nachbarhaus (26).

** Zufolge fehlender Werte (trockener Schacht) wenig Aussagekraft.

¹ Ferner am 12. Februar 1971, 26. Februar 1971 und 5. März 1971.

² Ferner am 18. September 1971 und 24. September 1971.

serbeobachtungsstellen festgelegt. Auf das Blatt 1147.1, Fraubrunnen, entfallen voraussichtlich 29 Probeentnahmestellen. Während eines Jahres wird man – im Rahmen des Gesamtprogramms des WEA, in Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Labor – 3 Proben untersuchen.

3.5 BEZIEHUNGEN ZWISCHEN KANALSYSTEM UND GRUNDWASSERSPIEGEL

Versickerungen von Wasser des Kanalsystems konnten visuell nicht festgestellt werden. Wie Beobachtungen während des «Bachabschlages» bestätigen, ist die Sohle praktisch aller Kanäle – sofern nicht betoniert – stark verschlammt. Aus diesem Grunde ist wohl keine bedeutende Versickerung von Bachwasser zu erwarten. Immerhin besteht diese Möglichkeit während einiger Zeit nach der Bachreinigung. Streckenweise konnte dies denn auch beobachtet werden, allerdings bestehen diesbezüglich keine quantitativen Messungen, wenigstens was den Raum südlich Burgdorfs betrifft. Ich habe deshalb an zwei Teilstücken des Lyssachbachs Abflußmessungen vorgenommen. Die Abflußmeßstellen liegen sowohl bei der Messung vom 9. März 1971 als auch bei derjenigen vom 17. November 1971 genau 1 km voneinander entfernt. Durch Bildung zweier Meßequipen konnte am 17. November die Messung zur gleichen Zeit durchgeführt werden. Es wurden folgende Abflußmengen gemessen:

Datum	Koordinaten	m ³ /s	l/min	Differenz m ³ /s
9. 3. 1971	612.130/212.830 (oben)	1,347	80 820	–
9. 3. 1971	611.400/213.390 (unten)	1,347	80 820	–
17. 11. 1971	613.390/212.180 (oben)	0,283	16 980	–
17. 11. 1971	612.580/212.540 (unten)	0,277	16 620	0,006

Das nördliche Teilstück scheint, wie die Messung zeigt, gänzlich nach unten abgedichtet zu sein. Beim südlicheren Teilstück ist die erhaltene Differenz so klein, daß aufgrund dieses einzelnen Meßresultates ein Versickern von Wasser noch nicht angenommen werden darf. Immerhin ist bei dieser zweiten Messung die Zeitspanne zum Bachabschlag im Sommer geringer als bei der ersten. Zudem münden – wie ich während der Bachreinigung feststellen konnte – mindestens 7 kleinere Zementrohre (Kanalisationen aus dem Gebiet «Meiefeld») im fraglichen Talstück in den Bach und dürften noch einige Minutenliter liefern.

Da aber die Differenz von 6 l/s nur rund 2 % der Gesamtmenge ausmacht und demnach innerhalb der tolerierten Fehlergrenze liegt, ist damit der Beweis eines Wasserverlustes für das betreffende Teilstück noch nicht erbracht.

Weitere Abflußmessungen und eventuelle Färbversuche oder zumindest chemische Untersuchungen wären in dieser Region wünschenswert und müßten durchgeführt werden, ehe das Projekt einer Kanalisierung des untersuchten Teilstückes ausgeführt wird.

4. Quellen und Quellgebiete

4.1 DAS GEBIET SÜDLICH VON KIRCHBERG

Vor allem der südliche Teil meines Untersuchungsgebietes ist reich an Quellen. Nördlich von Kirchberg geht – topographisch bedingt – die Anzahl der kleinen Quellen bedeutend zurück, und es treten eigentliche Quellgebiete auf.

Bedingt durch die Siedlungsstruktur war es im hügeligen Gebiet nach der Gründung der großen Wasserversorgungen, die ursprünglich weitgehend ergiebige Quellen faßten und zur Deckung der Verbrauchsspitzen auch ein Grundwasserpumpwerk errichteten, nicht möglich, die abgelegenen Berghöfe mit Druckwasser zu versorgen. Aus diesem Grunde bestehen in höhergelegenen Regionen meines Arbeitsgebietes auch heute noch viele gefaßte Quellen. Meist handelt es sich um Einzelversorgungen, doch beziehen oft auch mehrere Höfe ihr Wasser von einer gemeinsamen ergiebigen Quelle. Teilweise muß das Wasser sogar mittels eines Widders zu den höhergelegenen Häusern gepumpt werden.

Normalerweise beträgt die Schüttung der Quellen nur wenige Minutenliter, doch reicht dieses Wasser, meist der bescheidenen sanitären Einrichtungen wegen, auch in trockenen Zeiten aus.

Im Raume südlich Burgdorfs fehlt es aber auch nicht an recht ergiebigen Quellen. Diese wurden allerdings frühzeitig durch die Gemeinden erworben, speziell durch die Stadt Burgdorf.

Erwähnenswert ist auch der bedeutende aber nicht gefaßte Grundwasseraufstoß der «Chuderglungge» südlich Rüegsauchachen (Koord. 617.100/207.100). Drei quantitative Messungen haben eine relativ konstante Quellschüttung ergeben:

14. März	1968	97 l/sec oder 5820 l/min,
1. Februar	1969	82 l/sec oder 4920 l/min,
26. Juli	1969	85 l/sec oder 5100 l/min.

Die drei Messungen wurden bei praktisch gleichem Grundwasserstand vorgenommen. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Spiegelschwankungen in diesem Gebiet sehr gering sind. Die rund 100 m NW der «Chuderglungge» gelegene GW-Beobachtungsstelle Meister (Nr. 7) weist

während der Periode vom 14. Oktober 1966 bis 27. Dezember 1968 eine Amplitude von nur 0,28 m auf.

In wirtschaftlicher Hinsicht kann diesem Grundwasseraustritt meines Erachtens vorderhand keine wesentliche Bedeutung beigemessen werden. Für eine Nutzbarmachung des Grundwasseraufstoßes wäre ohnehin ein zusätzliches Pumpwerk erforderlich, da das Wasser wegen der tiefen Lage im Talgrund der Emme nicht direkt ins Netz geleitet werden könnte.

Im Gebiet nördlich von Kirchberg fehlt es zwar nicht an Einzelversorgungen, doch handelt es sich bei diesen Hausversorgungen nur um kleine «Grundwasserpumpwerke». Der relativ geringe Flurabstand des Grundwassers gestattet eine Erschließung mit geringem arbeitsmäßigem und finanziellem Aufwand. Die heutigen Komfortansprüche (Waschmaschinen, Geschirrspülautomaten usw.) setzen aber einen gewissen Wasserdruck voraus, welchem die älteren der installierten Pumpen nicht mehr genügen, so daß anstelle der Erneuerung sehr oft der Anschluß ans öffentliche Netz bevorzugt wird. Oft ist auch die teilweise recht kostspielige Wartung der Anlagen Ursache zu diesem Entschluß.

Zwischen Kirchberg und der Kantonsgrenze zu Solothurn scheinen mir besonders drei Quellgebiete für die Zukunft von Bedeutung, obschon feststeht, daß dieses Wasser nicht als «Quelle» gefaßt werden kann. Es sind dies die Gebiete um Fraubrunnen, Utzenstorf und das Quellgebiet westlich Willadingen.

Um zur Erforschung dieser Gebiete einige Grundlagen zu beschaffen, habe ich in den genannten Regionen Mengen- und zum Teil auch Temperaturmessungen vorgenommen. Auf chemische und bakteriologische Untersuchungen wurde bewußt verzichtet, da diese unter Leitung des WEA, im Rahmen eines umfassenden Programms, durchgeführt werden.

4.2 DIE REGION FRAUBRUNNEN

Durch Temperaturmessungen wurde hier versucht, beim stark verästelten Gewässernetz die grundwasserführenden Bäche zu eruieren:

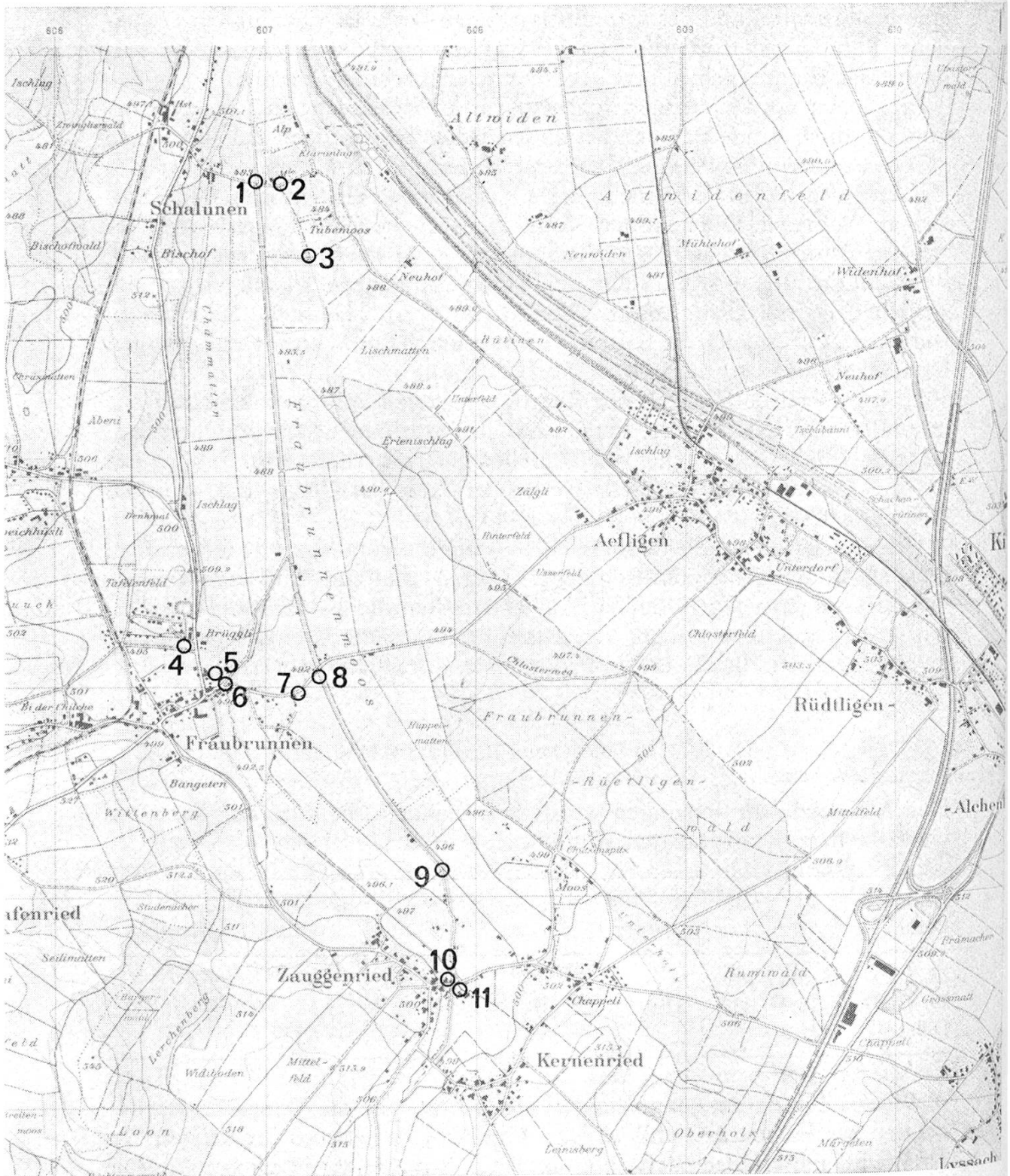
Ort Datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23. 3. 1971	5,5	–	–	–	5,4	6,0	8,0	5,0	–	–	–
23. 8. 1971	16,7	11,7	11,0	16,5	18,6	13,0	12,2	19,6	18,2	18,3	11,2
Differenz	11,2	–	–	–	13,2	7,0	4,2	14,6	–	–	–

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, liegen die Temperaturen nur bei den Meßstellen 2, 3 und 11 (vgl. Figur 29) zwischen 8° und 12° C. Bei Nr. 7 wird die Grenze nach oben mit 12,2° C nur leicht überschritten. Die

Figur 29

Temperaturmeßstellen Raum Fraubrunnen

Temperaturmessungen vom 23. 3. 71 und 23. 8. 71



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 16. 2. 73

geringe Temperaturdifferenz deutet auf einen Grundwasseraufstoß hin, den wir in der Tat etwa 600 m südlich der Meßstelle auch finden.

Bei der Meßstelle 3 haben wir am 1. November 1971 eine Mengenmessung durchgeführt. Diese Messung ergab eine Abflußmenge von 128,7 l/s oder 7722 l/min.

Dieser Bach, der übrigens früher für die Mühle in Schalunen die mechanische Energie lieferte, erleidet das gleiche Schicksal wie eine Vielzahl anderer Quellbäche der Region. Der Oberlauf, der seit geraumer Zeit kein Wasser mehr führt, ist weitgehend mit Schutt eingedeckt worden. Das heute noch fließende Wasser entstammt größtenteils dem Drainagesystem im Fraubrunnenmoos.

4.3 DAS QUELLGEBIET UTZENSTORF

a) Mengenmessungen

Um in diesem in Fachkreisen weitherum bekannten Quellgebiet einen Grundstein zu eingehenden Untersuchungen zu legen, habe ich versucht, nach einer möglichst langen Trockenperiode in einem relativ niederschlagsarmen Jahr eine Übersicht über die Wasserführung der verschiedenen Quellbäche zu geben. Die Messungen konnten im Raume des Schlosses Landshut vorgenommen werden. Den «Dorfbach» entlang der Oberdorfstraße konnte ich nicht messen, da er am Stichtag 1. November 1971 einmal mehr kein Wasser führte. Die Q-Werte der übrigen Bäche sind nachfolgend zusammengefaßt:

Messungen vom 1. November 1971

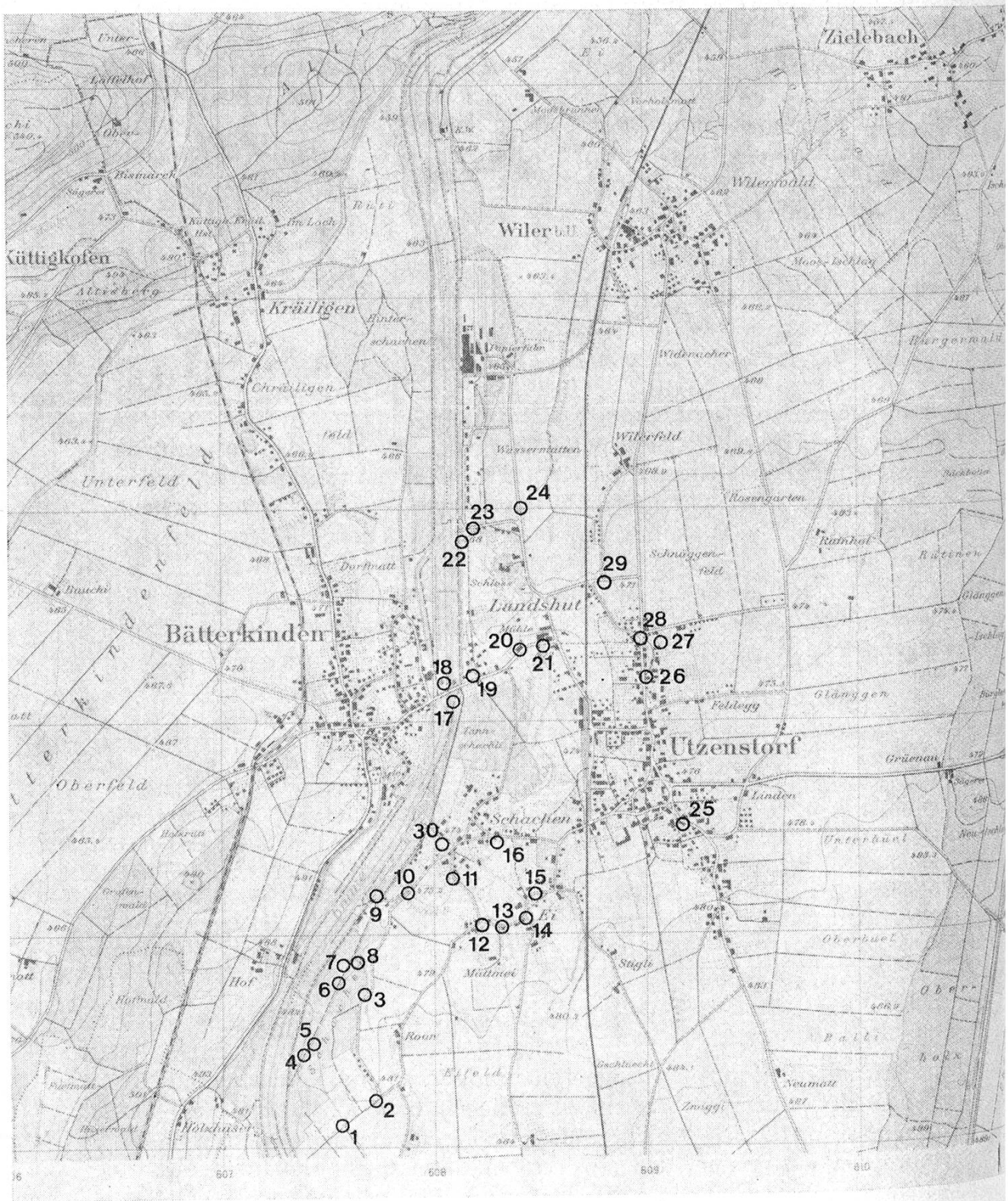
1. Grundbach	0,0715 m ³ /s = 4 290 l/min
2. Vereinsbach	0,0938 m ³ /s = 5 628 l/min
3. Oelibach A	0,0844 m ³ /s = 5 064 l/min
4. Oelibach B	0,0111 m ³ /s = 666 l/min
5. Mülibach A	0,7055 m ³ /s = 42 330 l/min
6. Mülibach B	0,0197 m ³ /s = 1 182 l/min
Total	0,9860 m ³ /s = 59 160 l/min

b) Temperaturmessungen

Um mittels Temperaturmessungen eine möglichst große Aussagekraft betreffend «Herkunft» des Wassers zu erreichen, habe ich im Gebiet Utzenstorf eine Kontrolle in sehr kalter und eine in sehr warmer Jahreszeit durchgeführt. Da wir wissen, daß die Temperaturen qualitativ guten Grundwassers zwischen 8° C und 12° C liegen, konnte im untersuchten Gebiet,

Figur 30

Temperaturmeßstellen Raum Utzenstorf



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 16. 2. 73

wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, versucht werden, die nicht durch Grundwasser gespeisten Bäche ohne chemische Analysen zu eruieren.

Ort Datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23. 3. 1971	7,8	8,1	8,0	5,2	7,3	6,7	6,0	7,0	–	–
23. 8. 1971	11,2	11,0	11,5	14,2	11,2	12,1	11,9	11,8	12,0	11,9
Differenz	3,4	2,9	3,5	9,0	3,9	5,4	5,9	4,8	–	–

Ort Datum	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
23. 3. 1971	7,0	7,4	7,2	7,0	6,6	7,0	6,8	3,7	7,1	7,2
23. 8. 1971	12,0	11,8	12,0	11,9	12,8	–	13,1	16,3	13,5	13,0
Differenz	5,0	4,4	4,8	4,9	6,2	–	6,3	12,6	6,4	5,8

Ort Datum	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
23. 3. 1971	7,2	7,1	6,8	–	k. W.	–	–	–	4,2	7,2
23. 8. 1971	12,9	14,2	13,0	13,0	11,7	15,5	17,0	16,0	17,5	11,9
Differenz	5,7	7,1	6,2	–	–	–	–	–	13,3	4,5

Den Differenzen der Temperaturen zwischen den beiden Messungen darf keine allzugroße Bedeutung beigemessen werden, da die Distanz des Hauptaufstoßes zu den Meßstellen nicht berücksichtigt ist. Immerhin fallen die Nummern 18 und 29 deutlich auf. Genaue Resultate allerdings können nur durch chemische Untersuchungen erzielt werden.

c) Landschaftliche Veränderungen

Wie auch im Kapitel über die Wasserversorgung Utzenstorf erwähnt wird, muß mehr und mehr die Feststellung gemacht werden, daß in jenem Raume kleinere Quellbäche versiegen, was ohne Zweifel auf den zunehmenden Wasserverbrauch der Talschaft zurückzuführen ist. Wie die graphische Darstellung der Jahresniederschläge von Burgdorf (Figur 12) zeigt, ist im Niederschlagsgeschehen keine wesentliche Änderung festzustellen. Bezogen auf das Mittel der Jahre 1934–1970 müßte sogar eher ein leichtes «Wieder-



Abb. 29. Mülibach westlich Utzenstorf.

ansteigen» der verschiedenen Quellbäche zu verzeichnen sein, liegen doch von den in meine Untersuchungsperiode fallenden Jahreswerten deren 4 über dem Mittel von 977,2 mm (Jahre 1965, 1966, 1968, 1970) und nur zwei Jahressummen darunter (1967, 1969).

Die Emmenkorrektur mußte wohl anfänglich als Ursache der allgemeinen Grundwasserspiegelabsenkung gelten. Heute jedoch wird durch den Bau der Schwellen teilweise gar ein lokales Wiederaansteigen des Grundwasserspiegels erreicht.

Die Ursache des Versiegens der Quellbäche liegt meines Erachtens im vermehrten Wasserkonsum der Bevölkerung und speziell auch der Industrie.

Es wird demnach eine unvermeidliche Tatsache sein, daß auch in Zukunft weitere Quellaufstöße versiegen werden. Auf die wirtschaftliche Bedeutung dieses Wassers wird im Kapitel über das Grundwasser hingewiesen.

4.4 DAS QUELLGEBIET WESTLICH WILLADINGEN

Die Bedeutung dieses Quellgebietes wurde bereits 1898 erkannt. Der in der Schweiz ansässige italienische Baumeister Rabizoni faßte in zwei Brunnstuben südlich der Waldlichtung «Lutermoos» einen Teil der Quellen und

leitete das Wasser in die umliegenden Gemeinden Obergerlafingen, Gerlafingen, Recherswil, Kriegstetten, Oeking, Halten, Biberist und Willadingen.

Obschon heute zwischen 3000 und 3500 l/min durch die Rabizonifassung aus dem Quellgebiet weggeführt werden, fließt eine beträchtliche Wassermenge ungenutzt in die Oesch.

Die Quellen treten entlang der Hügelzone aus und fließen in zwei Bächen und durch vier Röhren in die Oesch, wie aus Figur 31 zu entnehmen ist.

Temperaturmessungen vom 9. März 1971 zeigten starke Ausgeglichenheit. Die Werte variierten zwischen 9,7 und 9,9° Celsius.

Die Wassermenge haben wir zweimal bestimmt, nämlich am 9. März 1971 – nach einem regenarmen Winter – und am 1. November 1971, nach einem regenarmen Jahr überhaupt. Die Niederschlagssumme des Jahres 1971 erreichte in Gerlafingen nur 680,8 mm, und dies ist der tiefste Wert meiner Untersuchungsperiode ab Oktober 1966. Die Bestimmung erfolgte mittels Meßflügel in den Bächen, und in den Röhren, soweit mengenmäßig möglich, mittels Plastiksack und Meßeimer. Zu Kontroll- bzw. Vergleichszwecken haben wir bei den Zementröhren Flügel- und «Auffangmessungen» durchgeführt, was in der nachfolgenden Zusammenstellung zum Ausdruck kommt. In der Kolonne «berechnet» befinden sich die Werte der Flügelmessung.

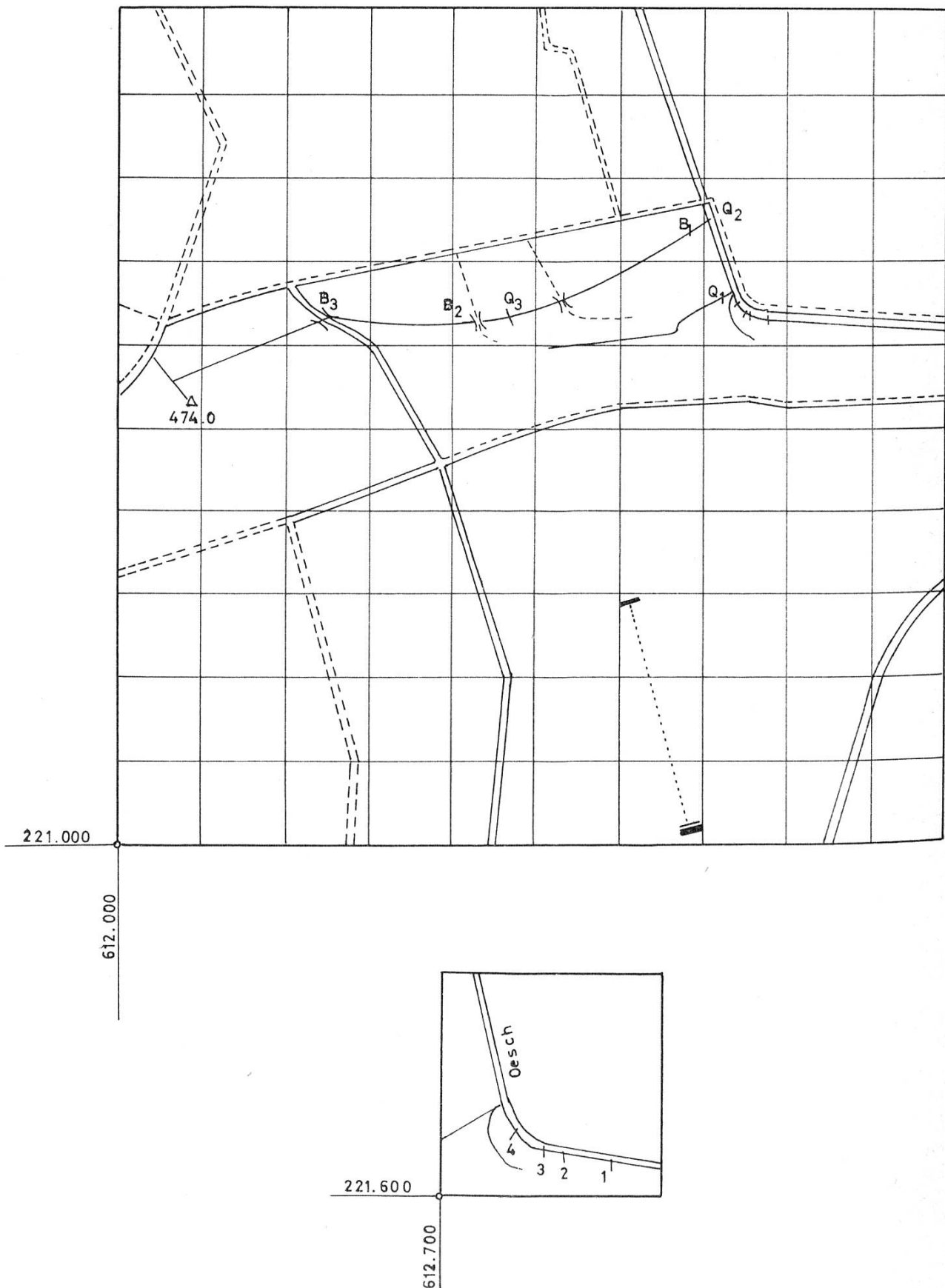
Zusammenstellung der Messungen

9.3.1971	berechnet	gemessen	
Rohr 1	–	43 l/min	43 l/min
Rohr 2	1 155 l/min	–	1 155 l/min
Rohr 3	209 l/min	–	209 l/min
Rohr 4	191 l/min	186 l/min	186 l/min
Q ₁ (Quellbach Süd)			4 704 l/min
Q ₂ (Quellbach Nord)			3 780 l/min
Total (9.3.1971)			10 077 l/min
1. 11. 1971	berechnet	gemessen	
Rohr 1	–	24 l/min	24 l/min
Rohr 2	1 450 l/min	–	1 450 l/min
Rohr 3	183 l/min	192 l/min	192 l/min
Rohr 4	204 l/min	192 l/min	192 l/min
Q ₁ (Quellbach Süd)			4 000 l/min
Q ₂ (Quellbach Nord)			2 636 l/min
Total (1. 11. 1971)			8 494 l/min

Figur 31

Situationsplan des Quellgebietes

($1\frac{1}{2}$ fach vergrößert aus 1:10000)



Eine Kontroll- bzw. Vergleichsmessung im Quellbach 2 (Nord) bei den Punkten Q_2 und Q_3 (vgl. Figur 31) hat ergeben, daß dieser nördlichere Quellbach primär zwischen den Brücken B_2 und B_3 gespiesen wird. Zwischen B_2 und B_1 kommt nur noch wenig Wasser dazu.

Die Quellen liegen auf dem Gemeindegebiet von Koppigen, werden aber nicht genutzt, da diese Gemeinde ein Pumpwerk im Dorf selbst besitzt und ferner mit Alchenstorf und Niederösch zusammengeschlossen ist, wo verschiedene Quellen gefaßt worden sind. Diese Gemeinschaftsanlage arbeitet zufriedenstellend, so daß in den nächsten Jahren kaum Änderungen in Aussicht stehen.

Die dem untersuchten Quellgebiet nächstgelegene Gemeinde Willadingen scheint bis in fernere Zukunft ebenfalls ihrer Wassersorgen enthoben, ist sie doch der WV Steinenberg angeschlossen.

Trotzdem möchte ich nun überschlagsmäßig die hier zur Verfügung stehende Wassermenge kurz vor Augen führen.

Ich gehe von der Annahme aus, daß die minimale Wassermenge um 8000 l/min liegt, also noch etwa 500 l/min geringer ist als die Messung vom 1. November 1971 ergeben hat. Falls drei Viertel dieser Wassermenge gefaßt werden können, stehen 6000 l/min zur Verfügung. Bringen wir nun noch 10 Prozent Netzverlust in Abzug, so beträgt die effektiv dem Verbraucher zukommende Wassermenge noch 5400 l/min oder 7776 m³ pro Tag. Bei einem Tagesverbrauch von 700 l pro Einwohner könnten somit 11 108 Personen beliefert werden.

Interessant wäre die Erschließung dieses Quellgebietes unter Umständen auch für einen oder mehrere industrielle Großverbraucher in einem Augenblick, da alle verkehrstechnisch besser gelegenen Wasserreserven erschlossen sein werden.

Immerhin liegt das zur Diskussion stehende Gebiet nur wenige Kilometer vom Autobahnanschluß Kriegstetten entfernt, so daß für eine schienenunabhängige Industrie dieser Standort gar nicht ungeeignet wäre. Es ist zudem darauf hinzuweisen, daß durch einen Anschluß ans nahegelegene Netz der WV Steinenberg die Deckung von extremen Verbrauchsspitzen gewährleistet werden könnte, da die Leistungskapazität dieser Gruppenversorgung bei weitem nicht ausgenützt ist.

5. Mathematisch-statistische Untersuchungen

Nachdem bereits aus verschiedenen graphischen Darstellungen hervorgeht, daß zwischen einzelnen Beobachtungsstationen gewisse Abhängigkeiten bestehen, sei im folgenden versucht, an ausgewählten Beispielen die mathematisch-statistisch errechneten Abhängigkeiten aufzuzeigen.

Aus der großen Anzahl an Niederschlagswerten ließen sich mittels Mehrfachkorrelation die folgenden Koeffizienten errechnen:

1. Untersuchungsperiode

28. Oktober 1966–25. Oktober 1967 (wöchentlich)

	Burgdorf	Kaltacker	Oeschberg	Fraubrunnen	Affoltern	Bätterkinden
Gerlafingen	0,803	0,773	0,874	0,851	0,647	0,938
Bätterkinden	0,789	0,806	0,867	0,846	0,682	
Affoltern	0,837	0,930	0,866	0,679		
Fraubrunnen	0,814	0,808	0,855			
Oeschberg	0,901	0,922				
Kaltacker	0,922					

2. Untersuchungsperiode

26. Oktober 1967–24. Oktober 1968 (wöchentlich)

	Burgdorf	Kaltacker	Oeschberg	Affoltern	Bätterkinden
Gerlafingen	0,871	0,841	0,906	0,803	0,928
Bätterkinden	0,917	0,895	0,941	0,834	
Affoltern	0,937	0,959	0,907		
Oeschberg	0,975	0,954			
Kaltacker	0,980				

Speziell die Resultate der zweiten Untersuchungsperiode zeigen deutlich das Vorhandensein zweier Niederschlagsregime, weisen doch die beiden entferntesten Stationen auch den kleinsten Wert von $r = 0,803$ auf, während Burgdorf und Kaltacker den hohen Wert von $r = 0,980$ aufweisen. Das Ergebnis zeichnete sich zwar schon bei den Niederschlagskarten und den Niederschlagsdiagrammen ab, konnte nun aber durch die Korrelationsrechnung deutlich in Zahlen ausgedrückt werden.

Nebst den Niederschlagsstationen wurden auch andere Beobachtungsstellen miteinander verglichen. Untersuchungen zwischen den Limnigraphenstationen Emmenmatt und Gerlafingen brachten die folgenden Korrelationskoeffizienten:

Für die Jahre 1966/67 (730 Werte) $r = 0,916$
1968/69 (731 Werte) $r = 0,973$
1970 (365 Werte) $r = 0,956$

Da aus bereits erwähnten Gründen die Werte der täglichen Abflußmengen bei unserer Limnigraphenstation Burgdorf erst ab Mitte August 1970 ohne

Tafel 24

*Korrelationskoeffizienten zwischen den Meßwerten verschiedener
Grundwasserbeobachtungsstationen*

station	N	Meßperiode	Verwendete Zahlenwerte		
			GW (T-1)	GW (T-1) N (T)	GW (T-1) N (T)
1. Stalder	*	11. 4. 1968 – 27. 4. 1971	r = 0,706	r = 0,787	r = 0,788
3. Rohr 200	*	10. 4. 1968 – 19. 9. 1969	0,769	0,925	0,926
3. Linth	*	22. 9. 1966 – 19. 10. 1969	0,850	0,914	0,919
3. Schenk	*	22. 9. 1966 – 19. 9. 1969	0,974	0,980	0,982
1. Ersigen	***	22. 9. 1966 – 19. 9. 1969	0,930	0,934	0,935
5. Altwiden S	*	22. 9. 1966 – 19. 9. 1969	0,954	0,968	0,969
2. Barbey	**	20. 9. 1966 – 30. 4. 1971	0,693	0,783	0,788

* Niederschlagswerte der Station Burgdorf.

** Niederschlagswerte der Station Gerlafingen.

** Niederschlagswerte der Station Oeschberg/Koppigen.

W (T-1): Grundwasserspiegelhöhe der Vorwoche.

(T): Wochensumme des Niederschlages bis zur aktuellen GW-Spiegelmessung.

(T-1): Wochensumme des Niederschlages bis zur GW-Spiegelmessung der Vorwoche.

Unterbrüche vorliegen, andererseits die 1971er Werte der Eidgenössischen Stationen noch nicht zur Verfügung standen, ist die Vergleichsperiode zeitlich etwas kurz ausgefallen; es standen aber immerhin 134 Tagesmittel zur Verfügung, vom 20. August bis zum 31. Dezember. Der Koeffizient Emmenmatt/Burgdorf beträgt 0,9745.

Schließlich interessierte mich auch die Korrelation zwischen Oesch und Rüegsbach. Für die Periode 1. Januar 1969 bis 30. April 1970 resultierte ein Wert von $r = 0,879$.

Für Vergleiche zwischen Niederschlag und Grundwasserspiegelschwankungen habe ich das gesamte Untersuchungsgebiet in sieben Zonen eingeteilt und je eine Grundwasserbeobachtungsstelle ausgewählt. In die Korrelationsrechnung mit einbezogen wurden die Grundwasserstände der Vorwoche sowie die Wochensummen der Niederschläge der aktuellen Woche (bis zum Tag der Grundwasserspiegelmessung um 07.30 Uhr) und der Vorwoche. Tafel 24 zeigt die ermittelten Koeffizienten.

Da bei Verwendung zusätzlicher Zahlenwerte kaum mehr bessere Werte als die in der letzten Kolonne wiedergegebenen erzielt werden konnten, wurde auf eine Wiedergabe in der Tabelle verzichtet. Immerhin seien am Beispiel «Altwiden S» die äußerst geringfügigen Veränderungen gezeigt (siehe Tabelle auf Seite 302).

Bei näherer Betrachtung der letzten Kolonne der Tabelle fallen vor allem die Werte der Beobachtungsstellen Stalder (Nr. 1) und Barbey (Nr. 62) auf.

Verwendete Zahlenwerte	Korrelationskoeffizient
GW (T-1)	$r = 0,954$
GW (T-1) N (T)	$r = 0,968$
GW (T-1) N (T) N (T-1)	$r = 0,969$
GW (T-1) N (T) N (T-1) N (T-1) ²	$r = 0,969$
GW (T-1) GW (T-1) ² N (T) N (T-1) N (T-1) ²	$r = 0,9699$
GW (T-1) GW (T-1) ² N (T) N (T) ² N (T-1) N (T-1) ² ..	$r = 0,9702$

Ein Blick auf die topographische Karte (Beilage 7) zeigt, daß diese Stationen sehr nahe bei der Emme liegen.

Für die Station Stalder wurde in diesem Kapitel bereits anhand der Limnigraphenaufzeichnungen die Abhängigkeit von der Emmenwasserführung gezeigt. Auch für Barbey kann mittels Aufzeichnungen der Beweis erbracht werden, allerdings nicht so ausgeprägt wie im Beispiel Stalder.

Demgegenüber weist die Beobachtungsstelle Schenk (Nr. 38) mit einem r von 0,982 einen außerordentlich guten Korrelationskoeffizienten auf. Die Entfernung von der Emme beträgt denn auch 2,2 km, wodurch eine direkte Beeinflussung durch sie als ausgeschlossen gelten kann.

Wie die obgenannten Beispiele zeigen, können durch die mathematisch-statistische Methode die Zusammenhänge zwischen einzelnen Beobachtungs- bzw. Meßstellen irgendwelcher Art klar nachgewiesen werden und leisten demnach bei der Abklärung hydrologischer Fragen außerordentlich gute Dienste.

6. Wasserbilanz am Beispiel Limpachtal

Da von diesem Gebiet sowohl die Niederschlagskarte vorliegt als auch die täglichen Abflüsse bekannt sind und sich zudem das Einzugsgebiet klar abgrenzen läßt, war es naheliegend, die Verhältnisse von Niederschlag und Abflüssen etwas näher zu beleuchten. Leider sind meistens keine präzisen Messungen der Verdunstung vorhanden. In meinem gesamten Arbeitsgebiet stehen nur die Meßresultate der Station Oeschberg/Koppigen zur Verfügung. Es wurden in den Jahren 1966 bis 1969 folgende Werte (in mm) bestimmt (siehe Tabelle nächste Seite oben).

Zur Illustration sind in der letzten Kolonne der nachstehenden Tabelle noch die Niederschlagswerte (in mm) der Station Oeschberg für die einzelnen Monate des Jahres 1969 wiedergegeben. Bei den mit der Wildschen Waage ermittelten Meßwerten handelt es sich nun aber um die Verdunstung der freien Wasseroberfläche, weshalb die Werte nicht direkt für die Verdunstung von Wiesland, Ackerland und Wald usw. charakteristisch sind.

	1966	1967	1968	1969	N:1969
Januar	11,4	11,7	11,3	8,1	42,2
Februar	16,6	29,2	14,7	16,2	60,6
März	39,6	38,6	46,0	29,2	52,3
April	41,6	67,4	63,6	59,1	82,2
Mai	79,3	66,0	58,9	74,3	66,4
Juni	84,6	73,6	84,2	61,2	161,2
Juli	87,4	87,0	86,2	83,5	67,6
August	64,8	69,1	54,2	65,1	148,7
September	58,5	39,6	41,6	41,6	80,4
Oktober	26,3	38,7	24,4	26,4	6,0
November	16,6	12,4	11,5	27,9	90,4
Dezember	18,8	13,4	7,8	8,9	51,1
Total	495,6	546,7	504,4	501,5	909,1

Aus diesem Grunde habe ich mich an die MZA gewandt. In verdankenswerter Weise hat sich Herr Prof. Dr. M. SCHÜEPP meines Problems angenommen und mir die folgenden Werte mitgeteilt (unter Berücksichtigung der ungefähren Verteilung von Wald, Wiesland und Ackerland):

«Die Verdunstung beträgt 425 mm bei einem durchschnittlichen Niederschlag (für das Limpachtal) von 1050 mm.»

Die Verdunstung macht demnach rund 40 % des Niederschlags aus. Nun interessierte mich speziell das hydrologische Jahr 1969/70, weist es doch mit einer im Februar 1970 gefallenen Regenmenge von 212,8 mm eine außergewöhnliche jahreszeitliche Niederschlagsverteilung auf.

Der mit Hilfe der eigenen Niederschlagskarte ermittelte Gebietsniederschlag beläuft sich auf 1098 mm oder für das mittels Planimeter bestimmte Einzugsgebiet von 77 km² (76,9 gemäß Landeskarte 1:50 000) 84 546 000 m³/J. Im gleichen Zeitraum registrierte unsere Limnigraphenstation NE Krälligen einen Abfluß von 64 498 373 m³. Der Abfluß beträgt somit 76,3 % des Niederschlags. Im hydrologischen Jahr 1969/70 haben wir demnach ein Ausnahmejahr angetroffen und die Verdunstung von 40 % des Niederschlags ist in diesem Fall nicht möglich.

Ich möchte es aber nicht einfach dabei belassen, sondern finde es angebracht, das Verhältnis zwischen Niederschlag und Abfluß bei einzelnen Monaten und möglichst unterschiedlichen Vegetationsstadien aufzuzeigen. Ich gehe dabei von der Annahme aus – da keine Niederschlagskarten für einzelne Monate bestehen – daß das Verhältnis Niederschlag Station Wengi (1039 mm) zum Gesamtniederschlag (1098 mm) auch bei den einzelnen Monaten zutrifft. Damit sind zur Bestimmung des Gebietsniederschlages für einzelne Monate die Regenmengen unserer Station Wengi mit dem Faktor 1,05678 zu multiplizieren. Die errechneten Niederschlags- und Abflußmengen sind in Tafel 25 zusammengestellt.

Tafel 25

Einzelne ausgewählte Angaben zur Wasserbilanz Limpachtal

	Oktober 1969	Februar 1970	April 1970	Juni 1970	August 1970	Jahr 1969/70
Wengi (mm)	5,6	212,8	110,2	67,5	217,2	1039
Gebiet (mm)	5,9	224,9	116,5	71,3	229,5	1098
Gebiet (m ³)	454 300	17 317 300	8 970 500	5 490 100	17 671 500	84 546 00
Kräiligen (m ³)	2 019 514	20 299 507	7 947 072	2 905 632	4 502 390	64 498 37
– A (m ³)	–1 565 214	–2 982 207	1 023 428	2 584 468	13 169 110	20 047 62
in % des N	444,5	117,2	88,5	52,9	25,5	76,3

Die Ursache für den hohen Abflußkoeffizienten von 76,3% im hydrologischen Jahr 1969/70 dürfte nicht zuletzt beim außerordentlich niederschlagsreichen Februar zu suchen sein. Während die Februarniederschläge rund einen Fünftel der Jahresregenmenge ausmachen, erreichte der Abfluß im gleichen Monat sogar knapp einen Drittel der Jahresabflußmenge. Da die Verdunstung im Februar kaum zur Geltung kommt, kann praktisch die gesamte Niederschlagsmenge abfließen, insbesondere dann, wenn die Wasserkapazität des Bodens erreicht oder derselbe gefroren ist. Wird durch die intensiven Niederschläge der noch vorhandene Schnee geschmolzen, so kann, wie im erläuterten Beispiel, der Abfluß ohne weiteres größer sein als der Gebietsniederschlag.

Um die jahreszeitlichen Unterschiede zu verdeutlichen, habe ich auch den Monat August gewählt, der ebenfalls eine Niederschlagsmenge von mehr als 200 mm erreichte. In diesem Monat gelangten allerdings nur 25,5% des Niederschlags zum Abfluß.

Interessant sind auch die Werte des äußerst niederschlagsarmen Oktobers 1969. Der Abfluß mußte hier weitgehend von der Reserve gespiesen werden.

Wie aus diesen Erläuterungen hervorgeht, bedarf es einer längeren Untersuchungsperiode, um den Wasserhaushalt eines Gebietes zu bestimmen. Erst wenn die Niederschlags- und Abflußmessungen für mehrere Jahre vorliegen, wenn also Extremwerte wie die der Monate Oktober 1969 und Februar 1970 «ausgeglichen» werden, können generelle Berechnungen der Wasserbilanz angestellt werden. Die bestehende Niederschlagsstation und der Limnigraph in Kräiligen sind unbedingt weiter zu betreiben. Es wäre sogar zu begrüßen, wenn das Netz der Niederschlagsstationen ausgebaut werden könnte, um die Einflüsse der Hügelzüge genauer zu bestimmen.

DIE WASSERVERSORGUNGEN DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

I. Allgemeines

Bei der Bereitstellung der Planungsunterlagen im Jahre 1966 ist auch eine kurze «Bestandesaufnahme» der einzelnen Wasserversorgungen der Region vorgenommen worden. Das Ergebnis findet sich im Kapitel 7.1 des Schlußberichtes über die Regionalplanung Burgdorf. Der Entschluß, einzelne dieser Versorgungen herauszugreifen und genauer zu beschreiben, lag auf der Hand. Ausgewählt habe ich eine bedeutende Eigenversorgung (Burgdorf), die Eigenversorgung einer sich relativ stark entwickelnden Gemeinde (Utzenstorf), eine bedeutende Gruppenwasserversorgung (WV Vennersmühle) und eine Gruppenwasserversorgung mit rückläufiger Bevölkerungsentwicklung (WV Steinenberg).

Die Auswahl der genannten Wasserversorgungen habe ich aufgrund einer vorher durchgeführten Untersuchung über die Bevölkerungsentwicklung getroffen. Jeglicher Berechnung bzw. Prognose des Wasserbedarfs einer regionalen WV oder einer Eigenversorgung liegt die Bevölkerungsentwicklung bzw. -prognose zugrunde. Diese Tatsache hat mich dazu bewogen, auf den folgenden Seiten anhand von Statistiken und Graphiken die diesbezüglichen Tendenzen zu zeigen. In den Tafeln 26 und 27 ist die Entwicklung, nach Amtsbezirken gegliedert, mit Plus- und Minuszeichen dargestellt. Schließlich soll in den Graphiken 1 bis 5 (Figuren 32 und 33) die Entwicklung in den Gemeinden meines Arbeitsgebietes und einigen nur wenig außerhalb desselben liegenden Gemeinden veranschaulicht werden.

Da bei der WV Vennersmühle verschiedene Gemeinden außerhalb meines eigentlichen Untersuchungsgebietes liegen, wird in jenem Kapitel eine speziell auf jenes Versorgungsgebiet ausgerichtete Tabelle der Bevölkerungsentwicklung wiedergegeben.

Bei einer eingehenden Betrachtung der graphischen Darstellungen fallen unter anderem folgende Tatsachen auf:

Entlang der Emme bilden sich drei Zentren mit starker Bevölkerungszunahme: Burgdorf, Kirchberg mit Rüedtligen-Alchenflüh und schließlich Utzenstorf.

Lützelflüh und Rüegsau weisen ab 1950 einen Bevölkerungsrückgang auf, meines Erachtens wegen eines starken Rückgangs in der Landwirtschaft

Tafel 26

Bevölkerungsentwicklung im Amtsbezirk Burgdorf

	1850	1880/ 1850	1900/ 1880	1930/ 1900	1950/ 1930	1960/ 1950	1970/ 1960	1970
Aefligen	483	+	—	+	+	+	+	900
Alchenstorf	648	+	—	—	+	—	—	552
Bäriswil	462	—	+	+	—	—	+	505
Burgdorf	3 636	+	+	+	+	+	+	15 888
Ersigen	1 149	+	—	—	+	+	+	1 354
Hasle b. Burgdorf.	2 253	+	—	+	+	+	+	2 944
Heimiswil	2 357	+	—	—	+	—	—	1 739
Hellsau	216	—	+	—	+	—	—	138
Hindelbank	651	+	—	+	+	+	+	1 519
Höchstetten	253	+	—	—	+	+	—	254
Kernenried	331	+	+	—	—	+	+	336
Kirchberg	1 092	+	+	+	+	+	+	3 595
Koppigen	1 012	+	+	+	+	+	+	1 829
Krauchthal	2 285	+	—	—	—	+	+	1 909
Lyssach	528	+	+	+	+	+	+	974
Mötschwil*	198	+	+	—	+	—	+	169
Niederösch	362	—	—	—	—	—	—	251
Oberburg	2 200	+	+	+	+	+	—	3 015
Oberösch	162	—	+	—	—	—	+	120
Rüedtligen- Alchenflüh** ..	476	+	—	+	+	+	+	1 342
Rumendingen	146	+	—	+	+	—	—	150
Rüti bei Lyssach ..	132	+	—	—	—	+	+	152
Willadingen	141	+	+	+	+	—	—	186
Wynigen	2 897	+	—	—	—	—	—	1 986
Total	24 070	+	+	+	+	+	+	41 807

* Diese Gemeinde hiess bis 1910 Mötschwil-Schleumen.

** Diese Gemeinde hiess bis 1926 Rüedtligen.

und ausgebliebener Industrialisierung. Dieselbe Begründung dürfte auch bei Bätterkinden zutreffen.

Außerhalb der drei genannten Zentren mit bedeutender Bevölkerungszunahme weisen lediglich Koppigen, Ersigen und Aefligen einen erwähnenswerten Zuwachs auf. Graphik 4 zeigt die Entwicklung einiger Gemeinden am Rande oder außerhalb meines Untersuchungsgebietes. Mit Ausnahme von Krauchthal, das sich nach 1950 wieder «auffangen» konnte, ist ein Bevölkerungsrückgang festzustellen. Beinahe besorgniserregend ist

Tafel 27

Bevölkerungsentwicklung im Amtsbezirk Fraubrunnen

	1850	1880/ 1850	1900/ 1880	1930/ 1900	1950/ 1930	1960/ 1950	1970/ 1960	1970
Ballmoos	45	+	+	—	—	+	—	63
Bangerten	180	+	+	—	+	—	—	141
Bätterkinden	1 216	+	+	+	+	+	—	1 757
Büren zum Hof ..	457	—	—	+	+	—	+	345
Deißwil b. Münchenbuchsee	115	+	+	—	+	+	—	72
Diemerswil	245	+	—	—	+	—	—	157
Etzelkofen	353	—	—	—	+	+	—	256
Fraubrunnen	525	—	—	+	+	—	+	726
Grafenried	640	—	—	+	+	—	+	717
Jegenstorf	1 062	+	—	+	+	+	+	2 858
Iffwil	374	+	—	+	—	+	—	309
Limpach	426	+	—	—	—	—	—	338
Mattstetten	244	+	—	+	—	+	+	400
Moosseedorf	584	+	—	+	+	+	+	1 690
Mülchi	380	—	—	—	+	—	—	253
Münchenbuchsee .	1 298	+	+	+	+	+	+	6 459
Münchringen	266	—	—	+	+	—	+	271
Ruppoldsried	316	—	—	+	—	+	—	181
Schalunen	135	—	—	+	+	—	—	138
Scheunen	118	—	—	—	—	—	+	71
Urtenen	714	+	+	+	+	+	+	2 606
Utzenstorf	1 651	+	+	+	+	+	+	3 193
Wiggiswil	117	—	+	—	+	—	—	109
Wiler b. Utzenstorf	337	+	+	+	+	+	+	845
Zauggenried	377	—	+	—	+	+	—	339
Zielebach	180	+	+	+	+	—	+	249
Zuzwil	282	—	+	+	+	—	+	377
Total	12 637	+	+	+	+	+	+	24 920

meines Erachtens die Entwicklung in Heimiswil und Wynigen. Ein ähnliches Bild zeigt übrigens Seeberg (vgl. Bevölkerungsstatistik WV Steinenberg).

Dieser Entwicklungstrend wird vermutlich auch in Zukunft, eventuell in abgeschwächter Form, andauern. Vereinzelt können – zum Beispiel durch Zuzug von Industrien – Änderungen eintreten.

Die nun aufgezeigte Bevölkerungsentwicklung war maßgebend für die Wahl der genauer zu beschreibenden Wasserversorgungen. Bedeutende

Zahlenwerte zur Figur 32 (Bevölkerungsentwicklung)

Graphik 1

Jahr	1850	1900	1950	1960	1970	Zunahme in % seit 1960
Ort						
Hasle	2 253	2 390	2 831	2 881	2 944	2,2
Kirchberg	1 092	1 733	2 776	3 304	3 595	8,8
Lützelflüh*	3 433	3 444	4 042	3 960	3 842	– 3,0
Lyssach	528	716	863	938	974	3,8
Oberburg	2 200	2 745	2 990	3 030	3 015	– 0,5
Rüedtligen- Alchenflüh	476	518	763	1 027	1 342	30,7
Rüegsau*	2 294	2 567	2 902	2 816	2 627	– 6,7

Graphik 2

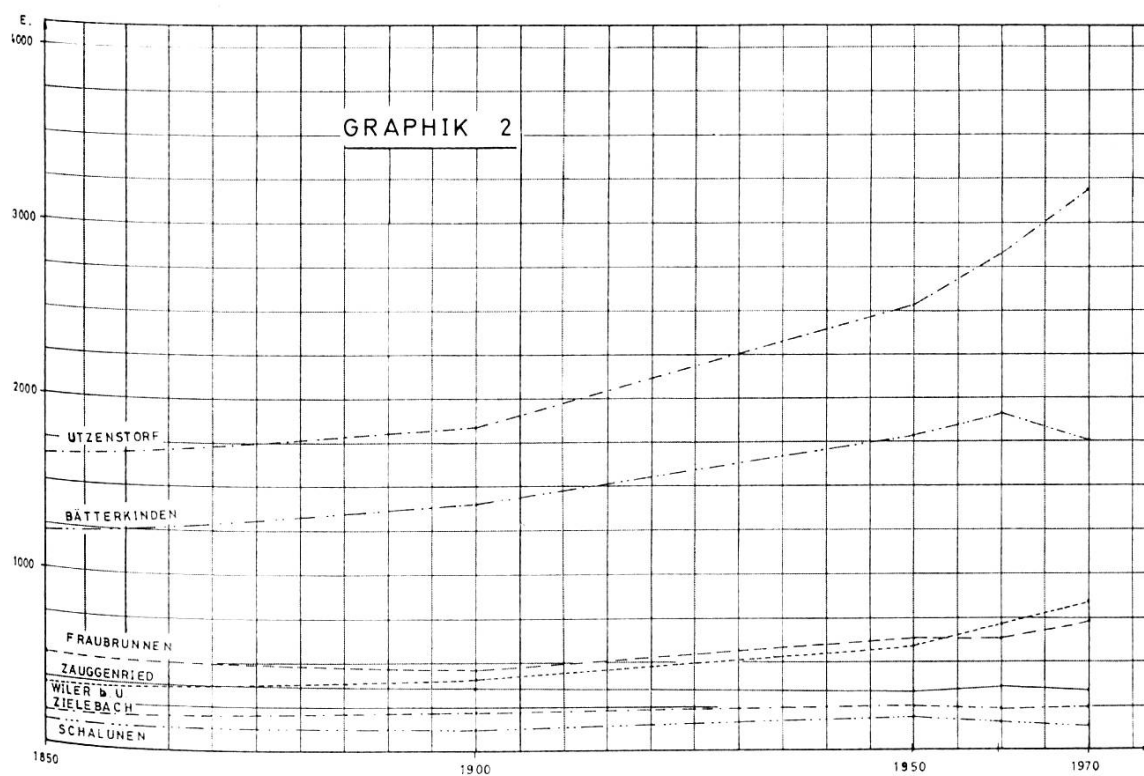
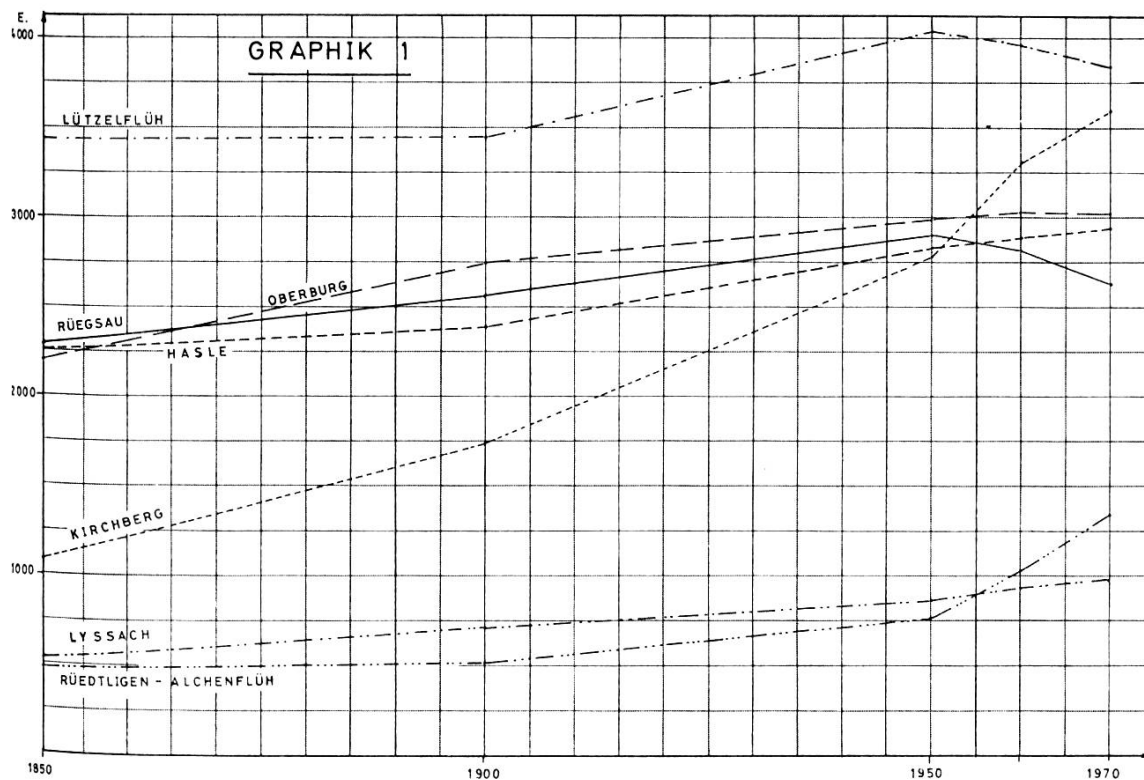
Jahr	1850	1900	1950	1960	1970	Zunahme in % seit 1960
Ort						
Bätterkinden	1 216	1 401	1 782	1 916	1 757	– 8,3
Fraubrunnen	525	456	638	634	726	14,5
Schalunen	135	121	193	160	138	– 13,8
Utzenstorf	1 651	1 843	2 527	2 821	3 193	13,2
Wiler b. Utzenstorf	337	402	594	713	845	18,5
Zauggenried	377	355	329	360	339	– 5,8
Zielebach	180	217	251	238	249	4,6

* Bei diesen Gemeinden sind die Zahlenangaben vor 1900 mit Vorsicht zu verwenden, da in den Jahren 1888/89 zwischen den Gemeinden Affoltern, Lützelflüh, Sumiswald und Rüegsau Grenzbereinigungen vorgenommen wurden, was sich zum Teil bedeutend auf die Einwohnerzahlen auswirkte.

Veränderungen sind mit Ausnahme der WV Vennersmühle und der WV der Stadt Burgdorf seit der Bestandesaufnahme für die Regionalplanung kaum vorgenommen worden.

Immerhin sei der Vollständigkeit halber erwähnt, daß die Weierwasserversorgung nun nebst der Verbindung mit dem Netz der Gemeinde Ersigen auch mit demjenigen der WV Vennersmühle verbunden werden mußte. Ersigen war in Trockenzeiten nicht mehr in der Lage, an den Gemeindeverband Weierwasserversorgung Wasser abzugeben, sondern mußte im

Figur 32



Graphik 3

Jahr	1850	1900	1950	1960	1970	Zunahme in % seit 1960
Ort						
Aeffligen	483	490	739	831	900	8,3
Ersigen	1 149	1 113	1 194	1 277	1 354	6,0
Höchstetten	253	299	251	263	254	– 3,4
Kernenried	331	349	306	335	336	0,3
Koppigen	1 012	1 102	1 551	1 691	1 829	8,2
Niederösch	362	346	324	303	251	–17,2
Oberösch	162	158	132	116	120	3,4

Graphik 4

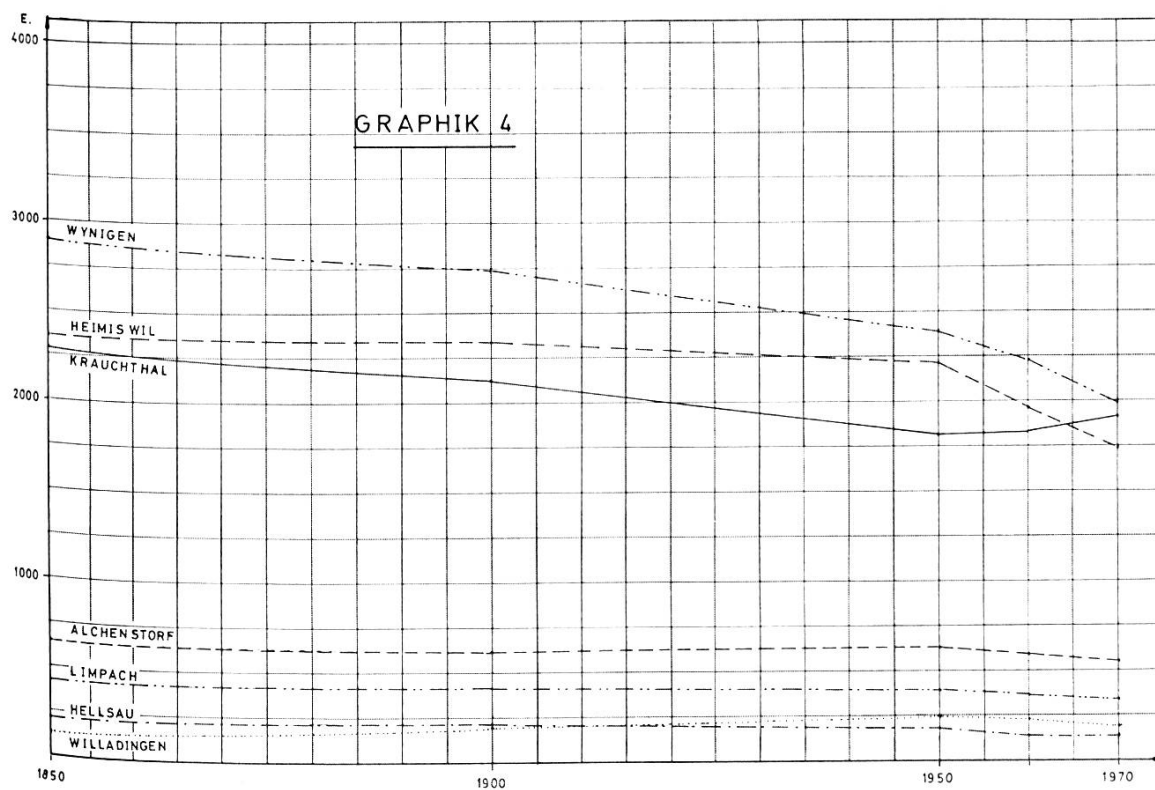
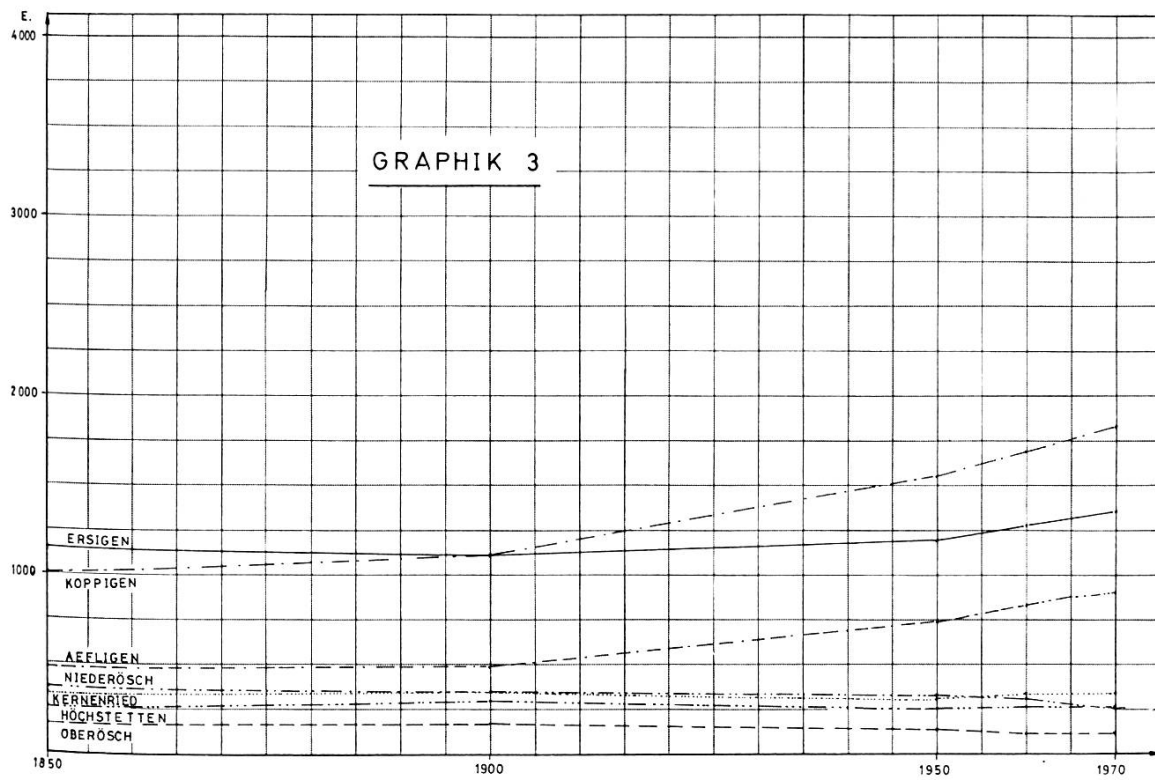
Jahr	1850	1900	1950	1960	1970	Zunahme in % seit 1960
Ort						
Alchenstorf	648	615	630	593	552	– 6,9
Heimiswil	2 357	2 340	2 212	1 956	1 739	–11,1
Hellsau	216	210	178	139	138	– 0,7
Krauchthal	2 285	2 122	1 814	1 825	1 909	4,6
Limpach	426	407	396	362	338	– 6,6
Willadingen	141	198	246	227	186	–18,1
Wynigen	2 897	2 735	2 386	2 221	1 986	–10,6

Winter 1970/71 gar über einen provisorischen Anschluß von der WV Vennersmühle bedient werden.

Während bei der Weierwasserversorgung eine Sanierung des ungenügenden Leitungsnetzes noch nicht an die Hand genommen wurde, ordnete Ersigen Untersuchungen zu weiterer Trinkwassererschließung an. Der Pumpversuch in einer rund 20 m von der bestehenden Fassung entfernt abgeteufte Bohrung zeigte nicht sehr gute Resultate. Immerhin können nach mündlichen Angaben [37] aus diesem Versuchsbrunnen rund 100 l/min in die bestehende Fassung gefördert werden. Die nächste Phase in der Sanierung der Gemeindewasserversorgung wird, wie mir mitgeteilt wurde, der Bau eines neuen, 1200 bis 1500 m³ fassenden Reservoirs sein. Der bisherige Speicherraum von 300 m³ (inkl. 100 m³ Löschreserve) reichte nicht aus, um den gesamten Quellzufluß während der Nacht zu speichern.

In einer weiteren Phase müssen für eine zusätzliche Trinkwassererschließung neue Bohrungen angesetzt werden, es sei denn, man komme auf den Entschluß, eine eigene, unabhängige Wasserversorgung zu haben, nochmals zurück. Momentan wird allerdings nicht an einen Anschluß an die WV Vennersmühle gedacht.

(Figur 32 Fortsetzung)



Tafel 29

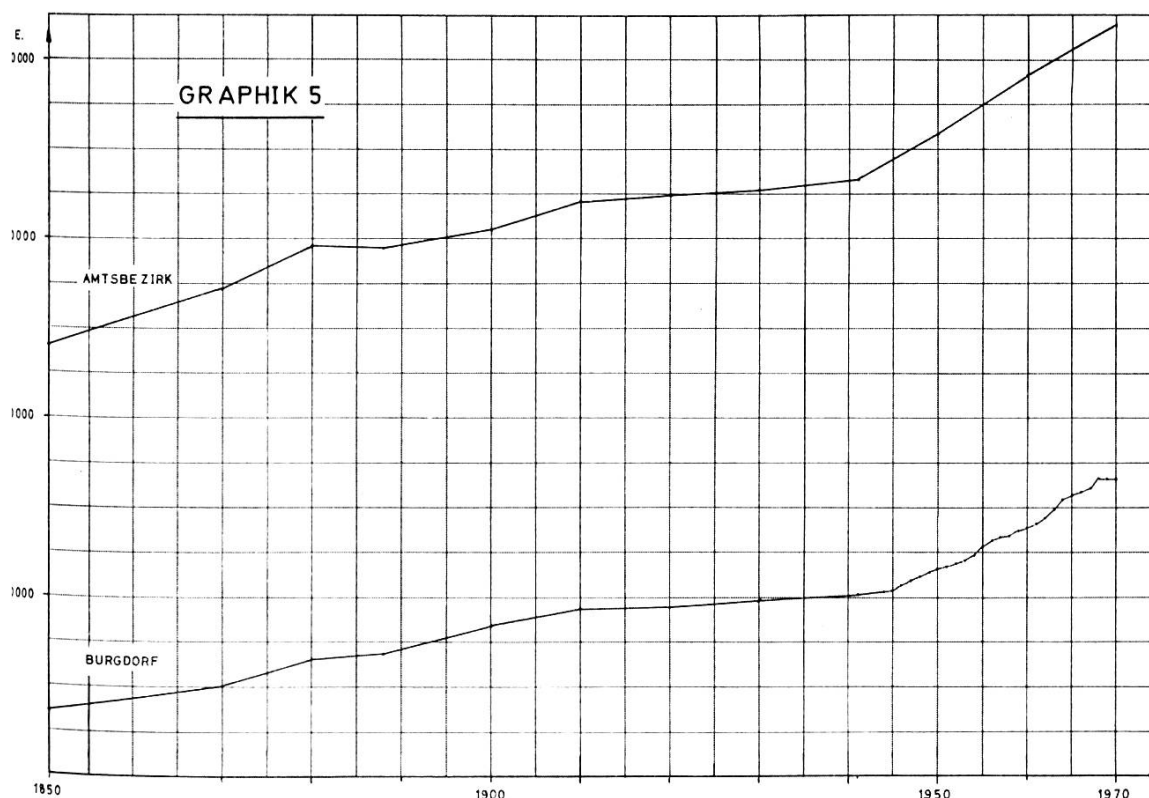
Bevölkerungsentwicklung von Stadt und Amtsbezirk Burgdorf

Jahr	Stadt *	Stadt **	Amtsbezirk **
1850	3 636	3 636	24 070
1870	5 049	5 049	27 204
1880	6 549	6 549	29 610
1888	6 847	6 847	29 498
1900	8 404	8 404	30 598
1910	9 367	9 367	32 080
1920	9 447	9 447	32 467
1930	9 772	9 772	32 737
1941	10 197	10 197	33 250
1944	10 234		
1945	10 443		
1946	10 694		
1947	10 993		
1948	11 219		
1949	11 324		
1950	11 563	11 586	35 927
1951	11 713		
1952	11 882		
1953	12 254		
1954	12 442		
1955	12 944		
1956	13 240		
1957	13 350		
1958	13 392		
1959	13 702		
1960	13 895	13 936	39 049
1961	14 050		
1962	14 439		
1963	14 862		
1964	15 326		
1965	15 622		
1966	15 825		
1967	16 000		
1968	16 588		
1969	16 584		
1970	16 568	15 888	41 807

* Angaben der Einwohnerkontrolle Burgdorf.

** Angaben des Eidgenössischen Statistischen Amtes.

Figur 33



Als weitere und letzte mir bekannt gewordene Änderung ist der Anschluß der Gemeinde Wiler bei Utzenstorf an die Leitung der Stadt Grenchen zu erwähnen (seit Ende Dezember 1968). Die gemeindeeigene Fassung bleibt aber für Notzeiten noch einsatzbereit.

2. Die Wasserversorgung der Stadt Burgdorf

2.1 HISTORISCHER RÜCKBLICK

«Es sind jetzt mehr als 20 Jahre verflossen, seitdem sich die hiesige Verwaltungsbehörde genöthigt sah, Untersuchungen anzustellen, wie dem immer fühlbarer werdenden Mangel an Brunnenwasser in der oberen Stadt dahier abgeholfen werden könne. Dieser Mangel rührte von zwei Ursachen her. Einmal von der Erhöhung des Wasserbedarfs, in Folge der Zunahme der Bevölkerung, und sodann von der Abnahme der Quellen im Binzberg, in Folge einer bedeutenden Abholzung in den dortigen Waldungen.»

Diese einleitenden Sätze der Broschüre «Bericht und Anträge betreffend die Wasserversorgung der Stadt Burgdorf» (gedruckt 1867) – freundlicher-

weise von Herrn INGOLD [35] zur Verfügung gestellt – mögen die Sorgen und Nöte der Stadt Burgdorf um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts durchblicken lassen.

Hinweise betreffend Wasserversorgung der Stadt vor dem 18. Jahrhundert sind nur wenige vorhanden, gehen aber doch bis ins 12. Jahrhundert zurück. So schreibt RÄBER [29, S.660]: «Die Erwähnung des Holzbrunnens im Jahre 1186 ist die älteste bekannte Angabe über das Wasser. Aus späteren Daten greifen wir heraus, daß 1552 der lange Zeit unbrauchbare Schloßbrunnen wieder hergestellt, 1585 der Klosterbrunnen vor die untere Badestube bei der unteren Mühle verlegt und 1633 ein Sodbrunnen am Kirchbühl fertig erstellt wurde.» Schließlich wird auch noch die Erneuerung des Kaufhausbrunnens im Jahre 1757 erwähnt.

Viel Mühe hat den Behörden lange Zeit die hohe Lage des Hauptteils der Stadt bereitet, hatte man doch anfänglich keine Pumpen zur Verfügung und die der Stadt nächstgelegenen Quellen lagen meist zu tief. Die ersten durch die Stadt gefaßten Quellen befanden sich im Gebiet «Binzberg» und «Wiedlisbach», zudem führten damals schon Leitungen vom «Einschlag» zu den Brunnen der unteren Stadt.

Die Polizeikommission, welcher die Wasserversorgung unterstellt war, bemühte sich, verschiedene Fachleute beizuziehen, um möglichst bald den Mangel an Wasser beheben zu können. So wurde 1844 ein Brunnenmeister SCHLÄFLI von Bern zu einer Besichtigung berufen. 1845 wurde beschlossen, die gesamten Brunneneinrichtungen durch den Brunnentechniker HERPEL in «bessern Stand setzen zu lassen». Die Ausgaben für das Jahr 1845 werden mit Fr.1638.10 angegeben. Offenbar zeitigten diese Arbeiten aber kein befriedigendes Resultat, so daß weitere Fachleute berufen wurden. 1850 reichte der damals berühmte Brunnenmeister TANNIGER seinen im Jahr zuvor angeforderten Bericht ein. Er schlug darin Nachgrabungen am Binzberg und die Errichtung eines Reservoirs am «Kirchbühl» vor. Die Erstellungskosten waren mit Fr.6032.– veranschlagt worden. Die Ausführung wurde aber zufolge größerer Arbeiten an den Brunnenleitungen vom Einschlag her vorläufig verschoben. 1854 wurde dann aber die Binzbergfrage doch wieder aufgenommen. Nachgrabungen im Wiedlisbach zeitigten ein negatives Resultat, und auch den Grabungen des Brunnengrabers SCHERTENLEIB – unter Anleitung des Brunnentechnikers LANG aus Zofingen – war kein großer Erfolg beschieden, endet doch der Bericht lediglich mit den Worten «einiges Wasser sei gefunden worden». Inzwischen zählte man bereits das Jahr 1859; es wurden wieder zwei Sachverständige hergerufen: Nebst dem bereits genannten Herrn LANG aus Zofingen Herr Ingenieur BURI aus Basel, die namentlich folgende Quellen zu untersuchen hatten:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1. Zwischen Bußwil und Lochbach, | 4. im Oberburgschachen, |
| 2. in der Rappenfluh bei Oberburg, | 5. aus der oberen Allmend |
| 3. zwischen Bätswyl und Ried, | (Heinigerbrännli). |

Diese Untersuchungen – angeregt durch das außerordentlich trockene Jahr 1858 – zeigten aber ebenfalls kein positives Resultat, da die Quellen entweder zu weit entfernt (zu teure Zuleitung) oder zu tief lagen, um die obere Stadt zu beliefern. Wieder war man nicht weitergekommen. Die Binzberg- und Wiedlisbachquellen lieferten selbst «bei großer Nässe, wie zum Beispiel im Dezember 1860, nie mehr als zusammen 73½ Maß per Minute», 1858 sogar nur 23 Maß pro Minute (1 Maß = 1,5 Liter).

Da nun hinsichtlich Quellwasserfassungen alle Möglichkeiten erschöpft schienen, reifte bei den Behörden die Idee, in der Talsohle der Emme ein durch Wasserkraft getriebenes Pumpwerk zu errichten. Das Wasser sollte aus einem Schacht in ein Reservoir auf den höchsten Punkt des Kirchbühls gepumpt werden. Bei Ingenieur BURI wurde ein Programm über dieses Projekt eingeholt, das unter anderem die folgenden Punkte, die als Vergleich zu den heutigen Wasserverbrauchszahlen angeführt seien, enthält:

1. «Nach allen gemachten Erfahrungen sowohl als nach theoretischen Berechnungen der berühmtesten Brunnentechniker ist der Brunnenwasserbedarf für alle häuslichen Bedürfnisse – also Wasser zum Kochen, Trinken, Waschen usw. – per Einwohner und per Tag im Minimum auf 50 Maß anzuschlagen.»
2. «Mit Rücksicht auf die Zunahme der Bevölkerung der oberen Stadt, und mit Rücksicht auf das Abgeben von Wasser an Privatbrunnen in den Häusern sei nothwendig, zu den bestehenden 4 Brunnen noch 5 neue zu erstellen, und es haben die sämtlichen 9 Brunnen mit 13 Röhren zu etwa 18 Maß Wasser, zusammen 139 Maß per Minute, zu liefern. Diese Wassermenge entspreche einer Einwohnerzahl von 4000 Seelen.»

Da ständig von der Zunahme der Wohnbevölkerung gesprochen wird, sei an dieser Stelle ein Einblick in die Statistik der Wohnbevölkerung der Gemeinde Burgdorf gegeben (Burgd. JB 1946, S.48):

Jahr	Wohnbevölkerung	Zunahme
1836	2390	
1846	3364	974
1850	3636	272
1856	3928	292
1860	4199	271
1870	5049	850

(Vgl. zudem Kapitel «Bevölkerungsentwicklung»)

Pläne und Kostenberechnungen für das auf 300 Maß pro Minute dimensionierte Pumpwerk wurden von den Herren Ingenieur LAUTERBURG und Mechaniker RUEF, Burgdorf, erstellt. Der Voranschlag zeigt folgende Beträge:

1. Kanalbau für das Betriebswasser	Fr. 11 800.
2. Röhrenanlage	Fr. 29 000.–
3. Pumpwerk	Fr. 23 400.–
4. Reservoir	Fr. 13 000.–
5. Neue Brunnen und Umänderung der alten	Fr. 4 000.–
Total	Fr. 81 200.–

Obschon das Projekt am 23. Mai 1863 vom Gemeinderat als «vollständig» erachtet wurde, trat der Gemeinderat auf die Anträge der Polizeikommision – Annahme des Projektes und Kreditbegehren von Fr. 80 000.– – nicht ein, sondern beauftragte die obgenannte Kommission, «Untersuchungen anzustellen, ob nicht ohne Erstellung eines Pumpwerkes auf andere Weise, namentlich durch Brunnenleitungen von Bußwyl oder Hasle her, Brunnenwasser für die hiesigen Brunnen gewonnen werden könnte».

Was die Gemeinderatsmitglieder zu dieser «Einfrierung» des Pumpwerkprojektes bewogen haben mag, scheint nicht ganz klar zu sein. Offenbar war man der revolutionären Idee zur Errichtung eines Pumpenwerkes gegenüber einfach zu konservativ eingestellt. Andererseits mag aber auch die Tatsache mitbestimmend gewesen sein, daß in der Schenkungsakte – die Bürgergemeinde hatte nämlich der Einwohnergemeinde Fr. 100 000.– geschenkt – festgelegt war, daß Fr. 32 000.– zur Beschaffung eines größeren Quantums Quellwasser und für zweckmäßige Einrichtung der Brunnleitung der oberen und unteren Stadt zu verwenden seien.

Diesmal versuchte man durch ein öffentliches Preisausschreiben zum Ziele zu kommen. Bis zum 31. Oktober 1864 (Eingabeschluß) wurden denn auch 4 Eingaben eingereicht, die allerdings nach eingehender Prüfung durch den «anerkannt tüchtigen» Brunnentechniker RÖDIGER aus Bellach bei Solothurn als unzureichend bezeichnet wurden und folglich als mögliche Projekte fallengelassen wurden. Als Kostprobe des Gutachtens sei lediglich eine kurze Stelle erwähnt, welche zum zweiten eingegangenen Projekt Stellung nimmt: «Dasselbe ist ebenfalls der Wünschelrute entsprungen und ist vollständig im Widerspruch mit der natürlichen Beschaffenheit des verzeigten Quellenpunktes. Denn ...». Schließlich untersuchte RÖDIGER selbst, ob eventuell weitere Quellen erschlossen werden könnten. Beurteilt wurden 1. die Bätwylquelle, 2. die Riedquelle, 3. die Blaumattquelle, 4. die Rothmattquelle, 5. die Oshwandquelle und schließlich 6. Quellen im Kehr, Junkholz und Hofern. Lediglich die unter 6. erwähnten Quellen hätten die erforderliche Wassermenge liefern können, allerdings wirkte sich die große Entfernung von der Stadt in finanzieller Hinsicht negativ aus, wurde doch die ungefähre Bausumme mit mindestens Fr. 150 000.– angegeben. Im Gutachten RÖDIGER wurde aber auch der Zustand der Brunnstuben im Binzberg und Wiedlisbach einer scharfen Kritik unterworfen. Die diesbezüglichen Restaurationsarbeiten wurden unverzüglich an die Hand genommen,

und mit einem Kostenaufwand von Fr. 2672.– konnte die Leistung dieser Quellen von 73½ auf 110 Maß gesteigert werden.

Am 8. März 1865 erfolgte eine Eingabe der Herren GRIBI, Baumeister in Burgdorf, und ZIMMERLI in Bern. Sie schlugen vor, die Brunnenquellen im «sogenannten Lauterbachthal» zwischen der Lauterbachmühle und der Tanne zu fassen, und garantierten mindestens 300 Maß pro Minute. Sie verlangten Fr. 450.– «per Maß und per Minute», was bei 300 Maß eine Summe von Fr. 135 000.– ergibt; zudem sollte die Gemeinde die Landentschädigung übernehmen.

Praktisch gleichzeitig wird durch den bereits erwähnten AUGUST RUEF ein neues Projekt für ein Pumpwerk eingereicht.

Die Gemeindebehörden konnten sich wiederum zu keinem Projekt durchringen, ordneten eine nochmalige Untersuchung der Blaumattquellen – die durch den Sachverständigen RÖDIGER bereits als «nicht zufriedenstellend» bezeichnet worden waren – an und verlangten zudem ausführliche Vorlagen über das Pumpwerkprojekt RUEF.

Dann aber geschah etwas Unerwartetes, denn in der Nacht vom 20. auf den 21. Juli 1865 brach über die Stadt eine Katastrophe herein, «durch welche in weniger als 10 Stunden in der oberen Stadt Burgdorf bewegliches und unbewegliches Eigenthum zerstört wurde, welches zusammen einen Werth von nahezu einer Million Franken gehabt hatte». Resigniert mußte man feststellen, daß Häuser niederbrannten, «zu deren Rettung kein einziger Tropfen Wasser verwendet werden konnte».

Eindringlicher konnte die an den Gemeinderat von Burgdorf gerichtete Mahnung nicht sein, den ständig ansteigenden Mangel an «Brunnenwasser» endlich zu beheben. Allerdings darf den Behörden nicht eine Nachlässigkeit unterschoben werden, denn Untersuchungen waren ständig im Gange, nur schreckte man offenbar vor den hohen Beträgen für die wenigen vielversprechenden Projekte zurück oder wollte das «Wagnis Pumpwerk» nicht eingehen.

Die Brandkatastrophe schien nun allerdings neuen Mut eingeflößt zu haben, wurde doch – zufolge der Überlastung der Polizeikommission – eine Spezialkommission gegründet, welche Vorschläge über die Erweiterung des ganzen «Wasservermehrungsprojektes» vorlegte.

2.2 DAS PUMPWERKPROJEKT AN DER WYNIGENSTRASSE

Die Einwohnergemeinde Burgdorf verpflichtete sich, die Liegenschaft August RUEFS an der Wynigenstraße samt Sodbrunnen, Wasserrad, Wasserrecht usw. zum Betrage von Fr. 50 000.– zu kaufen. Herr RUEF, der Erbauer der ganzen Anlage, sollte laut Vertrag zugleich die Beaufsichtigung und den Unterhalt der Anlage übernehmen, wobei ihm berechnet wurden:

a) für Aufsicht bei Tag und Nacht per Jahr	Fr. 600.–
b) für Reparaturen per Jahr	Fr. 500.–
Zusammen	<u>Fr. 1100.–</u>

Demgegenüber wurde ihm zur Benutzung des der Einwohnergemeinde verkauften Areals ein jährlicher Pachtzins von Fr.1000.– verrechnet. Die Gesamtkosten wurden mit Fr.77536.– veranschlagt, wobei die größten Summen aufzuwenden wären für:

Reservoir	Fr.27 400.–
Röhrennetz zwischen Reservoir und Brunnen	Fr.17 916.–
Hauptleitung zum Reservoir	Fr. 9 800.–
Pumpeneinrichtung	Fr. 7 200.–

Aus der Erläuterung der einzelnen Bauten geht hervor, daß zum Beispiel der Brunnenschacht eine Tiefe von 16 Fuß (= 4,8 m) erhalten sollte, was auf die hohe Lage des damaligen Grundwasserspiegels schließen läßt. Offenbar gab es seitens der Bevölkerung hinsichtlich der Qualität des Grundwassers noch verschiedene Bedenken, die aufgrund von chemischen Untersuchungen zerstreut werden mußten. Man neigte teilweise zur Auffassung, das Pumpwerk liefere «stehendes» Wasser aus dem Schacht, so daß schon die Wassertemperatur zu hoch sein werde. Durch die nachfolgend angeführten Ergebnisse konnte Apotheker HAAF aus Burgdorf diesbezügliche Zweifel zerstreuen:

- Lauterbachquellen am 9. Mai 1866 bei 22,5° C Luftwärme: 7° C,
- Ruefsches Sodwasser am 10. Mai 1866 bei 18,5° C Luftwärme: 7° C.

Chemische Untersuchungen des Staatsapothekers Dr. FLÜCKIGER aus Bern zeigten zudem, daß das Wasser der Lauterbachquellen wie des genannten Sodbrunnens Ruef als «sehr reines Wasser bezeichnet werden müsse».

Das Pumpwerk sollte mit zwei unabhängig voneinander funktionierenden Pumpanlagen versehen werden, wobei eine Einheit die verlangten 300 Maß fördern, die andere als Reserve bereitgehalten werden sollte. Nur in außerordentlichen Situationen sollten 450 Maß pro Minute (= 675 l/min) gepumpt werden, so zum Beispiel bei Feuersbrünsten.

Das Reservoir sollte – um einen höheren Druck zu gewährleisten – nicht wie es vorangehende Projekte vorsahen auf dem Kirchbühl, sondern im höher gelegenen Schloßhof errichtet werden. Als Maße für das Reservoir waren vorgesehen: Länge 115 Fuß, Breite 25 Fuß und Tiefe 10 Fuß, was gemäß Projektangaben einen Inhalt von 28750 Kubikfuß ergibt. Umgerechnet auf das heutige Maßsystem ergibt dies: Länge 34,5 m, Breite 7,5 m, Tiefe 3,0 m oder eine Kubatur von 776,25 m³.

Damit aus einem einzeln auftretenden Hausbrand nicht wieder eine Brandkatastrophe wie 1865 hervorgehen konnte, sah dieses Projekt die Beschickung des Netzes vom Reservoir zu den Brunnen mit 18 Feuerhahnen

(Hydranten) vor. Das Netz der Brunnen sollte ebenfalls erweitert werden. Nebst den 5 bestehenden sollten 5 neue erstellt werden, die im Projekt mit genauem Standort – wie übrigens auch die Feuerhahnen – angegeben sind.

Das Projekt wurde von den Herren BURI und MERIAN, Ingenieure in Basel, geprüft, da «die Behörden selbst nicht die erforderlichen technischen Kenntnisse besitzen».

Nebst der Projektstudie des Pumpwerkes ließ die dafür eingesetzte Spezialkommission aber auch die Neufassung der Saarenlochquelle und die damit in Zusammenhang stehende Belieferung der unteren Stadt ausarbeiten. Es waren für die untere Stadt acht neue Brunnen und für die «Allment» ein neuer Brunnen vorgesehen. Entsprechend mußten auch die Zuleitungen vergrößert werden. Der für all diese Arbeiten erforderliche Kredit belief sich auf Fr. 24 660.–.

Weitere Fr. 3000.– waren für Veränderungen an der Binzbergleitung bereitzustellen, so daß sich die folgende Schlußzusammenstellung der Kosten für die Gesamterneuerung der Wasserversorgung Burgdorfs ergibt:

1. Kaufpreis für die Liegenschaft Ruef	Fr. 50 000.–
2. Erstellung des Pumpwerks, Reservoirs usw.	Fr. 77 536.–
3. Projekt Ausbau Saarenlochquellen	Fr. 24 660.–
4. Veränderungen an der Binzbergleitung	Fr. 3 000.–
Total	<u>Fr. 155 196.–</u>

Von der Schenkung der Burgergemeinde an die Einwohnergemeinde standen noch Fr. 31 543.10 zur Verfügung. (Laut Schenkungsurkunde mußten von den Fr. 100 000.–, wie oben erwähnt, Fr. 32 000.– für die Wasserversorgung verwendet werden.) Zu Lasten der Gemeindekasse fielen also immer noch Fr. 123 652.90; ein für die damalige Zeit recht hoher Betrag.

Die 1869 dem Betrieb übergebene Anlage mußte bereits nach 4 Jahren und erneut im Jahre 1887 erweitert werden.

Die dauernden Wassersorgen bei den Behörden ließen aber noch vor Beginn des neuen Jahrhunderts ein neues Projekt reifen, welches dank der Initiative der zuständigen Kommission sofort realisiert werden konnte:

2.3 DIE QUELLFASSUNGEN IM GEBIET «TANNEN-LAUTERBACH»

Anlaß zu diesem neuen Projekt gaben die folgenden Feststellungen: Aufgrund der Bevölkerungszunahme schien das zur Verfügung stehende Trinkwasser nun doch wieder knapp zu werden. Die Statistik der Stadt Burgdorf zeigt folgende Bevölkerungsentwicklung:

1870	5049	1888	6847	1910	9367
1880	6549	1900	8404	1920	9447

Allein nach diesen Zahlen zu schließen steht fest, daß sich die zuständigen Behörden mit neuen Wassererschließungsprojekten zu befassen hatten. Zudem traten offenbar beim bestehenden Pumpwerk immer häufiger Störungen auf, dies besonders seit der Emmenkorrektur. Die Treibwassermenge für das Werk reichte nicht aus, so daß man mit Hilfe eines Gasmotors die zeitweise fehlende Treibkraft ersetzen mußte, was allerdings hohe Betriebsauslagen nach sich zog. Weit bedenklicher mußte aber die Tatsache stimmen, daß auch das Grundwasser nicht mehr ausreichte, bzw. der Grundwasserspiegel sich ständig senkte. Die Einschlagwasserversorgung gab ebenfalls zu Klagen Anlaß, war doch der Druck so gering, daß das Wasser in der unteren Stadt zum Teil nicht mehr bis in den 1. Stock der Häuser geleitet werden konnte.

Die Binzbergversorgung lieferte nur noch ein solch geringes Quantum, daß nur einige wenige Brunnen gespiesen werden konnten. Diese obgenannten Tatsachen bewogen die Behörden Burgdorfs im Jahre 1895 zu einem Kaufvertrag mit ROBERT RÜFENACHT aus Hasle, der sein sogenanntes «Brünnliheimwesen» mit den darin entspringenden Quellen an die Gemeinde Burgdorf abtrat. Allerdings mußte dann durch Fachleute konstatiert werden, daß die Quellen zu tief liegen, «um deren Wasser ohne mechanische Hülfe (Pumpwerk) zu einer Hochdruckwasserversorgung verwenden zu können» [11, S. 4]. Immerhin stellten diese neuerworbenen Quellen eine Reserve für die untere Stadt dar.

Der Gemeinderat sah sich aber zu neuen Untersuchungen veranlaßt. Wie bereits Ende der sechziger Jahre wurde das Lauterbach-Tannen-Gebiet einer eingehenden Prüfung unterworfen. Sämtliche Gutachten lauteten derart optimistisch, daß der Gemeinderat einen Spengler und den Gemeinderatschreiber mit den Quellenkäufen beauftragte. Insgesamt wurden 23 Verträge unterzeichnet. Der Erwerb all dieser Quellenrechte ergab eine Summe von Fr. 55 350.—.

Daß die Erschließung dieses Quellgebietes vielversprechend sein würde, ging aus allen Gutachten hervor. Aus dem Bericht der Experten Professor Dr. KISSLING und Gymnasiallehrer MERZ in Burgdorf sei ein Abschnitt wiedergegeben, der sinngemäß aus allen Gutachten entnommen sein könnte: «Die ganze Gegend ist wasser- und quellenreich. Das Quellgebiet scheint vorzüglich beschaffen zu sein: Die vielen Quartärterrassen sind ausgezeichnete Filter, die großen Wälder natürliche Sammler und infolge der spärlichen Kulturen ist eine Verunreinigung so gut wie ausgeschlossen. Weil die Austrittsstellen des Wassers im allgemeinen bedeutende Höhen haben oder Höhlen sind, ist auch ein Abgraben kaum zu befürchten.»

Die vorausgesagten Wassermengen wurden von zwei unabhängig arbeitenden Experten mit rund 2500 l/min vorausgesagt. Die später durchgeführten Messungen ergaben 40 Sekundenliter (= 2400 l/min), wobei dieses Quantum durch spätere Fassungen noch erhöht werden konnte. Auch die chemischen und bakteriologischen Untersuchungen ergaben zufriedenstel-

lende Resultate. Eine bakteriologische Untersuchung während der Bauzeit zeitigte das Vorhandensein von *Bacterium coli*, allerdings nicht in großer Zahl. In der Untersuchung, kurz nach Fertigstellung der Fassungen an 5 verschiedenen Stellen vorgenommen, wies man zwischen 30 und 81 Keimzahlen pro cm³ nach, im Reservoir im Pleer 79. Coli-Bakterien waren in keiner der 5 Proben nachweisbar.

Die Entstehung der Quellfassungen Tannen-Lauterbach

Am 4. Januar 1898 wurde unterhalb «Tannen» die Erstellung eines «Probiergrabens» angeordnet, um dadurch die Bodenformationen und die Wassermenge kennenzulernen. Anschließend verlegte man in diesen Graben in 3–4 m Tiefe einen Zementrohrsammelstrang (30 cm Lichtweite), wobei jede sechste eine Sickeröhre war, um dem Wasser den Eintritt zu ermöglichen. Der Graben mußte rasch wieder eingedeckt werden, um ein Rutschen der Hänge bei eventuell starken Regenfällen zu vermeiden. Noch während der Bau der Sickerleitung im Gang war, begann man mit der Fassung der einzelnen Quellen. Die Arbeiten schritten sehr rasch voran, stieg doch die Zahl der fertiggestellten Brunnstuben noch in der ersten Jahreshälfte 1898 auf 26. Schwieriger gestaltete sich hingegen der Bau einer Talsperre vor der Brunnstube in Unterlauterbach, welche verhindern sollte, daß Quellwasser ungefaßt abfließen konnte. Das Wasser mußte zum Teil, da der Sandsteinfels in 9 m Tiefe noch nicht erreicht war, mittels einer Lehmschicht abgedämmt werden. Erwähnenswert scheint mir noch die Tatsache, daß in Ermangelung erfahrener Vorarbeiter diese aus Luzern und Bern herbeigerufen werden mußten. Im Mai 1899 war man mit dem Bau der in Aussicht genommenen Fassungsanlagen fertig. Insgesamt waren nun 42 Brunnstuben erstellt, daneben existierte aber noch eine große Zahl kleinerer Brunnstuben bei den Quellursprüngen.

Die speziell für dieses Wasserfassungsprojekt ernannte Kommission ließ die Fassungsarbeiten einstellen, da das nun verfügbare Wasserquantum «für eine Reihe von Jahren genügen werde». Für einen Weiterausbau der Quellfassungen waren aber immerhin noch 7 Lokalitäten bereits vorgesehen.

Die Druckleitungen und das Reservoir

Die Trasseführung der Druckleitung wird vorwiegend durch den Standort des Reservoirs bestimmt, von einigen bautechnischen Fragen abgesehen. Da man in zuständigen Kreisen zur Einsicht gelangte, daß die bisher im Schloßhof bestehende Reservoiranlage nicht mehr genügen könne, sowohl hinsichtlich Inhalt als auch bezüglich des möglichen Wasserdruckes auf das Verteilernetz, einigte man sich auf die eingegangene Planvorlage mit Standort Pleerwald. Die Arbeiten für Druckleitung und Reservoir wurden öffentlich zur Konkurrenz ausgeschrieben. Von den 12 eingereichten Offerten be-

warben sich deren vier für nur einen Teil des ganzen Projektes. Aufgrund der eingegangenen Offerte konnte das Kreditbegehren, lautend auf Franken 220 000.–, an die Gemeindeversammlung gerichtet und durch diese genehmigt werden. Die Arbeiten wurden schließlich vergeben an J. Brunschwyler, Bauunternehmer, Bern (Druckleitung), und Gribi und Cie. Burgdorf (Reservoir).

Nach Abschluß der Verträge für die Durchleitungsrechte (insgesamt 32) konnten die Bauarbeiten begonnen werden. Als Entschädigung für diese Rechte wurden 20 bis 30 Rappen pro Laufmeter Leitungsgraben entrichtet.

Die Leitung von Unterlauterbach bis ins Reservoir weist eine Lichtweite von 250 mm auf, besteht aus Gußrohren, ist etwa 6000 m lang und wurde fast durchwegs 1,5 m unter Terrain verlegt. Die rund 1550 m lange Leitung vom Reservoir in die Stadt besteht aus 300-mm-Gußrohren. Der erstgenannte Leitungsabschnitt hielt der Druckprobe stand, hingegen traten beim Abschnitt Reservoir–Stadt offenbar zufolge mangelhaften Röhrenmaterials 7 Leitungsbrüche auf, wobei die diesbezüglich erste Überraschung in der Silvesternacht 1898/99 auftrat, also einen Tag nach Beginn der Druckprobe. Erwähnenswert scheint mir, daß die Arbeiten in unglaublich kurzer Zeitspanne ausgeführt werden konnten, wurden doch die Aufträge erst am 26. August vergeben und anschließend mußten dann noch in «mühevollen und zeitraubenden» Verhandlungen die Durchleitungsrechte erworben werden.

Die Reservoiranlage konnte ebenfalls fristgerecht auf Ende Dezember 1898 erstellt werden, obschon einige Schwierigkeiten zu bewältigen waren. Der Transport des Baumaterials konnte zufolge des schlechten Zugangs zum geplanten Standort nicht mit Pferden und Wagen bewältigt werden, so daß sich die Unternehmerfirma Gribi & Cie eine dampfbetriebene Drahtseilbahn beschaffte und das Material auf diese Weise an den Bestimmungsort beförderte.

Das am 14. Januar 1899 erstmals gefüllte Reservoir bestand aus zwei Kammern zu je 500 m³ Inhalt und war aus Beton.

Die Kosten der Anlage Tannen-Lauterbach

Die Gesamtausgaben verteilten sich gemäß vorliegendem Bericht [11, S.23] auf die folgenden Rubriken:

1. Quellenankäufe inklusive diverse Entschädigungen	Fr. 56 000.–
2. Quellenfassungen usw. bis Sammelbrunnstube in Unterlauterbach	Fr. 99 500.–
3. Druckleitungen und Reservoiranlagen rund	Fr. 196 000.–
4. Verschiedenes (Expertisen, Bauleitung usw.)	Fr. 18 500.–
Total	<u>Fr. 370 000.–</u>

Mit diesem großzügig geplanten und realisierten Ausbau der Wasserversorgung war der Wasserbedarf der Stadt nun wieder für einige Jahre gedeckt. Der Zufluß aus dem Quellgebiet Tannen beträgt heute noch rund $\frac{1}{3}$ des Gesamtbezuges aus Quellen und Pumpwerk (im Einschlag), wie die folgenden Zahlen aus der Statistik belegen mögen:

Wasserförderung	1969	1968
Zufluß vom Quellgebiet Tannen	861 931 m ³	966 523 m ³
Pumpwerk Einschlag	1 847 584 m ³	1 431 628 m ³
Zufluß aus dem Einschlag	27 165 m ³	120 569 m ³
Zufluß vom Binzberg	7 000 m ³	7 414 m ³

2.4 DAS STADELBACHQUELLENGEBIET

Der Vollständigkeit halber sei auch dieses im damaligen Zeitpunkt zur Diskussion stehende Projekt noch erwähnt, obschon es schlußendlich nicht realisiert wurde, da diese Quellfassungen zu tief liegen. Der Bericht [11, S.23] beschreibt dieses Quellengebiet wie folgt: «Der Stadelbach ergießt sich etwa 600 m hinter dem Fahrweg zum Hof in den Lauterbach. Seine Quellen befinden sich im Karthäuser Walde des Staates Bern, unter der Habsegg, im Lautermoos, unter dem Hunsberg (a. d. Krauchthalberg) und in der Grube, Gemeinde Oberburg. Sie entspringen zumeist in Sandsteinfluß und würden im Maximum etwa 500–600 Minutenliter geliefert haben.»

Die Kaufverträge waren zum Teil bereits abgeschlossen worden, allerdings unter dem Vorbehalt des Rücktrittes, was sich als vorteilhaft erwies, da das Projekt schlußendlich aus obgenanntem Grund nicht realisiert wurde. Ein weiterer Grund war zudem, daß die Anlage im Verhältnis zum Wasservolumen zu kostspielig geworden wäre. Durch die Inbetriebnahme der Tannen-Lauterbach-Wasserversorgung konnte das Pumpwerk an der Wynigenstraße stillgelegt werden. Da man zudem festgestellt hatte, daß das Wasser den hygienischen Anforderungen, die an Trinkwasser gestellt werden müssen, nicht mehr genügte, darf wohl festgestellt werden, daß der Quellzufluß aus «Tannen» gerade im entscheidenden Moment eingesetzt hat.

Gleichzeitig wurde auch das Schloßreservoir aufgegeben, da man vor allem durch die Belastung Rutschungen befürchtete und es zudem der entstandenen Risse wegen reparaturbedürftig geworden war.

Die Quellfassungen im Gebiet Tannen, so sorgfältig sie auch ausgeführt worden waren, wiesen zufolge der außerordentlichen Erscheinungen im Niederschlagsgeschehen – speziell in regenreichen Zeiten – gewisse Mängel auf. Man mußte nämlich bald feststellen, daß die Sickerleitungen zu wenig tief verlegt waren, so daß Verunreinigungen durch sogenannte Tagwasser auftraten. Im regenreichen Jahr 1910 mußte die Sickerleitung laut Jahres-

bericht größtenteils ausgeschaltet werden; der Wasserbedarf war aber dank des gleichwohl mehr als 2600 l/min betragenden Quellzuflusses gesichert.

Da die Sickerleitung bereits in den vorangegangenen Jahren Trübungen verursachte, veranlaßte man in den Jahren 1909 und 1910 je eine Bohrung im Quellgebiet und konnte dadurch die verlorene Wassermenge in genügend großer Tiefe fassen. Aufgrund einer Probebohrung konnte man im folgenden Jahr feststellen, daß eine Erschließung weiteren Wassers in diesem Gebiet ausgeschlossen war. Das sehr trockene Jahr 1911 zwang zu neuem Planen, wobei man zwei Möglichkeiten ins Auge faßte:

1. Vergrößerung der bestehenden Wasserreserve, das heißt Erstellung eines zweiten Hochdruckreservoirs und
2. Bau einer Grundwasserversorgung «aus dem Schachen zu Burgdorf».

Vorerst setzte sich der Entschluß zu einem neuen Reservoir mit 1000 m³ im Pleer durch, ohne daß man aber deswegen das Pumpwerkprojekt aus den Augen verlor. Bei einem Kostenaufwand von Fr. 34985.40 konnte das neue Reservoir am 23. Juli 1912 definitiv in Betrieb genommen werden. Durch diese Neuerung konnte man die von der Brandversicherung gewünschte Löschreserve von 500 m³ gewährleisten und auch die als lästig empfundene Drosselung der Wasserzufuhr zur Stadt konnte unterbleiben.

2.5 PROJEKT UND REALISIERUNG DES PUMPWERKS IM SCHACHEN

Obschon im Jahre 1911 der letzte Ausbau der Tannen-Lauterbach-Anlage erfolgte, setzte man im Schachen Mitte November dieses Jahres zu einer 1000-mm-Bohrung an (ohne kleinere Versuchsbohrung). Ein Baumstamm in 6,80 m Tiefe «dem auf keine Art beizukommen war», setzte der Bohrung ein unerwartetes Ende. Die einige Meter daneben angesetzte 300-mm-Bohrung verlief erfolgreich und zeigte folgendes Profil:

OK-Terrain bis	0,60 m:	Humus
0,60 m	bis	2,00 m: heller Lehm
2,00 m	bis	20,00 m: grober Kies mit Sand.

Die 1000-mm-Bohrung wurde bereits im folgenden Jahr (1912) an der Stelle der Probebohrung auf 23,75 mm abgeteuft und mit einem 60-cm-Filterrohr versehen, welches das Wasser in einer Tiefe von 13,5 m ab Terrain in den Brunnen eintreten läßt, so daß Verunreinigungen ausgeschlossen sein dürften. Da der Quellzufluß den Wasserbedarf vorläufig noch zu decken vermochte, schob man den Bau der Pumpstation noch auf, traf aber im Jahre 1916 immerhin weitere Vorkehrungen wie das Erstellen der Saugleitung und eines Stückes der Druckleitung sowie von Fundamenten im Maschinenhaus. Durch den trockenen Sommer 1918 erlebten die Burg-

dorfer aber einmal mehr eine Überraschung, reichte doch der Zufluß der Quellen nicht mehr aus, so daß man bei hohen Materialpreisen die Ausführung des Pumpwerks in Angriff nehmen mußte. Für die Pumpeneinheit mit 1000 l/min Leistung, Druckleitung usw. mußte ein Kredit von Franken 120000.– bewilligt werden. Die Pumpanlage konnte aber erst am 13. Juni 1919 dem regulären Betrieb übergeben werden, war dann allerdings wegen des noch wärmeren Sommers in den Monaten August und September bis 12 Stunden täglich in Betrieb, so daß die durch das neue Werk bis Ende Jahr gedeckte Wassermenge 19401 m³ betrug. Sicherheitshalber wurde sofort eine zweite Pumpeneinheit gleicher Leistung bestellt und im kommenden Jahr installiert. Die totalen Auslagen für das Pumpwerk beliefen sich schlußendlich auf Fr. 139 379.74.

Das Reservoir im Schloß hatte mit der Inbetriebnahme des Pumpwerks ausgedient und konnte dem Staate Bern wieder zur Verfügung gestellt werden.

Die beiden bereits bewährten Zentrifugalpumpen wurden 1926 durch eine dritte Einheit mit einer Förderleistung von 2400 l/min (Projekt: 2000 l/min) ergänzt, was als vorläufige Krönung der städtischen Wasserversorgung betrachtet werden konnte. Bis zum Jahr 1935 sind denn auch in den Jahresberichten des Wasserwerks außer einigen Reparaturen zufolge Rohrbrüchen und den Routinearbeiten keine nennenswerten Änderungen oder Erweiterungen aufgeführt. Aber auch 1935 geht es lediglich um die Installation einer automatischen, vom Wasserstand des Reservoirs und der Belastung des Elektrizitätswerks abhängigen Steuerung. Die Kosten beliefen sich auf Fr. 35 958.90 und überschritten den Kredit von Fr. 35 000.– nur gering. Zudem bewiesen die folgenden Jahre, daß sich diese Investition gelohnt hatte, konnten doch die Quellzuflüsse viel besser ausgenützt und die durch Pumpen geförderte Wassermenge und dadurch die Ausgaben für Elektrizität beträchtlich reduziert werden.

1942 zeitigten bakteriologische Untersuchungen nicht mehr ganz zufriedenstellende Resultate, so daß ein Teil der Tannen-Quellfassungen ausgeschaltet werden mußte. Auch im nächsten Jahr sah man sich gezwungen, einige weitere Fassungen stillzulegen. Diese Tatsache regte zur Projektierung von Neufassungen an, und bereits nach der im Oktober 1944 genehmigten Kreditvorlage (Fr. 76 100.–) setzten die Arbeiten ein. Die Neufassungen wurden 1945 in Betrieb genommen, doch wurde das in Aussicht gestellte Quantum Wasser der zu geringen Niederschläge wegen noch nicht erreicht. 1946 erreichte der Anteil der Neufassung immerhin 35 % der gesamten Quellschüttung und im außerordentlich trockenen Jahr 1947 (mit nur 683,1 mm Niederschlag) 34%. Das Pumpwerk leistete mit 748 337 m³ gefördertem Wasser außerordentlich große Dienste, war aber, wie der Jahresberichterstatter zu schreiben pflegte, «am Ende seiner Leistungsfähigkeit angelangt». Die Erkenntnis reifte, daß man mit dem Ausbau des Pumpwerks nicht mehr zuwarten dürfe, wenn die Sicherheit der Wasserversor-

gung der Stadt nicht in Frage gestellt werden sollte. 1948 setzten Studien zum Ausbau der Pumpanlage und zur Vermehrung des Reservoirinhaltes ein, beschleunigt durch das neue «Rekordjahr» 1949 mit nur 632,2 mm Niederschlag. Das Pumpwerk förderte erstmals mehr Wasser, als von den Quellen zufloß, nämlich 856 805 m³; trotzdem mußten zeitweise Verbrauchsbeschränkungen verfügt werden. Zu dieser Wasserknappheit dürften auch die großen Verluste im Leitungsnetz beigetragen haben, denen man 1950 dann zu Leibe rückte. Die diesbezüglichen Arbeiten hatten sich trotz Überschreitung des Budgetpostens «Leitungsunterhalt» gelohnt, sind doch die Verluste um rund 200 000 m³/J zurückgegangen.

2.6 DAS PROJEKT VOM 11./12. JULI 1953

Wie oben dargelegt, gaben die Jahre 1947 und 1949, die von der heute älteren Generation so schnell nicht vergessen werden, den Anstoß zu neuen Erschließungsprojekten, da im Quellgebiet Tannen kaum mehr neues Wasser gewonnen werden kann und das Pumpwerk zeitweise die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht hatte. Probebohrungen für eine zweite Fassung im Schachen wurden durchgeführt und ein neues Projekt ausgearbeitet, welches folgendes Ausbauprogramm vorsah:

1. Errichtung eines neuen Pumpwerks

«Dieses soll zwei Vertikalpumpen für 3700 l/min im Einzel- und 3000 l/min im Parallelbetrieb erhalten und den Ausbau einer dritten, eventuell noch größeren Pumpe ermöglichen. Das alte Pumpwerk bleibt bestehen. Wir erhalten damit eine Leistung von maximal 8400 l/min bei ungünstigen und 10800 l/min bei günstigen Druckverhältnissen.» [12, S.4.]

Als Standort war ebenfalls der Schachen festgelegt, mit geringer Entfernung vom alten Werk.

Dadurch kann auch das neue Pumpwerk das Wasser aus dem großen «Grundwassersee», der gegen Norden hin durch den bekannten Molasseriegel abgegrenzt wird, beziehen. Grundwasserspiegelmessungen haben offenbar laut Vorlage [12, S.6] eine Amplitude von bloß 1,2 m ergeben.

Entsprechend dem von vornherein als günstig bekannten Standort zeigte auch der Pumpversuch in der Probebohrung ausgezeichnete Ergebnisse, senkte sich doch der Grundwasserspiegel bei einer Entnahmemenge von 6000 l/min um nur 81 cm ab. Man rechnete damit, bei der definitiven Bohrung mit einem Filterrohr von 80 cm Durchmesser (Probebohrung 30 cm) gut 10000 l/min entnehmen zu können, was bereits beim Pumpversuch in der Probebohrung gefördert worden war. Da bei dieser Wasserentnahme die Absenkung in der Einschlagwasserfassung lediglich 14 cm ausmachte, konnten auch die Einsprachen der Wasserbezüger aus dem Einschlag bereinigt werden, und da die Bewilligung des kantonalen Wasserrechtsamtes

zum Bezug von 6000 l/min vorlag, stand der Projektrealisierung außer der Genehmigung der Bewohner kein Hindernis mehr im Wege.

2. Die Wasserspeicherung durch ein zusätzliches Reservoir

Da sich der Wasserverbrauch bekanntlich im Laufe eines Tages und einer Woche stark verändert, der Quellzufluß praktisch gleichbleibt, muß dieser Unterschied zwischen Zufluß und Verbrauch durch einen Speicherbehälter (Reservoir) ausgeglichen werden können. Da im Falle Burgdorf die Quellzuflüsse nicht mehr ausreichten, mußte die fehlende Wassermenge gepumpt werden. Dies sollte vor allem nachts geschehen, wenn das Elektrizitätswerk nicht durch Industrie usw. stark belastet wird und man teure «Spitzenenergie» beziehen müßte. Damit mußte aber für die Wassermenge, die nachts gepumpt und tagsüber verbraucht wird, eine neue Speichermöglichkeit geschaffen werden. Seit 1912 hatte man übrigens stets mit 1500 m³ (+ 500 m³ Löschreserve) Reservoirinhalt die von 9367 (1910) auf 11586 (1950) angewachsene Bevölkerung mit Wasser beliefert.

Die vorhandenen Reservoiranlagen genügten auch den Anforderungen in feuerpolizeilicher Hinsicht nicht mehr. Daher sah das Projekt ein neues Reservoir mit einem Inhalt von 1500 m³ Brauchwasser und 500 m³ Löschreserve – also total 2000 m³ – vor. Als Standort wurde der Fernstallwald vorgeschlagen, was den großen Vorteil mit sich brachte, daß eine kurze Leitung genügte, um das Wasser ins Verbrauchszentrum zu führen. Durch die Gegenüberstellung der Reservoirs (vgl. Figur 34) und die praktisch gleiche Höhenlage (Fernstall 5 m tiefer als Pleer) konnten im ganzen Netz die Druckverhältnisse ausgeglichen und verbessert werden. Reservoir und Leitung wurden zudem so erstellt, daß später eine weitere, ebenfalls 2000 m³ messende Kammer errichtet werden kann.

3. Die Fernsteuerung

Diese sollte ermöglichen, daß vom Büro der Gas- und Wasserwerke aus die ganze Wasserversorgung kontrolliert und gesteuert werden kann. Alle notwendigen – hier nicht im einzelnen beschriebenen – Daten sollten registriert werden.

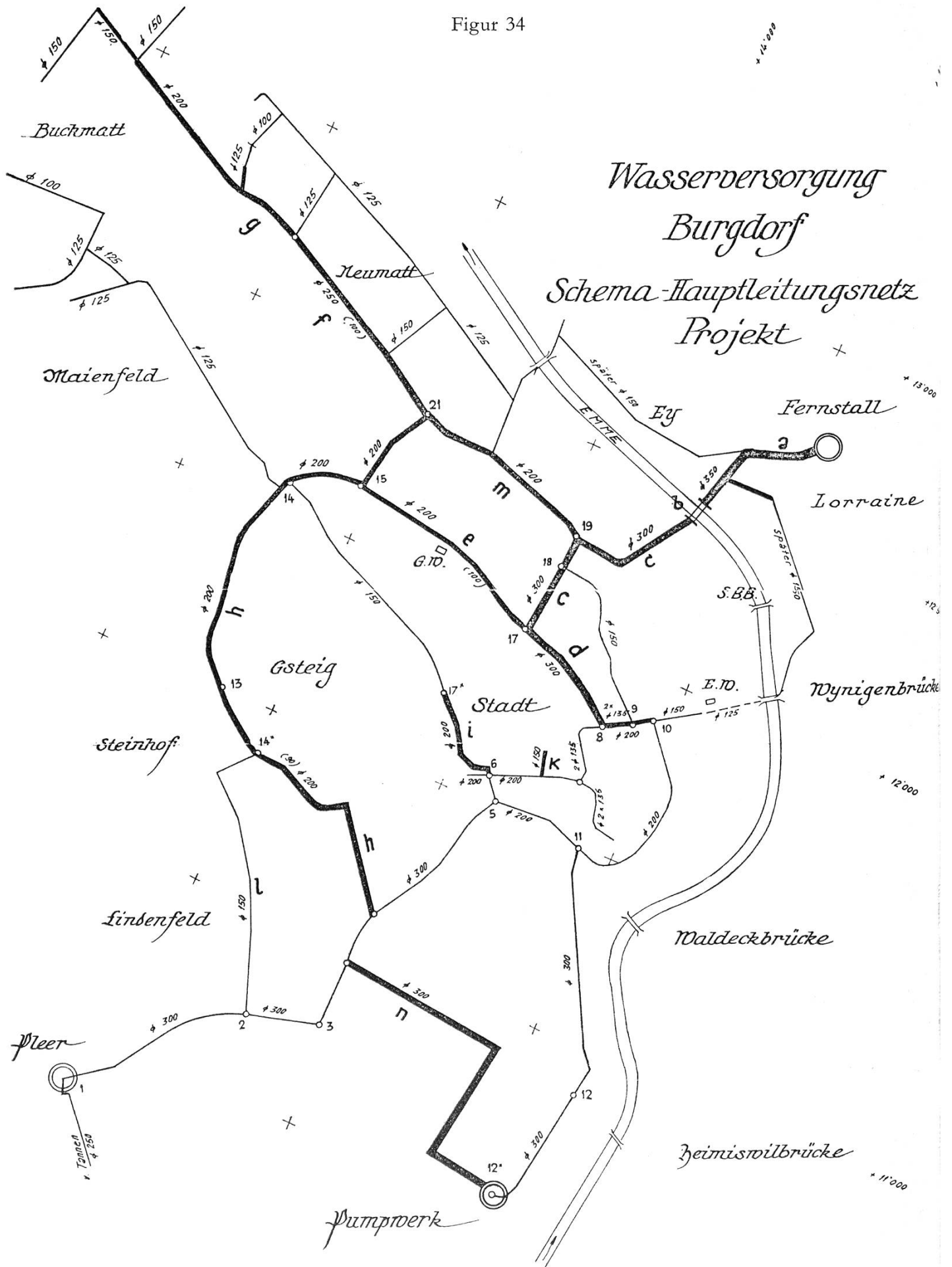
4. Die Leitungsanlagen

Da das bestehende Leitungsnetz zum Teil ein Alter von mehreren Jahrzehnten aufwies und für einen kleineren Wasserkonsum konzipiert war, mußten teilweise größere Leitungen verlegt und das Netz insgesamt erweitert werden, was in Figur 34 zum Ausdruck kommt.

5. Der Kostenvoranschlag

Die nachfolgende Aufstellung gibt ein zusammenfassendes Bild der zu erwartenden Ausgaben für das vorgelegte Projekt.

Figur 34



1. Pumpwerk und neuer Filterbrunnen	Fr. 261 000.–
2. Reservoir Fernstallwald	Fr. 292 920.–
3. Fernsteuerung	Fr. 142 840.–
4. Leitungsnetz	Fr. 991 100.–
5. Honorare für Vorprojekte, Projekt, Gutachten und Bauleitung	Fr. 102 515.–
6. Späterer Ausbau des Leitungsnetzes	Fr. 162 640.–
7. Hydranten	Fr. 80 250.–
Total	<u>Fr. 2 033 265.–</u>

Am 11./12. Juli 1953 wurde dieses Projekt bzw. das Kreditbegehren für den Ausbau der Wasserversorgung im Betrage von Fr. 2 033 265.– den Burgdorfer Stimmberechtigten vorgelegt. Von den 3483 Stimmberechtigten bemühten sich lediglich 661 zur Urne. Bei 660 gültigen Stimmen legten 626 ein Ja und 34 ein Nein ein.

Die zuständige Leitung der Wasserversorgung – offenbar das Vertrauen der großen «schweigenden Burgdorfer Mehrheit» genießend – ordnete noch 1953 einzelne Vorarbeiten an und bestellte sogleich die notwendigen Apparaturen. Im Mai 1955 konnte bereits das Reservoir in Betrieb genommen werden und auch das neue Pumpwerk war Ende Jahr im Rohbau fertig, im Herbst 1956 sogar betriebsbereit, die dazugehörige Fernsteuerung allerdings erst im folgenden Jahr.

Der Ausbau des Leitungsnetzes erstreckte sich über mehrere Jahre, mußten doch stets unvorhergesehene Leitungen in neue Wohnquartiere verlegt werden. Abschließend darf festgehalten werden, daß mit der Realisierung dieses Projekts aus den Jahren 1952/53 die städtische Wasserversorgung für Jahre hinaus ihrer Sorgen enthoben war.

2.7 ZUKÜNFTIGE TRINKWASSERERSCHLIESSUNG

Durch die stetige Zunahme der Bevölkerung, und den auch stets steigenden Komfort, stieg aber der Wasserbedarf pro Kopf, und es stellte sich im Laufe der Zeit heraus, daß das Speichervolumen wiederum zu knapp wurde und Erweiterungen der Reservoiranlagen an die Hand genommen werden mußten. 1968 wurde ein Ingenieurbüro mit der Projektierung beauftragt. Das neue Reservoir mit einem Fassungsvermögen von 4000 m³ konnte laut mündlichen Angaben [35] im Juli 1971 in Betrieb genommen werden. Damit ist das Gesamtspeichervolumen der Stadt auf 8000 m³ (davon 1000 m³ Löschreserve) angewachsen, nämlich mit 2000 m³ in den beiden Reservoirs im Plee und mit 6000 m³ in denjenigen im Fernstall.

Die Gewißheit, daß der Speicherraum für die nächste Zukunft genügen werde, ließ die verantwortungsbewußte Leitung des Wasserwerkes nicht ruhen, wurde doch bereits Ende der sechziger Jahre Herr Ing. A. WERNER

mit Untersuchungen für weitere Wassergewinnung im Burgdorfer- und Oberburgerschachen beauftragt. Bereits im November 1969 konnte im Versuchsbrunnen VB 3 (Koordinaten 614.650/210.460) mit einem Pumpversuch begonnen werden. Zuzufolge des außerordentlich tiefen Grundwasserstandes wurde ein zweiter Pumpversuch bei einem um 1,5 m höheren Stand Februar/März angesetzt. Beide Versuche zeigten außerordentlich erfreuliche Resultate. Die Absenkung im Versuchsbrunnen (VB 3) betrug im Dezember 1969 bei einer Förderleistung von 11000 l/min und gleichzeitiger Entnahme von 4200 l/min in den Pumpwerken I und II lediglich 1,8 m und in einem Kontrollrohr in 8,2 m Entfernung von VB 3 noch 0,9 m.

Beim höheren Grundwasserstand vom Februar 1970 betrug die Absenkung beim Beharrungszustand bei 11000 l/min (VB 3) und 4200 l/min (PW I/II) 1,5 m bzw. 0,7 m beim obgenannten Kontrollrohr. Bei 15100 l/min (VB 3) und 4300 l/min (PW I/II) wurden 8,0 m bzw. 1,1 m gemessen. Durch die generell kleine Absenkung des Grundwasserspiegels außerhalb des Versuchsbrunnens ist zu erkennen, daß bei einer Entnahmemenge von 15100 l/min nicht der Grundwasserleiter, sondern der Versuchsbrunnen überfordert wird. Gemäß hydrologischem Bericht von Ingenieur WERNER wird folgender Ausbau der Fassungsanlagen im Schachen vorgeschlagen:

- PW 1: (Bestehender Vertikalbrunnen) Vergrößerung der heutigen Entnahmemenge auf 6000 l/min (Ausrüstung mit Unterwasserpumpe);
- PW 2: (Bestehender Horizontalbrunnen) Vergrößerung der Entnahmemenge auf 16000 l/min (Reduktion der Druckverluste);
- VB 3: (Bestehender Versuchsbrunnen) Ausbau als permanente Fassungsanlage für 8000 l/min (Unterwasserpumpe, Brunnenkopf);
- VB 4: Projekt für Vertikalbrunnen, Durchmesser etwa 2000 mm, Filter-Durchmesser etwa 1000 mm für 10000 l/min;
- VB 5: Projekt für Vertikalbrunnen wie VB 3 für 8000 l/min.

Die gesamte Förderleistung im «Burgdorfschache» würde somit 48000 l/min erreichen. Erschließungsmöglichkeiten für die fernere Zukunft sind im Oberburgerschachen vorgesehen, wobei sich vermutlich ebenfalls die Gemeinde Oberburg auf Wassergewinnung in diesem Gebiet konzentrieren wird.

Die heute tatsächlich installierte Förderleistung im Burgdorfschachen in den Werken I und II beträgt 16600 l/min.

Momentan und eventuell für einige weitere Jahre dürfte die installierte Pumpenleistung noch genügen. Wie aus den statistischen Angaben am Schluß dieses Abschnittes zu entnehmen ist, belief sich die höchste geförderte Wassermenge auf 1847584 m³ (Jahr 1969). Dies entspricht einer mittleren Fördermenge von 3515,2 l/min. Reduziert man die tägliche Pumpbetriebsdauer auf 8 Stunden, so wären 10545,6 l/min zu fördern.

Wir müssen uns allerdings im klaren sein, daß die eben angeführte Rechnung nicht entscheidend ist für eine allfällige Abschätzung der Leistungs-

grenze eines Wasserwerkes. Diese Ermittlung läßt sich meines Erachtens mit Hilfe der Extremwerte der täglichen Wasserabgabe annähernd durchführen.

Anschließend seien einige diesbezügliche Überlegungen für die Wasserversorgung der Stadt Burgdorf angeführt. Ich gehe dabei von der Annahme aus, daß der Speicherraum (exklusive Löschreserve) genügt, um die während eines Tages auftretenden Verbrauchsspitzen zu decken, so daß Quellen und Pumpwerk lediglich das während 24 Stunden abgegebene Wasser zu ersetzen haben.

Zudem gehe ich von der Annahme aus, daß der Tag mit der größten Wasserabgabe in die Periode des geringsten Quellszuflusses fällt. Für Burgdorf betrug die größte Tagesabgabe bis zum Jahre 1969 11 150 m³. Diesem Wert entspricht ein durchschnittlicher Verbrauch von 7743 l/min während 24 Stunden.

Beträgt der Quellszufluß aus «Tannen» noch 700 l/min (nach mündlichen Angaben [35] der geringste Quellszufluß seit 30 Jahren), so müssen durch die Pumpen 7043 l/min im Dauerbetrieb gefördert werden. Reduziert man die Förderzeit auf 12 Stunden, so erhöht sich die Menge auf 14086 l/min. Rechnet man mit nur 8 Pumpstunden (vollständige Ausnützung des Nachtstromtarifs), so müßten bereits 21 129 l/min gefördert werden. Diese beiden letztgenannten Werte liegen also schon bedeutend über der Konzessionsmenge von 8000 l/min, so daß bei Spitzenverbrauchstagen die Pumpen praktisch ständig in Betrieb stehen. Für eine zuverlässige Prognose muß aber auch die Bevölkerungsentwicklung mitberücksichtigt werden, wobei wir uns bewußt sein müssen, daß der Zuzug eines industriellen Großverbrauchers die vorausgerechneten Zahlen zu beeinflussen vermag.

2.8 BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG UND PROGNOSE

Die Bevölkerungsentwicklung von 1850 bis 1970 ist im vorangehenden Kapitel als Tabelle und Graphik wiedergegeben.

Ich kann mich hier somit auf die Berechnung und graphische Darstellung der rechnerisch ermittelten Werte beschränken. Über Wesen und Wert sowie über die Problematik solcher Prognosen orientiert Kapitel 11 des Regionalplanungsberichtes Burgdorf.

Für eine langfristige Prognose dürfte kaum die Entwicklung der letzten 30 Jahre als Rechnungsgrundlage gewählt werden. Da aber außerordentliche Ereignisse wie zum Beispiel der Beitritt der Schweiz zur EWG kaum voraussehbare Folgen auf die Bevölkerungsentwicklung haben könnte (Freizügigkeit ausländischer Arbeitskräfte, schärfere Konkurrenz für einzelne Zweige unserer Industrie), scheint es mir angebracht, eine Prognose auf die nächsten 30 Jahre zu beschränken. Damit können meines Erachtens die Bevölkerungszahlen der letzten 30 Jahre als Rechnungsgrundlage verwendet

werden. Mittels *linearer Extrapolation* erhalten wir demnach die folgenden, in Tabellenform zusammengefaßten Zahlenwerte:

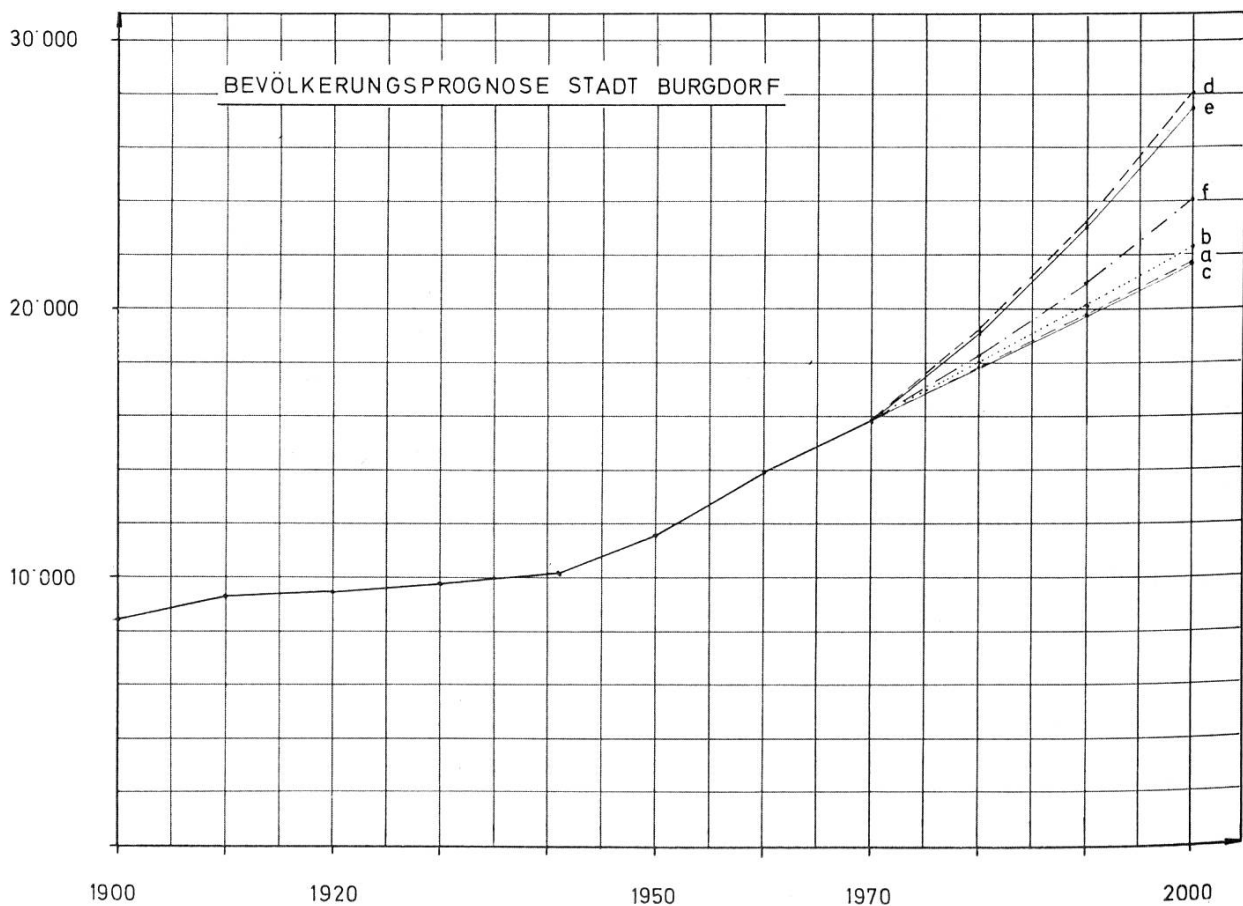
	1980	1990	2000
a) 1941/1970	17 850	19 812	21 774
b) 1950/1970	18 039	20 190	22 341
c) 1960/1970	17 840	19 792	21 744

Geometrische Extrapolation

	1980	1990	2000
d) 1941/1970	19 216	23 242	28 111
e) 1950/1970	19 084	23 023	27 534
f) 1960/1970	18 259	20 983	24 114

Die Buchstaben a bis f kennzeichnen die entsprechenden Kurven der nachfolgenden Graphik.

Figur 35



Versuchen wir abschließend noch kurz den Wasserbedarf der Stadt Burgdorf bis zum Jahr 2000 aufzuzeigen. Bei einem Verbrauch von 700 Litern pro Einwohner und Tag und der wahrscheinlichen Entwicklung «f» (Rechnungsgrundlage 1960–1970, geometrische Extrapolation) müßte das Wasserwerk Burgdorf folgende Wassermengen fördern:

	m ³ /Tag	l/min
1980	12 781	8 876
1990	14 688	10 200
2000	16 880	11 722

Sollen diese Wassermengen zum Nachtstromtarif gefördert werden, müßten – bei einem Quellzufluß aus «Tannen» von rund 1000 l/min – Konzession und installierte Förderleistung auf 32000 l/min dimensioniert sein.

2.9 STATISTISCHER ANHANG

Systematische Statistiken werden leider in der Regel nur bei größeren Wasserversorgungen geführt, obschon häufig mit geringem Aufwand zum Beispiel bedeutende Wasserverluste festgestellt werden könnten, wodurch wiederum die Energiekosten gesenkt werden könnten. Burgdorf allerdings darf diesbezüglich als vorbildlich bezeichnet werden.

Eine zusammenfassende Statistik kann zwar nicht durchgehend von 1910 bis 1970 wiedergegeben werden, da Änderungen eintraten wie zum Beispiel Erschließung neuer Quellen, Errichtung eines Pumpwerkes, Auflösung der Mietverträge usw.

Entsprechend habe ich auch die Tabellen des statistisch erfaßten Zahlenmaterials unterteilt. Die Werte der Statistiken I und II (Tafeln 30 und 31) sind den Jahresberichten der industriellen Betriebe Burgdorfs entnommen. Andere Schwerpunkte werden in den alljährlich durch den Schweizerischen Verein von Gas- und Wasserfachmännern veröffentlichten «Statistischen Erhebungen» gesetzt. Sie scheinen mir, als Ergänzung zu den Statistiken I und II, ganz interessant und seien deshalb als Statistik III (Tafel 32) der WV Burgdorf wiedergegeben. Abschließend sei als Beispiel versucht, mittels einer Graphik einen kleinen Teil der Statistik zu veranschaulichen. Aus der Statistik III sind die Werte der Bevölkerungszahlen des Versorgungsgebietes entnommen. Die Werte der Kurven a bis d sind der Statistik II entnommen, wobei bedeuten:

- a) Niederschlagshöhe in mm,
- b) totale Wassergewinnung in m³,
- c) Quellzufluß aus Tannen in m³,
- d) geförderte Wassermenge in m³.

WV Burgdorf | Statistik I

Jahr	Öffentliche An- zahl	Brunnen Erguß in Litern	Mietverträge nach Wasser- menge	nach Ka- liber	Erguß in Litern	Länge Leitungsnetz in m Ende Jahr	Anzahl Hydranten öffentlich/ privat	Geförderte Wassermenge im Schachen in m³	Totale Wasser- abgabe in m³
1910	35	316,5	426	78	185,5	22 985	95/12		
1911	35	316,5	467	74	177	23 238	95/12		
1912	35	316,5	491	72	173	24 020	96/13		
1913	35	316,5	543	67	163	24 882	102/13		
1914	35	316,5	560	65	158	25 370	103/14		
1915	35	316,5	574	62	150,5	25 515	103/14		
1916	35	316,5	589	58	139,5	25 667	103/14		
1917	35	316,5	604	57	143,5	25 772	103/14		
1918	35	316,5	616	57	143,5	25 877	103/20		
1919	35	331,5	628	55	139	27 212	104/20	11 128*	
1920	36	331,5	666	51	131	27 832	109/20	10 865	
1921	37	346,5	713	51	131	29 347	112/20	138 356	
1922	37	346,5	723	47	122	29 576,5	117/12	13 609	
1923	37	346,5	775	45	116	31 012,5	125/13	16 925	
1924	37	346,5	819	43	112	32 264,5	127/13	60 329	
1925	38	366,5	878	41	107,5	32 974,2	131/13	187 279	
1926	39	386,5	915	39	102,5	33 229,2	132/13	177 824	
1927	39	386,5	936	39	102,5	33 479,6	133/13	178 320	
1928	39	386,5	963	38	100,5	33 618,6	134/13	338 400	
1929	39	386,5	997	38	100,5	33 873	136/13	550 586	
1930	39	386,5	1 028	38	100,5	34 272	139/10	284 929	
1931	39	386,5	1 076	31	89	34 669	140/10	182 180	
1932	39	386,5	1 102	31	89	35 121,35	144/10	273 797	
1933	39	386,5	1 129	29	84,5	35 782,6	145/10	423 653	
1934	39	386,5	1 166	29	84,5	36 596,60	152/10	550 562	1 371 022
1935	39	386,5	1 193	27	69,5	37 541,65	154/10	417 645	1 355 445
1936	39	386,5	1 214	26	67	37 855	158/9	105 992	1 303 432
1937	39	386,5	1 232	23	58,5	38 223	164/12	198 441	1 296 481
1938	39	386,5	1 244	19	49,5	38 263	168/10	182 606	1 140 566
1939	39	386,5	1 261	17	41	38 489	171/10	94 383	1 223 323
1940	39	386,5	1 271	17	36	38 561	172/10	172 973	1 316 393
1941	39	386,5	1 288	17	36	38 753,5	174/10	289 356	1 438 340
1942	39	386,5	1 306	17	36	39 101,5	176/10	387 274	1 183 050
1943	39	386,5	1 321	16	34	39 641	179/10	508 503	1 198 343
1944	39	386,5	1 371	17	36	41 124,5	190/10	507 321	1 303 881
1945	38	373,5	1 416	17	36	41 996,5	196/10	473 211	1 370 271
1946	38	373,5	1 503	17	36	42 683,5	203/11	430 378	1 341 431
1947	40	373	1 524	17	36	43 177	210/12	748 337	1 613 127
1948	40	373	1 559	17	36	43 609	215/12	535 290	1 438 790
1949	40	373	1 576	17	36	43 959	219/12	856 805	1 565 795
1950	40	373	1 607	17	36	43 977	220/12	633 350	1 288 040
1951	40	373	1 632	17	36	44 347	226/12	282 590	1 429 670

* Versuchsbetrieb

Tafel 31

WV Burgdorf | Statistik II

Jahr	N in mm	Wasserzufluß und Wasserförderung in m³					Wasserabgabe in m³		Verluste		Anzahl Haus- an- schlüsse	Länge des Leitungs- netzes in m
		Tannen	Pumpwerk	Einschlag	Binzberg	Total	an Private	Total	in m³	in %		
1952	1 066,6	1 176 990	322 051	225 614	29 565	1 754 220	838 346	1 379 479	374 739	21,3	1 663	45 073
1953	682,5	950 140	581 952	225 875	29 564	1 787 531	961 125	1 508 467	279 064	15,6	1 703	45 609
1954	1 049,5	830 680	599 603	222 919	29 564	1 682 766	917 169	1 446 201	236 565	14,05	1 741	46 485
1955	1 059,7	1 101 850	356 775	222 919	29 564	1 711 108	901 622	1 442 600	268 508	15,69	1 770	47 049
1956	966,1	1 012 800	591 355	216 349	29 564	1 850 068	1 013 016	1 850 068	301 446	16,29	1 792	47 157
1957	865,2	822 978	738 979	213 984	29 564	1 805 505	999 614	1 805 505	285 312	15,8	1 815	47 797
1958	1 034,8	810 681	789 644	217 334	29 564	1 847 223	998 638	1 847 223	300 875	16,28	1 849	48 816
1959	873,3	702 033	999 062	217 334	29 564	1 947 993	1 060 730	1 947 993	319 720	16,41	1 893	49 136
1960	1 085,0	719 908	966 894	217 860	29 564	1 934 226	1 058 120	1 934 226	301 897	15,6	1 947	50 257
1961	929,6	776 962	1 118 286	217 860	29 564	2 142 672	1 180 941	2 142 672	353 460	16,49	2 012	51 446
1962	801,4	711 066	1 197 023	127 085	24 637	2 059 811	1 244 941	2 059 811	319 251	15,49	2 049	52 741
1963	945,4	641 592	1 579 627	108 930	–	2 330 149	1 358 870	2 330 148	398 182	17,08	2 095	54 316
1964	889,2	660 730	1 747 805	148 000	–	2 556 535	1 437 333	2 556 535	498 825	19,50	2 181	55 008
1965	1 322,8	1 006 125	1 319 713	191 409	7 414	2 524 661	1 419 604	2 524 661	433 794	17,10	2 214	56 270
1966	1 136,6	987 469	1 559 925	191 409	7 414	2 746 217	1 538 295	2 746 217	568 902	20,71	2 246	56 658
1967	870,7	779 843	1 843 217	139 569	7 414	2 770 043	1 530 083	2 770 043	593 730	21,43	2 294	57 328
1968	1 202,4	966 523	1 431 628	120 569	7 414	2 526 134	1 549 643	2 526 134	597 437	23,65*	2 319	58 410
1969	808,9	861 931	1 847 584	27 165	7 000	2 743 680	1 669 243	2 743 680	702 180	25,59*	2 345	59 022
1970	1 039,3	1 024 358	1 780 242	78 840	18 900	2 902 340	1 847 837	2 902 340	689 543	23,76*	2 364	59 060

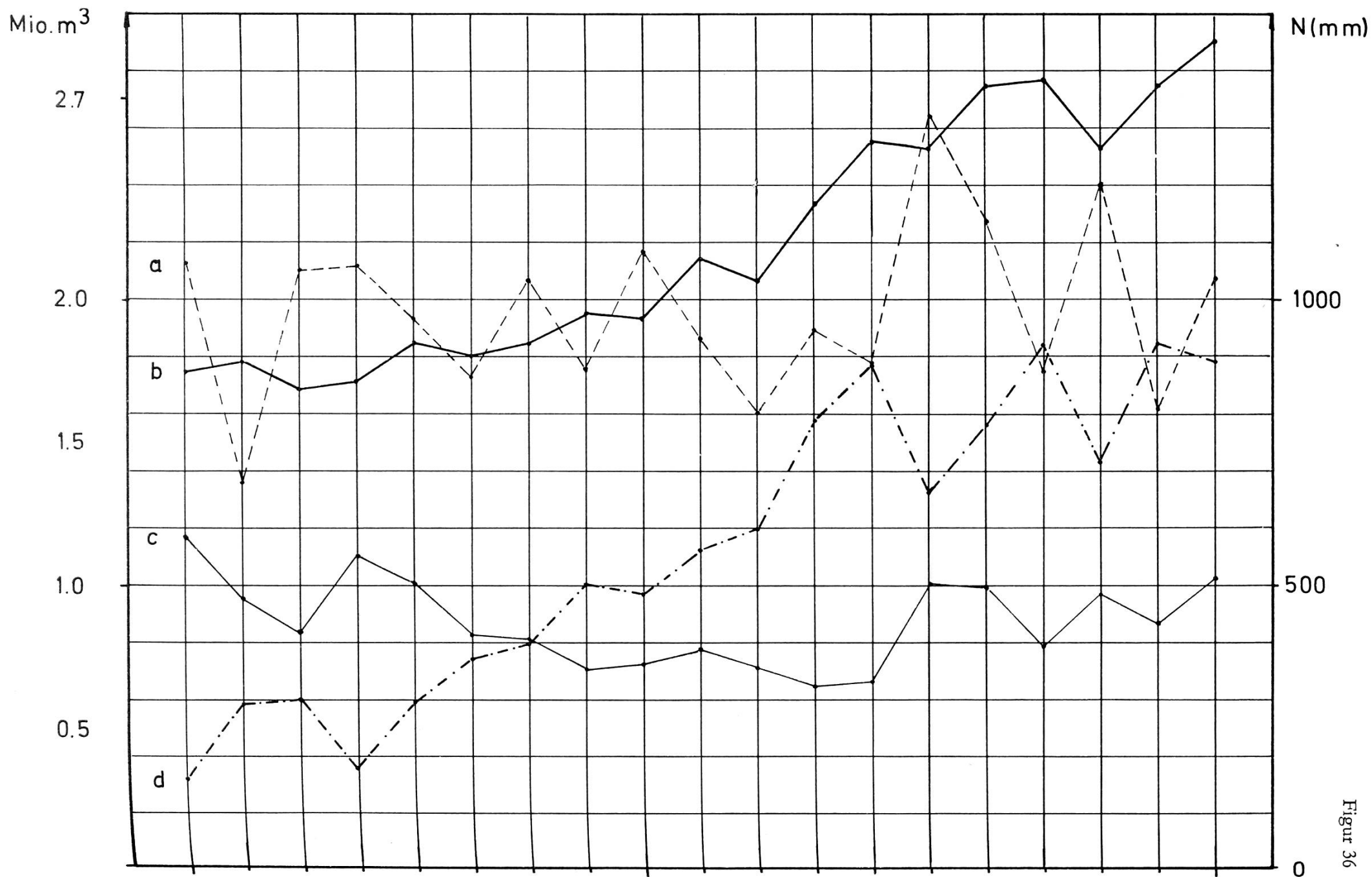
* Inkl. Bauwasser, Überlauf, Frostlauf, Leitungsspülungen.

Tafel 32

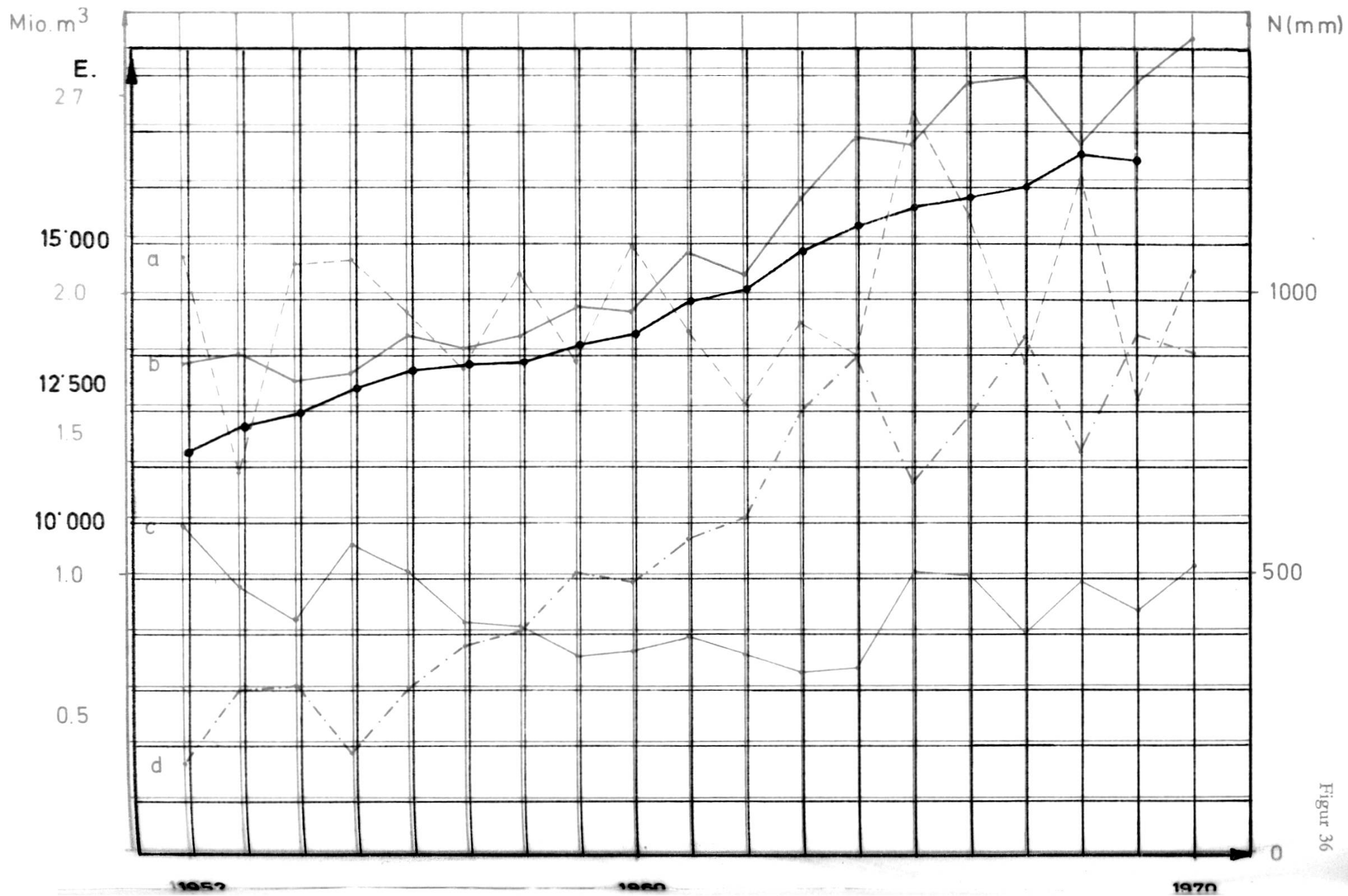
WV Burgdorf | Statistik III

Jahr	Einwohnerzahl des eigenen Versorgungs- gebietes	Gesamte jährliche Wasser- gewinnung 1000 m ³	Wasserabgabe im Jahr		Staatl. Zwecke, Brunnen und Selbstverbrauch 1000 m ³	Verluste 1000 m ³	Total Abgabe pro Tag		pro Kopf und Tag	
			Private 1000 m ³	Gewerbe und Industrie 1000 m ³			Max. m ³	Mittel m ³	Max. Liter	Mittel Liter
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1945	10 157	1 617	828	na	356	186	5 420	3 754	540	370
1946	10 157	1 341	845	na	293	197	4 810	3 750	473	370
1947	10 157	1 613	963	na	203	357	6 520	4 192	642	412
1948	10 156	1 439	861	na	118	459	5 150	3 860	510	380
1949	10 156	1 566	974	na	147	445	6 750	4 350	675	435
1950	11 550	1 288	915	na	76	293	5 120	3 528	444	303
1951	11 713	1 430	977	na	76	377	6 090	3 915	518	334
1952	11 288	1 754	1 142	na	238	374	8 000	4 453	709	394
1953	11 743	1 788	1 264	na	244	279	6 297	4 897	536	417
1954	11 922	1 686	1 212	na	237	237	6 001	4 618	503	387
1955	12 424	1 711	1 151	na	291 *	269	5 257	4 688	423	377
1956	12 720	1 850	1 263	na	286 *	301	6 969	5 069	548	398
1957	12 830	1 806	1 247	na	273	285	6 855	4 946	534	385
1958	12 871	1 847	1 246	na	300	301	6 680	5 061	519	393
1959	13 179	1 948	1 333	na	295	320	7 284	5 337	552	405
1960	13 346	1 934	1 362	na	269	303	6 975	5 285	523	396
1961	13 985	2 143	1 500	na	289	353	8 184	5 870	585	420
1962	14 168	2 060	1 496	na	244	319	8 942	5 643	631	398
1963	14 868	2 330	1 679	na	253	398	10 023	6 384	674	429
1964	15 326	2 555	1 322	423	313	497	10 172	6 998	663	456
1965	15 622	2 525	1 139	603	349	434	8 820	6 916	565	443
1966	15 825	2 746 *	1 346	485	346	569 *	9 931	7 523	627	475
1967	16 000	2 770 *	1 202	620	354	594 *	9 448	7 589	590	474
1968	16 600	2 635	1 199	631	370	435	10 550	7 200	635	434
1969	16 500	2 743	1 089	645	307	702	11 150	7 515	675	455

Anmerkungen: 3) * inkl. Überlauf. 5) na: nicht ausgeschieden. 6) * exkl. unbekannter Bezug ab Hydranten. 7) * inkl. Überlauf.



Figur 36



Figur 36

Es bedarf meines Erachtens keiner weiteren Erläuterung, um die Abhängigkeit von b, c und d von a herauszulesen. Sehr schön kann auch gezeigt werden, wie speziell in den letzten Jahren die Kurve der totalen Wassergewinnung stärker ansteigt als die Kurve der Bevölkerungsentwicklung.

3. Die Gemeindewasserversorgung Utzenstorf

3.1 DIE VORGESCHICHTE

Seit 1903 besitzt die Gemeinde Utzenstorf in Altwyden eine Niederdruckanlage. Vorher bezogen die einzelnen Häuser ihr Wasser vorwiegend aus Sodbrunnen oder es schlossen sich verschiedene Häuser zu einer kleinen Versorgung zusammen, indem eine Quelle gefaßt und mittels Wasserrad, das zumeist durch einen der Quellbäche betrieben wurde, in einen etwa drei Meter höher gelegenen Behälter geschöpft wurde. Von hier aus führte die Leitung in die Küche und zum laufenden Brunnen vor dem Hof (Viehtränke usw.). Eine noch relativ gut intakte aber nicht mehr betriebene derartige Anlage befindet sich an der Oberdorfstraße (609.150/219.530). Ein Wasserrecht besitzen die Familien ADAM, IMHOF und LÄNG.

Eine weitere derartige Anlage steht unmittelbar neben der Liegenschaft E. LÜTHY im Gebiet «Ey». Dieses Schöpfwerk soll allerdings, da der Zahn der Zeit am Mauerwerk genagt hat, demnächst abgebrochen werden. Ähnliche, ebenfalls durch Wasserrad betriebene Anlagen pumpten das Quellwasser in einen höhergelegenen Speichertrog. Dieses Prinzip dürfte allerdings jüngeren Datums sein, doch sind auch diese Anlagen heute nicht mehr in Betrieb.

Mit der Errichtung der Altwydenfassung im Jahre 1903 war die Versorgung des Dorfes mit Trinkwasser von der Gemeinde übernommen worden, wobei allerdings der Netzdruck teilweise zu wünschen übrig ließ. Als wenig später die Gemeinde auch noch der Wasserversorgung Vennersmühle beitrug, verbesserten sich speziell auch die Druckverhältnisse, denen vor allem in «feuerlöschtechnischer» Hinsicht Rechnung zu tragen war.

Als Kuriosum darf bezeichnet werden, daß einzelne Straßenzüge der Gemeinde heute zwei Leitungsnetze (Altwyden und Vennersmühle) enthalten. Durch einige wenige Verbindungsstücke (mit Schiebern) wären für einen Brandfall die annähernd gleichen Druckverhältnisse wie beim Vennersmühlenetz erreicht worden.

Abb. 30.

Schöpfwerk Adam mit Speicher an der Oberdorfstraße in Utzenstorf.

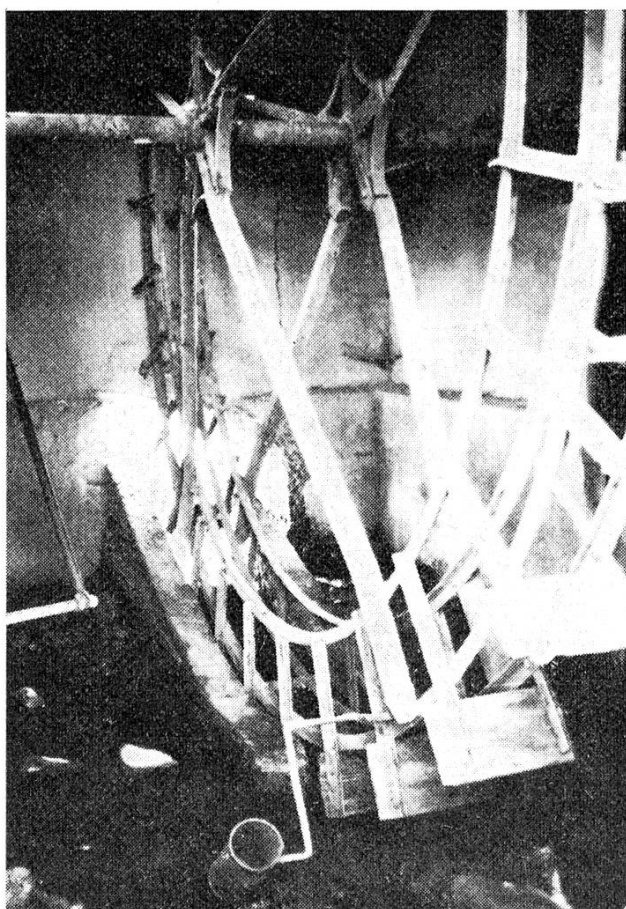
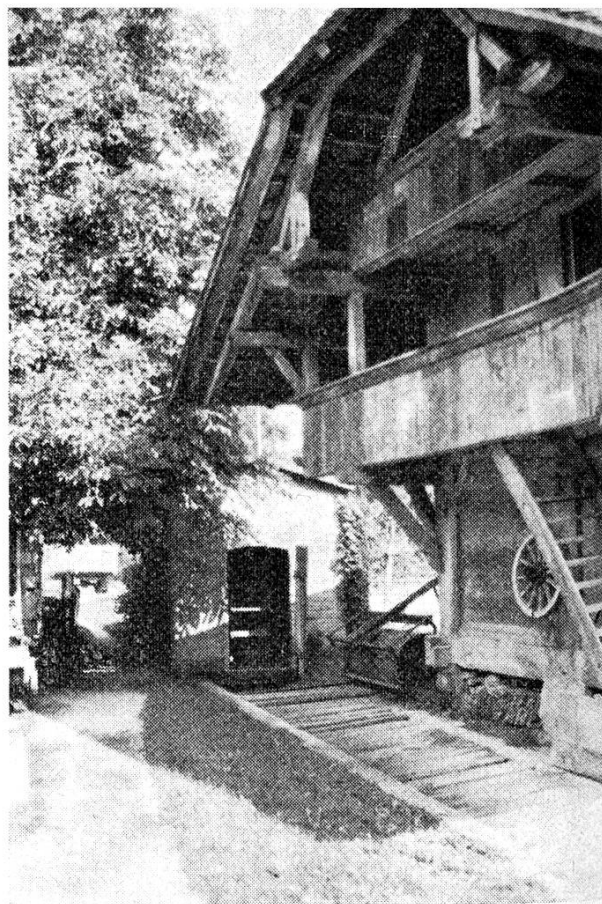


Abb.31.

Detailaufnahme des Schöpfwerkes Lütthy in der Ey, Utzenstorf.

3.2 DER AUSBAU 1952

Der zeitweise stark abgesenkte Grundwasserspiegel hatte die Trockenlegung der seit 1903 bestehenden Fassung (Sickerleitung) zur Folge. So mußte als Notlösung ein Schacht erstellt werden, aus welchem Grundwasser in die Brunnstube und damit ins Leitungsnetz gefördert wurde. Diese Situation veranlaßte die Behörden, einen Ausbau der Fassung vorzunehmen, wodurch gleichzeitig auch die ungenügenden Druckverhältnisse verbessert werden konnten. Die Brunnstube lag etwa auf Kote 485, während die Höhenlage des Dorfes zwischen 474 und 484 m variiert. Eine Wasserzuleitung in obere Stockwerke war aufgrund dieser Verhältnisse gar nicht möglich.

Obschon eine Neufassung bei der bestehenden Brunnstube durchaus möglich gewesen wäre, entschied man sich – nicht zuletzt der besseren Schutzzone wegen –, das Pumpwerk etwa 160 m südlich davon im Walde zu errichten.

Die geologischen wie die hydrologischen Verhältnisse waren gut. Beim Filterbrunnen wurde folgendes Profil ab Kote 484.15 (OK-Terrain) aufgenommen:

- 0,00 – 0,70 m brauner, sandiger Waldboden,
- 0,70 – 3,00 m grober Kies und Sand,
- 3,00 – 6,20 m hartgelagerter Kies mit großen Steinen und viel braunem Schlammsand sowie rotem, blauem, gelbem und braunem mergeligem Lehm,
- 6,20 – 11,00 m sauberer, grober Kies und Sand mit Steinen bis 40 cm Durchmesser.

Hydrologische Verhältnisse

Der Grundwasserspiegel erreichte am 17. April 1952 die Kote 483.25, lag also 90 cm unter OK-Terrain. Der angestellte Pumpversuch dauerte vom 24. Juni bis 2. Juli 1952 und lieferte folgende Daten:

Fördermenge	GW-Spiegel	Absenkung
in l/min	im Filterbrunnen in m ü. M.	in cm
0	483,18	–
2000	482,88	30
3000	482,65	53
4000	482,42	76
5000	482,22	96
6000	482,05	113
7000	481,84	134
7200	481,74	144

Aufgrund dieses guten Resultates installierte man im Filterbrunnen zwei Bohrlochpumpen mit je 840 l/min Förderleistung. Auf den Bau eines Reservoirs wurde verzichtet. Man begnügte sich zum Ausgleich der Verbrauchsspitzen mit dem Einbau einer aus zwei Windkesseln mit je 20 m³ Inhalt bestehenden Windkesselanlage. Diese Einrichtung steigerte bei einer Druckhöhe von 45 bis 80 m den Druck im Versorgungsnetz gegenüber den vorherigen Verhältnissen um ein Mehrfaches. Die Konzession für die Altwydenwasserversorgung der Gemeinde lautet auf 2400 l/min. Dies entspricht bei voller Ausnützung einer Menge von 3456 m³ pro Tag oder 1 261 440 m³ im Jahr. Bei einem Verlust von 20% (Leitungsverluste, Löschwasser, Bauwasser usw.) verbleiben noch 2765 m³ pro Tag oder 1 009 152 m³ im Jahr.

Die jährlich gepumpte Wassermenge variierte in den Jahren 1953–1961/62 zwischen 564 360 m³ (1956) und 448 080 m³.

Durch den Einbau der Wasserzähler konnte die geförderte Wassermenge stark reduziert werden, was die nachfolgenden Zahlen veranschaulichen:

Jahr	Geförderte Wassermenge	Bemerkungen
1962/63	338 060 m ³	Übergangszeit
1963/64	295 700 m ³	
1964/65	316 820 m ³	
1968/69	395 120 m ³	
1970/71	390 520 m ³	27. 6. 1970 bis 26. 6. 1971

Die im «Geschäftsjahr» 1968/69 geförderte Wassermenge setzt sich wie folgt zusammen:

Verkauf gemäß Zähler	269 995 m ³
Öffentliche Brunnen, Bauwasser, Feuerwehr usw. (Schätzungen)	25 000 m ³
Verlust	100 125 m ³
Total	395 120 m ³

Aus dieser Statistik geht hervor, daß der Wasserverlust (100 125 m³ oder 25,34 %) eindeutig ein tragbares Maß überstieg. Die Schätzung für Bauwasser, Verbrauch öffentlicher Brunnen und Feuerwehr dürfte mit 25 000 m³ etwas tief liegen, aber auch bei 35 000 m³ beträgt der Verlust noch 22,80 %. Die logische Konsequenz war deshalb eine Netzkontrolle im Jahr 1970.

Die Untersuchung ergab denn auch ein Total der behebbaren Verluste von 144–158 l/min oder 150 l/min im Mittel. Dies ergibt einen Tagesverlust von 216 m³ oder einen Jahresverlust von rund 79 000 m³! Bei 9 Rp./m³ Selbstkosten für Betrieb und Unterhalt beläuft sich die jährliche Kosten-

einsparung auf Fr. 7100.–. Dieses Beispiel mag zeigen, welche Bedeutung gelegentlichen Netzkontrollen beigemessen werden muß. Andererseits muß auch festgehalten werden, daß durch geringen Aufwand an Jahresstatistik größere Netzverluste festgestellt werden können. Wird der Zähler im Pumpwerk bei der wöchentlichen Kontrolle durch den Pumpenwart abgelesen, können durch Vergleich der wöchentlich geförderten Wassermenge – unter Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse – ein plötzlich auftretendes Leck oder andere Unstimmigkeiten im Leitungsnetz erkannt werden.

3.3 ZUKUNFTSASPEKTE

Da, wie aus der Graphik 2 (Figur 32) hervorgeht, die Bevölkerungszahl der Gemeinde Utzenstorf speziell in den letzten zwei Jahrzehnten relativ stark zugenommen hat, wäre eine Prognose des zukünftigen Wasserbedarfs interessant und wünschenswert. Eine solche Prognose ist allerdings in diesem Falle problematisch, da einerseits das notwendige statistische Zahlenmaterial fehlt und andererseits die Wasserversorgung Vennersmühle einen Teil der Bevölkerung mit Wasser beliefert; zudem gibt es auf dem Gemeindegebiet noch mehrere private Hauswasserversorgungen.

Bekannt ist lediglich die Zahl der Abonnenten der beiden Hauptversorgungen im Jahr 1970 und die Bevölkerungszahl gemäß Eidgenössischer Volkszählung 1970. Mit diesem Zahlenmaterial kann, unter Annahme, daß auf einen Anschluß 5,5 Einwohner entfallen, die folgende, *ungefähre* Verteilung aufgeschlüsselt werden:

	Anzahl Anschlüsse	Einwohner
Gemeinde-Wasserversorgung	383	2 106
WV Vennersmühle	160	880
Private		207*
Total		3 193

Da die Zahl der Anschlüsse ungleichmäßig zunimmt – momentan verzeichnet die Gemeinde-Wasserversorgung mehr Neuanschlüsse als die Vennersmühle-WV – wird eine Wasserbedarfsrechnung noch problematischer. Eine Prognose drängt sich schon deshalb nicht auf, weil die Netzverbindung mit der leistungsfähigen Vennersmühle-WV bereits besteht und sich im übrigen durch den Bau des Pumpwerkes im Fraubrunnenmoos (Vennersmühle-WV) die Besitzverhältnisse im Pumpwerk Altwyden unter Umständen noch ändern könnten.

* Schätzung bzw. Ergänzung zur Einwohnerzahl 1970.

3.4 FEUERLÖSCHTECHNISCHE ASPEKTE

Die Altwydenwasserversorgung besitzt bekanntlich kein Reservoir, so daß keine Löschreserve zur Verfügung steht. Das Speichervolumen der Windkesselanlage reicht höchstens zur Überbrückung kurzer Störungen beim Pumpbetrieb aus. Wohl können momentan bei einwandfreier Funktion der Anlage 1500–2000 l/min gefördert werden. Durch Stromausfall oder eine Störung der Pump- und Druckanlage wäre der Brandschutz nicht gewährleistet.

Trotzdem dürfen die Einwohner Utzenstorf beruhigt sein, wurden doch Verbindungsleitungen zwischen Gemeindennetz und Vennersmühlenetz erstellt, so daß bei Brandausbruch genügend Wasser zur Verfügung steht.

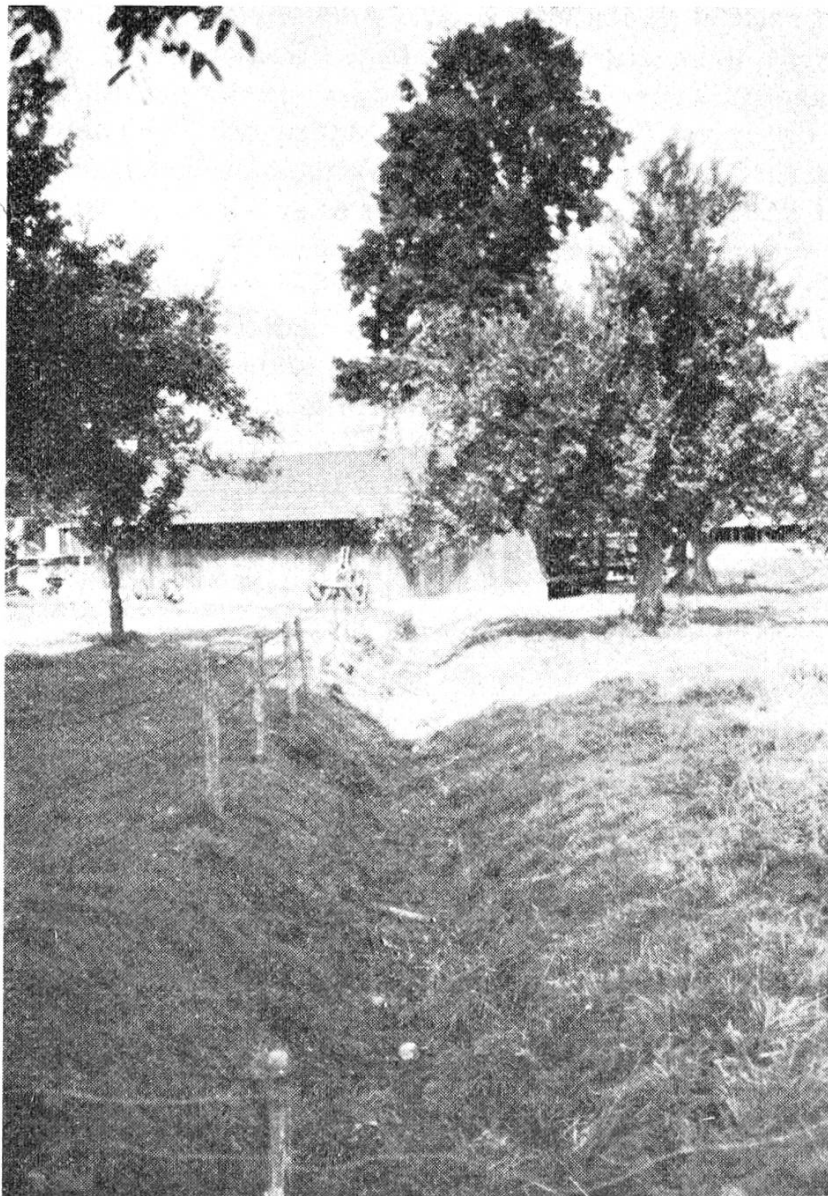


Abb. 32
Ausgetrockneter
Quellbach in der
Ey Utzenstorf.

Die Druckverhältnisse sind allerdings sowohl beim Vennersmühlenetz als auch beim Altwydenetz (bei laufenden Pumpen) nicht großartig. Eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse zeigt mittlere atü-Werte von 3,5 (Weissensteinstraße) und 6,6 (Frohsinn) am Ausfluß bei 1000 l/min für das Vennersmühlenetz (ohne Pumpbetrieb in Altwyden). Beim Öffnen der Verbindungsschieber – ohne Pumpbetrieb Altwyden – wurden bei Ausfluß von 1000 l/min mittlere Druckverhältnisse von 4,7 (Feldeggstraße) und 6,8 (Unterdorfstraße) registriert.

Die Verbindung der beiden Versorgungsnetze bringt also nur insofern einen Vorteil, als genügend Lösch- und Störungsreserve zur Verfügung steht. Für Brandfälle ist allerdings die Löschkapazität beider Wasserversorgungen verfügbar, was sicherlich als Vorteil gewertet werden darf.

Zusätzlich kann die Feuerwehr mittels Motorspritzen auch noch Wasser aus den zahlreichen Quellbächen des Dorfes beziehen. Diesbezügliche Maßnahmen sind getroffen worden, konnte ich doch hier und da Sperrvorrichtungen erkennen.

Wie lange man allerdings unbeschränkt auf diese Bezugsmöglichkeit zurückgreifen kann ist ungewiß, mußte doch in den letzten Jahren bei verschiedenen Bächen ein Rückgang der Wasserführung beobachtet werden.

Im Frühjahr 1971 trocknete auch der Bach an der Oberdorfstraße aus. Diesem kann allerdings im unteren Abschnitt vom Sagibach, aus dem Raume Wydenhof, Wasser zugeführt werden. Durch Temperaturmessungen im Bachgebiet der Gemeinde konnte ich feststellen, daß auch das Bächlein aus dem Raume Feldegg durch Fremdwasser (aus dem Sagibach) gespeist wird.

Durch künstliche Wasserzufuhr kann also auch im Dorfbach eine bestimmte Wassermenge garantiert werden, wobei allerdings die Einlaßvorrichtung beim Wydenhof zufolge häufiger Verstopfung eines wachsenden Auges bedarf.

Abschließend darf festgestellt werden, daß bei einem Brandfall in der Gemeinde genügend Löschwasser bereit steht.

4. Die Wasserversorgung Vennersmühle

4.1 DIE VORGESCHICHTE

Die ursprünglich unter dem Namen «Gruppenwasserversorgung Burgdorf-Fraubrunnen» bekannte Wasserversorgung verdankte ihre Entstehung der privaten Initiative des 1838 geborenen JOHANN BRUNSCHWYLER aus Bern, der Inhaber einer auf Wasserbau spezialisierten Baufirma war. Er darf als Pionier der Gruppenwasserversorgungen bezeichnet werden, galt doch sein

Werk weitherum als die bedeutendste und modernste ländliche Wasserversorgung.

Mit dem Kauf der ganzen Vennermühlebesitzung samt Wasserrechten war der eigentliche Grundstein für das große Werk gelegt. Die Verträge sind am 21. Juni 1906 unterzeichnet worden. Die Lokalität «Vennersmühle» in der Gemeinde Rüderswil hat der Wasserversorgung auch den Namen gegeben.

BRUNSCHWYLER war überzeugt, daß er im Raume an der unteren Emme Interessenten für das Vennersmühle-Wasser finden werde. Dieses Absatzgebiet wies zudem den Vorteil auf, daß das Wasser frei abfließen konnte. Am 12. November 1906 versammelten sich auf eine Einladung BRUNSCHWYLERs Delegierte aus den interessierten Gemeinden in Kirchberg [21, S. 28].

Nach der Gründung stellte sich das schwerwiegende Problem der Finanzierung. Die Gemeinden, welche in erster Linie Nutzen aus dem Werk ziehen konnten, waren merkwürdigerweise nicht bereit, das Unternehmen zu erwerben, sondern entschlossen sich lediglich zum Unterzeichnen von Anteilscheinen und erwarben Hydrantenrechte gegen eine einmalige Entschädigung von Fr. 1700.– pro Hydrant. Leider wurden damals – als auch die gezeichneten Anteilscheine von privater Seite noch nicht ausreichten – den Grundeigentümern Wasserbezugsrechte verkauft, welche auf eine bestimmte Anzahl Minutenliter lauteten.

Diese Maßnahme der Finanzierung war deshalb ungeschickt – so läßt sich wenigstens von den heutigen Gesichtspunkten aus urteilen – weil damit zwar die Erstellung der Anlage gewährleistet war, nicht aber die relativ hohen und jährlich wiederkehrenden Unterhaltskosten. Bei der benachbarten Saurenhorn-Wasserversorgung erfolgte die Finanzierung dann sogar zu praktisch 90 % auf diese Weise. Auch bei der Versorgung der Stadt Burgdorf erscheinen in den Statistiken bis nach den sechziger Jahren unseres Jahrhunderts noch einige Besitzer solcher Wasserrechte.

Die Einnahmen aus dem mietweise, das heißt im Abonnement abgegebenen Wasser reichten nicht aus, um die laufenden Unterhaltskosten zu decken, so daß sich das Unternehmen schon von Anfang an in finanzieller Bedrängnis fand.

«Am 20. April 1907 wurde unter der Firma ‚Gruppenwasserversorgung Burgdorf-Fraubrunnen‘ eine Genossenschaft gegründet, deren Zweck es war, das Gebiet der Mitgliedschaftsgemeinden mit Hochdruckwasser von guter Qualität für Haus- und Löschzwecke zu versorgen» [21, S. 29].

Dem jungen Unternehmen schlossen sich damals folgende Gemeinden an, die übrigens heute noch Mitglieder sind: Aeßlingen, Bätterkinden, Büren zum Hof, Fraubrunnen, Grafenried, Hindelbank, Jegenstorf, Iffwil, Kirchberg, Mötschwil, Münchringen, Rüdtilgen-Alchenflüh, Rüti bei Lyssach und Utzenstorf. Die letztgenannte Gemeinde besaß zwar schon damals ein eigenes Pumpwerk in Altwyden. Es handelte sich allerdings um eine relativ

wenig leistungsfähige Niederdruckanlage, die jedoch seither auf einen technisch hohen Stand gebracht worden ist.

Kernenried, Lyssach, Schalunen und Zauggenried entschlossen sich etwas später zum Beitritt, hingegen war von Anfang an die Firma von Roll in Gerlafingen angeschlossen.

Die Stadt Burgdorf konnte nicht zum Beitritt ermuntert werden, vermutlich weil unmittelbar vorher das Lauterbach-Tannen-Gebiet erschlossen worden war (vgl. Kapitel: Wasserversorgung der Stadt Burgdorf).

An der ersten Hauptversammlung beschloß man, JOHANN BRUNSCHWYLER die ganze Vennersmühle-Besitzung inklusive eines Quellenrechtes von mindestens 4000 l/min zum Preise von Fr. 150 000.– abzukaufen, und hieß zudem Projekt und Werkvertrag mit der Firma Brunschwyler dem Grundsatz nach gut. Die ersten Bauphasen des auf 1,8 Millionen Franken veranschlagten Projektes sahen folgende Arbeiten vor [21, S.29]:

- die Quellfassung mit der Brunnstube in Vennersmühle,
- die Transportleitung aus Guß in das Versorgungsgebiet,
- die Reservoirs Kirchberg und Iffwil,
- die ersten Ortsnetze.

In den Jahren 1908 bis 1912 wurde die Anlage etappenweise erbaut und dem Betrieb übergeben.

Schon im Laufe der zwanziger Jahre erwies sich die ganze Anlage als technisch ungenügend, da die Bevölkerung, namentlich in den größeren Ortschaften des Amtes, ständig zunahm, was allgemein mit dem Vorhandensein einer modernen Wasserversorgungsanlage in Zusammenhang gebracht wurde.

4.2 AUSBAU UND VERBESSERUNGEN

Zur Überprüfung der Verhältnisse wurden die Herren Ingenieur RYSER, Bern, und Ingenieur SALZMANN, Solothurn, beauftragt. Beide rieten zur Errichtung eines Pumpwerks im Raume Oberburg. Da aber das Gebiet Vennersmühle genügend Wasser lieferte, entschied man sich aus Kostengründen zu einer zweiten Transportleitung und zwar als Freifalleitung ohne Druck, den Hügelzügen des linken Emmenufers entlang. Diese in den Jahren 1928/29 erstellte Leitung verbesserte die Anlage bedeutend, was schon dadurch erwiesen ist, daß in den folgenden 20 Jahren kein Weiterausbau mehr stattfand.

Erst als im Jahre 1954 die bereits erwähnte Altwydenfassung (607.820/217.580) der Gemeinde Utzenstorf ausgebaut wurde, installierte man hier in einem Bohrloch zur Deckung des Spitzenbedarfs eine Pumpe.

Durch den ständigen Bevölkerungszuwachs in den angeschlossenen Gemeinden drängte sich aber wieder eine neue Sanierung auf. Mit dem Bau

eines 5000 m³ fassenden Reservoirs in Rohrmoos (SW Burgdorf) war die Möglichkeit gegeben, das frei abfließende Wasser aus der Vennersmühle zu speichern.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß 1937 die Umwandlung der privatrechtlichen Genossenschaft in einen Gemeindeverband einstimmig beschlossen wurde. Offenbar hatte sich die Einsicht, daß die Wasserversorgung eine den Gemeinden obliegende öffentliche Angelegenheit darstelle, allgemein durchgesetzt.

In finanzieller Hinsicht darf festgestellt werden, daß sich die Lage des Gemeindeverbandes heute konsolidiert hat. «Die Wasserkäufer haben sich, abgesehen von unbedeutenden Ausnahmen, erfreulicherweise alle bereit erklärt, der Versorgung jährlich einen Unterhaltsbeitrag zu bezahlen in der Höhe der halben Tarifgebühr, berechnet auf dem bezogenen Quantum Wasser.» [21, S. 32.]

4.3 STATISTISCHE ANGABEN

Eine systematische Statistik setzt leider erst Ende der sechziger Jahre ein. Immerhin liegen aus früheren Jahren bereits Verbrauchszahlen vor, teilweise aufgeteilt in die einzelnen der Wasserversorgung angeschlossenen Gemeinden. Aufgrund des Wasserverbrauchs dieser Gemeinden wurde die Anzahl der Abgeordneten bestimmt.

Bemerkenswert in der nachfolgenden Tabelle der Verbrauchszahlen ist der bedeutende Wasserbezug der 5 Großverbraucher, die rund ein Drittel der Totalmenge beziehen.

	Gemeinden	Großverbraucher	Total
1967/68	1 327 195 m ³	575 093 m ³	1 902 288 m ³
1968/69	1 339 333 m ³	638 637 m ³	1 977 970 m ³
1969/70	1 397 247 m ³	644 618 m ³	2 041 865 m ³
1970/71	1 436 576 m ³	817 673 m ³	2 260 091 m ³ *

Als Großbezüger zählen im Gemeindeverband jene, die in der Regel mehr als 25000 m³ Wasser beziehen.

Der Verbrauch pro Kopf der Bevölkerung beträgt im Geschäftsjahr 1970/71 bei einem Totalverbrauch von 2260091 m³ und einem Total von 19700 belieferten Einwohnern 114,7 m³ oder 314,25 l pro Tag.

Ohne Großverbraucher (wiederum inklusive Weierwassergenossenschaft) beläuft sich der Verbrauch noch auf 73,2 m³ oder umgerechnet 200,54 l pro Tag.

* Inkl. die 5842 an die Weierwasser-Genossenschaft verkauften Kubikmeter.

Der durchschnittliche Tagesverbrauch beträgt (inkl. Großverbraucher) 6192 m³ oder 4300 l/min. Aus den Betriebszahlen 1968 bis 1970 geht hervor, daß der Quellzufluß zwischen 4400 l/min (15.1.1970) und 12000 l/min (30.9.1968) beträgt.

Berücksichtigen wir noch den Netzverlust von 15 bis 20 %, so wird uns klar, daß die Ergiebigkeit der Quellen den Wasserbedarf nicht mehr zu decken vermag. Das seit dem 17. Januar 1968 in Betrieb stehende Zubringerpumpwerk in der Vennersmühle mit einer Konzession von 3000 l/min einerseits und das Pumpwerk Altwyden (Konzession 4200 l/min) leisten zur Deckung des Spitzenverbrauchs wertvolle Dienste.

In den Betriebsjahren 1968 bis 1970 wurden folgende Wassermengen (in m³) gefördert:

	PW Altwyden	Zubringerpumpwerk Moos/Vennersmühle	Total	N Burgdorf (mm)
1968	29 270	132 245	161 515	1202
1969	11 330	354 795	366 125	809
1970	67 690	466 190	533 880	1039

In der letzten Kolonne ist zu Vergleichszwecken noch der Jahresniederschlag von Burgdorf in mm angegeben. Obschon die Höhe der Niederschläge für die zu fördernde Wassermenge von enormer Bedeutung ist, muß festgestellt werden, daß in Zukunft vermehrt die Pumpwerke den Spitzenverbrauch werden decken müssen. Durch Vergrößerung des Speicherraumes kann diesbezüglich auch schon viel erreicht werden, allerdings nur, was die täglichen Verbrauchsspitzen betrifft.

Die Wasserversorgung verfügt momentan über ein Speichervolumen von 8200 m³ in den folgenden Reservoiren:

Rohrmoos	5000 m ³
Kirchberg	600 m ³
Iffwil	2600 m ³
Total	<u>8200 m³</u>

Nach mündlichen Angaben [33] ist für die fernere Zukunft in Iffwil ein weiteres Reservoir vorgesehen. Da aber die Anlage in Iffwil erst Anfang der siebziger Jahre von 600 m³ auf 2600 m³ erweitert worden ist, ist der Speicherraum vorderhand groß genug.

4.4 ZUKUNFTSASPEKTE

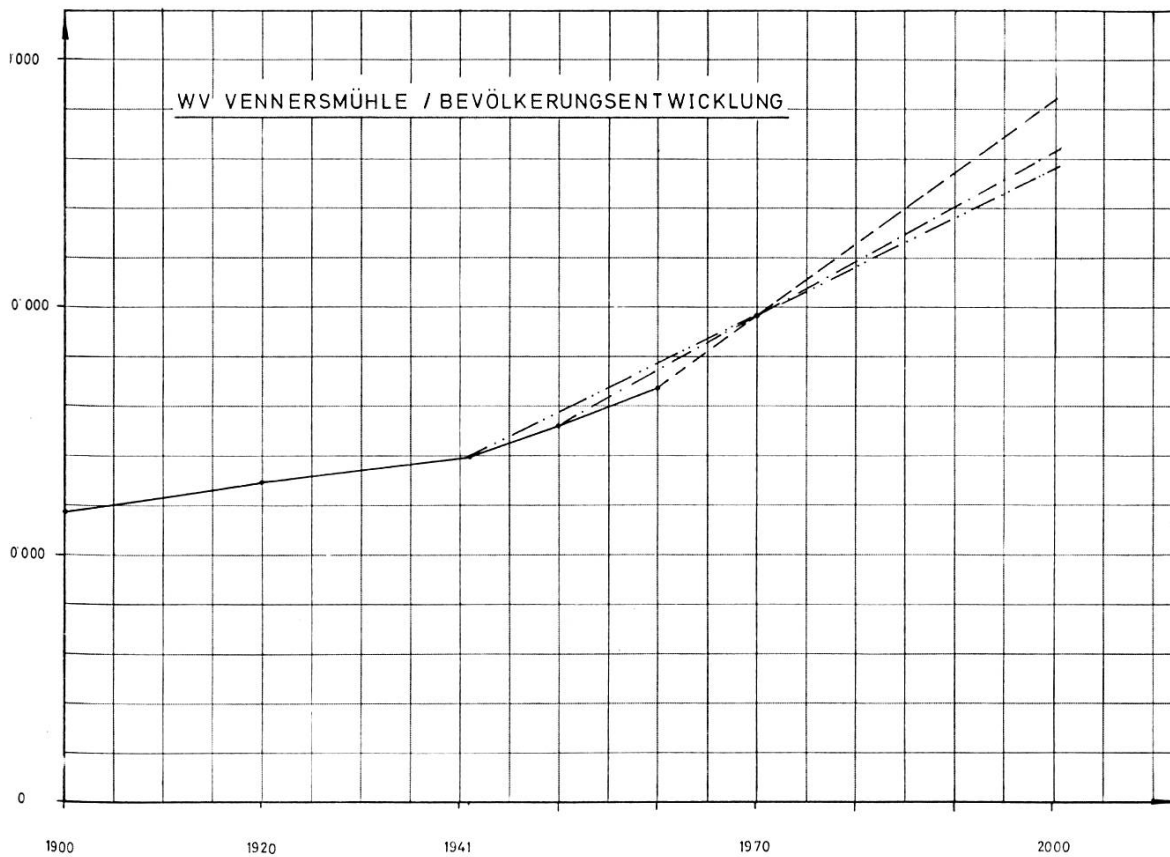
Die Bevölkerungsstatistik (Tafel 33 und Figur 37) zeigt, daß sich einzelne Gemeinden des Versorgungsgebietes enorm entwickeln. Es handelt sich vorwiegend um solche, die bereits 1960 mehr als 1000 Einwohner zählten, wobei speziell Jegenstorf mit einer Zunahme von 104,6 % zwischen 1960 und 1970 auffällt. Recht bemerkenswerte Zunahmen verzeichnen aber auch Rüdltigen-Alchenflüh und Hindelbank. Zudem ist die Ansiedlung eines sechsten Großverbrauchers aktuell, so daß sich, wie wir sehen werden, das Projekt Fraubrunnenmoos aufdrängt. Wenden wir uns vorerst aber noch dem Versuch einer Bevölkerungsprognose zu. Die vom Sekretär der WV angegebene Zahl der im Betriebsjahr 1970/71 belieferten Einwohner (19 700) stimmt praktisch mit der Einwohnerzahl der vom Versorgungsgebiet erfaßten Gemeinden überein (laut Eidgenössischer Volkszählung von 1970 total 19 640 Einwohner), so daß mit den Gesamtbevölkerungszahlen der nächsten Tabelle gerechnet werden darf. Bei Anwendung der linearen

Tafel 33

Bevölkerungsstatistik WV Vennersmühle

	1850	1900	1920	1941	1950	1960	1970	Zunahme 1960/70 in %
Aeffigen	483	490	544	667	739	831	900	+ 8,3
Bätterkinden ..	1 216	1 401	1 534	1 546	1 782	1 916	1 757	– 8,3
Büren z. Hof ..	457	319	282	333	339	320	345	7,8
Fraubrunnen ..	525	456	495	518	638	634	726	14,5
Grafenried	640	556	602	643	692	690	717	3,9
Hindelbank ...	651	1 006	1 022	1 048	1 162	1 221	1 519	24,4
Jegenstorf	1 062	996	1 075	1 160	1 245	1 397	2 858	104,6
Iffwil	374	339	369	346	329	338	309	– 8,6
Kirchberg	1 092	1 733	2 316	2 581	2 776	3 304	3 595	8,8
Mötschwil	198	234	192	211	208	168	169	0,6
Münchringen ..	266	198	217	224	232	224	271	21,0
Rüedtligen- Alchenflüh ..	476	518	461	652	763	1 027	1 342	30,7
Rüti b. Lyssach	132	128	126	106	102	108	152	40,7
Utzenstorf	1 651	1 843	2 142	2 344	2 527	2 821	3 193	13,2
Kernenried ...	331	349	339	334	306	335	336	0,3
Lyssach	528	716	704	736	863	938	974	3,8
Schalunen	135	121	174	176	193	160	138	– 13,8
Zauggenried ..	377	355	331	334	329	360	339	– 5,8
Total	10 594	11 758	12 925	13 959	15 225	16 792	19 640	17,0

Figur 37



Methode erhalten wir bis zum Jahr 2000 die folgenden Einwohnerzahlen:

	1980	1990	2000
1941/70	21 599	23 558	25 517
1950/70	21 848	24 055	26 262
1960/70	22 488	25 336	28 184

Mittels geometrischer Extrapolation erhalte ich nach der Formel

$$E_X = E_O \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t$$

die folgenden Einwohnerzahlen:

	1980	1990	2000
1941/70	22 570	25 938	29 809
1950/70	22 683	26 196	30 254
1960/70	23 223	27 459	32 468

Diese Methode ist erfahrungsgemäß genauer als die lineare. Zur Berechnung des voraussichtlichen Wasserbedarfs verwende ich die errechneten Werte der obenstehenden Tabelle, beschränke mich allerdings auf diejenigen, die nach der Grundlage 1950–1970 ermittelt sind. Zudem gehe ich von der Annahme aus, daß der Verbrauch pro Einwohner und Tag 500 l im Jahre 1980, 600 l im Jahre 1990 und 700 l im Jahre 2000 betragen wird. Ich bin mir durchaus bewußt, daß die 500 l für das Jahr 1980 unter der allgemeinen Annahme, die bereits mit 700 l pro Kopf und Tag rechnet, liegt, stütze mich aber auf die vorliegenden Werte. Wie bereits erwähnt, betrug der Verbrauch pro Einwohner und Tag im Geschäftsjahr 1970/71 nur 314,25 l mit Großverbrauchern und nur 200,54 l ohne dieselben. Hingegen handelt es sich bei diesen Werten um die Zählerablesungen, die sonst eingerechnete Menge für Bauwasser, Löschwasser, Verluste usw. fehlt hier also. Aber auch wenn wir diese hinzurechnen, liegt der Tagesverbrauch pro Einwohner (inklusive Großverbraucher) unter 400 l/min, so daß mir die oben genannten Annahmen für die Bedarfsrechnung gerechtfertigt erscheinen.

Die Berechnung ergibt folgendes Bild (Basis 1950–1970):

	m ³ /Tag	l/min	m ³ /Jahr
1980 (500 l)	11 342	7 876	4 139 647
1990 (600 l)	15 718	10 915	5 736 924
2000 (700 l)	21 178	14 706	7 729 897

Vergleichen wir die heute konzessionierte Leistung (inklusive minimale Quellschüttung), so erhalten wir:

Quelle Vennersmühle	4 400 l/min
Zubringerpumpwerk	3 000 l/min
Pumpwerk Altwyden	4 200 l/min
Total	<u>11 600 l/min</u>

Umgerechnet sind dies 16 704 m³/Tag. 1969 erreichte der größte Tagesverbrauch bereits 12 000 m³. Diese hohe Zahl gibt Anlaß dazu, an die Erschließung neuen Trinkwassers zu denken.

Die zuständigen Instanzen der WV Vennersmühle haben auch schon die notwendigen Schritte unternommen.

Das Projekt «Fraubrunnenmoos»

Laut mündlichen Angaben [35] sind im Fraubrunnenmoos zwischen Aeffigen und Fraubrunnen im Wald bei Pt. 494 Versuchsbohrungen abgeteuft wor-

den. Bezüglich der Schutzzone darf das Gebiet als günstig betrachtet werden, sofern die Anlage südlich der Straße Aeßlingen–Fraubrunnen zu stehen kommt. Das «Einzugsgebiet» ist weitgehend bewaldet, und die Straße aus dem Raum Zauggenried–Kernenried nach Aeßlingen ist relativ schwach befahren. Ein erster kleiner Pumpversuch hat eine nur unbedeutende Absenkung des Grundwasserspiegels gezeigt. Der Hauptpumpversuch wird meines Erachtens ebenfalls sehr günstige Resultate zeitigen.

Nach der Errichtung dieses geplanten Pumpwerkes dürfte die Versorgung der dem VWV-Netz angeschlossenen Bevölkerung und Industrie für etwelche Jahre gesichert sein, schätzt man doch die Ergiebigkeit eines jeden der drei heute bestehenden Versuchsbrunnen auf rund 6000 l/min.

5. Wasserversorgung Steinenberg

Die fünf Gemeinden Hellsau, Hermiswil, Höchstetten, Seeberg und Willadingen bilden den Gemeindeverband Wasserversorgung Steinenberg mit Sitz in Seeberg.

5.1 ENTSTEHUNGSGESCHICHTE

Nachdem speziell in Seeberg das Bedürfnis nach einer gemeinsamen öffentlichen Wasserversorgung reifte, beauftragte der Gemeinderat von Seeberg im Oktober 1957 einen Ingenieur mit der Projektierung. Dabei stand die Prüfung eines vollkommen selbständigen Werkes oder einer Anlage mit Wasserbezug ab Herzogenbuchsee im Vordergrund. Gestützt auf die Voruntersuchungen ließ man die Variante Herzogenbuchsee fallen und kanalisierte die weiteren Untersuchungen auf eine Eigenversorgung, wobei sich bald herausstellte, daß eine Mitbeteiligung der Nachbargemeinden Hermiswil, Hellsau und Höchstetten nicht nur möglich wäre, sondern auch finanziell die interessanteste Lösung aufzeigte.

Die vom Gemeinderat Höchstetten im Jahre 1959 in Auftrag gegebenen Untersuchungen zwecks Errichtung einer Eigenversorgung, eventuell in Verbindung mit Hellsau, endeten mit dem Resultat, daß für beide Gemeinden eine Verbindung im großen Rahmen das Günstigste sei.

Aufgrund aller Vorabklärungen haben sich alle obgenannten Gemeinden zum Gemeindeverband «Wasserversorgung Steinenberg» zusammengeschlossen, wobei allerdings Willadingen erst später beitrug, da, wie mir Herr Gemeindepräsident BRÜGGER mitteilte, die auf privater Basis beruhende Versorgung der Häuser ausgezeichnet funktionierte. Als 1947 und 1949 mit Ausnahme zweier «Tropfquellen» aus dem Sandstein die anderen Quellen versiegt waren, waren mehrere Hauswasserpumpen in Grundwasserschäch-

ten installiert worden, welche zur vollen Zufriedenheit arbeiteten. Trotzdem schloß sich diese fortschrittlich orientierte Gemeinde dann dem Verband an.

Als Wasserbezugsort kamen zunächst das Oenzthal und der Raum Burgäschisee in Frage. Sondierungen und Bohrungen ergaben im Oenzthal ungeeignete Verhältnisse, und beim Pumpversuch erwies sich auch das Projekt am Burgäschisee als ungeeignet, da keine genügend große Wassermenge hätte entnommen werden können.

Schließlich führten neue Bohrungen im Oeschtal unterhalb Willadingen zum Erfolg, so daß man mit den Projektierungsarbeiten weiterfahren konnte.

Die hydrogeologischen Verhältnisse

Der Filterbrunnen erreicht eine Tiefe von 24,45 m ab OK-Terrain. Das nachfolgend wiedergegebene geologische Profil darf trotz einzelner geringmächtiger, leicht lehmiger oder verkitteter Horizonte als günstig bezeichnet werden.

Geologisches Profil des Filterbrunnens der WV Steinenberg:

Werte ab OK-Terrain:

- bis 0,30 m Humus
- 0,65 m Sandige Erde mit Steinen
- 0,90 m Lehmige Erde mit Steinen
- 3,10 m Unsauberer Kies
- 4,20 m Kies und Sand hartgelagert
- 5,90 m Kies mit körnigem Sand
- 7,80 m Kies und Sand hartgelagert
- 8,30 m Kies und Sand, große Steine
- 8,75 m Sand, wenig Kies
- 8,85 m Sandiger Lehm, wenig Kies
- 9,60 m Schlammsand
- 11,90 m Schlammsand, wenig Kies
- 12,20 m Kies und Sand, verkittet
- 12,80 m Grober Kies und Sand, locker
- 12,90 m Kies und Sand, verkittet
- 13,40 m Kies mit körnigem Sand
- 13,60 m Rollkies
- 17,00 m Grober Kies und Sand, locker
- 17,80 m Rollkies
- 18,80 m Körniger Sand, große Steine
- 19,50 m Körniger Sand, wenig Kies
- 20,90 m Reiner lockerer Kies, wenig Sand
- 21,05 m Kies und Sand, locker
- 22,50 m Sand und Kies, locker

23,90 m Körniger Sand, hartgelagert
ab 23,90 m Sandiger Lehm

Die Molasse ist bei dieser Bohrung nicht erreicht worden.

Da der Grundwasserspiegel rund 3,50 m unter Flur liegt, ist die Schirmschicht in der Lage, eventuelle Verunreinigungen von der Oberfläche her praktisch auszuschließen.

Der Pumpversuch, der nach der Fertigstellung der Grundwasserfassung während 17 Tagen durchgeführt wurde, zeigte folgendes Ergebnis:

Entnahmemenge in l/min	Abstich ab OK-Terrain (464,10)	Absenkung in m
0 l/min	3,50 m	m
2 540 l/min	6,60 m	3,10 m
2 960 l/min	6,90 m	3,40 m
3 200 l/min	7,40 m	3,90 m

Vergleichen wir diese Werte mit denjenigen der Altwydenfassung in Utzenstorf, so fällt uns hier in Willadingen die bedeutend größere Absenkung auf, betrug doch die Absenkung in Altwyden bei 3000 l/min nur 53 cm und in Willadingen bei 2960 l/min 3,40 m. Diesem Umstand Rechnung tragend, erteilte der Kanton die Konzession für nur 2000 l/min. Für eine Erhöhung auf 3000 l/min müßte der Gemeindeverband eine Konzession beantragen.

Chemisch-bakteriologische Verhältnisse

Die Wasserqualität darf als gut bezeichnet werden; sie entspricht den allgemeinen Anforderungen, welche an das Trinkwasser gestellt werden. An den äußeren Versorgungspunkten stellte man allerdings zum Teil sehr hohe Keimzahlen fest. Die Gründe dafür sind die folgenden: Erstens ist das Leitungsnetz mit fast 29 km Ausdehnung sehr lang und zweitens ist die Zahl der Abonnenten (anfänglich 246) relativ klein, so daß das Wasser teilweise eine recht lange Verweildauer im Netz aufweist. Diesem Umstand wurde aber Rechnung getragen, indem man im Pumpwerk sowie im Reservoir Hölzli Chlorierungsanlagen einbaute, um diese sekundären Verunreinigungen zu bekämpfen.

Die finanzielle Belastung

Da die fünf Gemeinden nicht zuletzt ihrer geographischen Lage wegen keine bedeutenden industriellen Großsteuerzahler aufweisen, war die finanzielle Belastung meines Erachtens recht groß. Die Gesamtbausumme setzt sich zusammen aus:

1. Grundwasserpumpwerk	Fr. 400 859.65
2. Reservoirbauten	Fr. 251 018.65
3. Leitungsnetz	Fr. 1 880 436.60
4. Hausanschlüsse	Fr. 96 276.75
5. Ingenieurhonorar	Fr. 141 617.45
6. Diverses	Fr. 4 781.35
Total	Fr. 2 774 990.45

5.2 ZUKUNFTSASPEKTE

Da in Willadingen nicht eine beliebige Wassermenge gefördert werden kann (vgl. oben angegebene Werte der Ergiebigkeitskurve), interessierte mich die Frage, wie lange der Gemeindeverband den Abonnenten Trink- und Löschwasser in ausreichender Menge garantieren kann. Die Pumpstation ist mit zwei Bohrlochpumpen (Baujahr 1963) von je 2000 l/min Förderleistung ausgerüstet, so daß eine der beiden Pumpen die konzessionierte Wassermenge schöpfen kann, während die andere als Reserve dient.

Das Speichervolumen erreicht 1300 m³, nämlich 1000 m³ im Reservoir «Blütscherfeld» und 300 m³ im Reservoir «Hölzli». Von diesen insgesamt 1300 m³ stehen total 400 m³ Löschreserve zur Verfügung. Der Wasserspiegel erreicht in beiden Behältern die Kote 580,20 m ü.M.

Total stehen also 900 m³ für den Ausgleich der Trinkwasserverbrauchsspitzen zur Verfügung.

Bei voller Ausnützung der konzessionierten 2000 l/min können pro Tag 2880 m³ gefördert werden. Bei einem Leitungsverlust von 20 % stehen den Abonnenten 2304 m³ oder rund 2300 m³ zur Verfügung. Diese Wassermenge reicht aus, um bei einem Verbrauch von 600 l pro Kopf und Tag 3833 Personen zu versorgen.

Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß die Konzession nebst den 2000 l/min auf höchstens 2000 m³ pro Tag ausgestellt ist. Somit stehen bei 20 % Netzverlust (inkl. Bauwasser, Löschwasser usw.) noch 1600 m³ zur Verfügung. Dies garantiert 2667 Einwohnern einen Verbrauch von 600 l im Tag. Obschon im Augenblick die Region kaum (oder gar nicht) industrialisiert ist, rechne ich mit diesem Tagesverbrauch von 600 l pro Kopf, da meines Erachtens lediglich eine Industrialisierung einen erneuten Bevölkerungsanstieg zur Folge haben könnte. Für ein teilindustrialisiertes Gebiet sind die 600 l pro Kopf und Tag gerechtfertigt.

Die bisherige und die mutmaßliche zukünftige Bevölkerungsentwicklung ist nachfolgend dargelegt.

Bevölkerungsstatistik

Bisherige Entwicklung

Die Angaben der nachfolgenden Tabelle sind dem statistischen Quellenwerk der Schweiz, Heft 364 (Eidgenössische Volkszählungsergebnisse), entnommen.

	1850	1900	1920	1941	1950	1960	1970	Zunahme 1960–1970 in %
Hellsau	216	210	198	169	178	139	138	– 0,7
Hermiswil ..	155	112	104	98	101	116	109	– 6,0
Höchstetten .	253	299	265	261	251	263	254	– 3,4
Seeberg	1 954	1 722	1 708	1 535	1 552	1 452	1 318	– 9,2
Willadingen .	141	198	258	196	246	227	186	– 18,1
Total	2 719	2 541	5 533	2 259	2 328	2 197	2 005	– 8,7

Aus dieser Statistik geht deutlich hervor, daß die Bevölkerungszahl mit Ausnahme der Periode 1941–1950 ständig abnimmt. Figur 38 vermag dies deutlich aufzuzeigen. Es ist auch klar ersichtlich, daß die Entwicklung der Region weitgehend durch Seeberg bestimmt wird.

Rechnerisch lassen sich für die Region bis zum Jahr 2000 die folgenden Bevölkerungszahlen ermitteln:

a) Linear

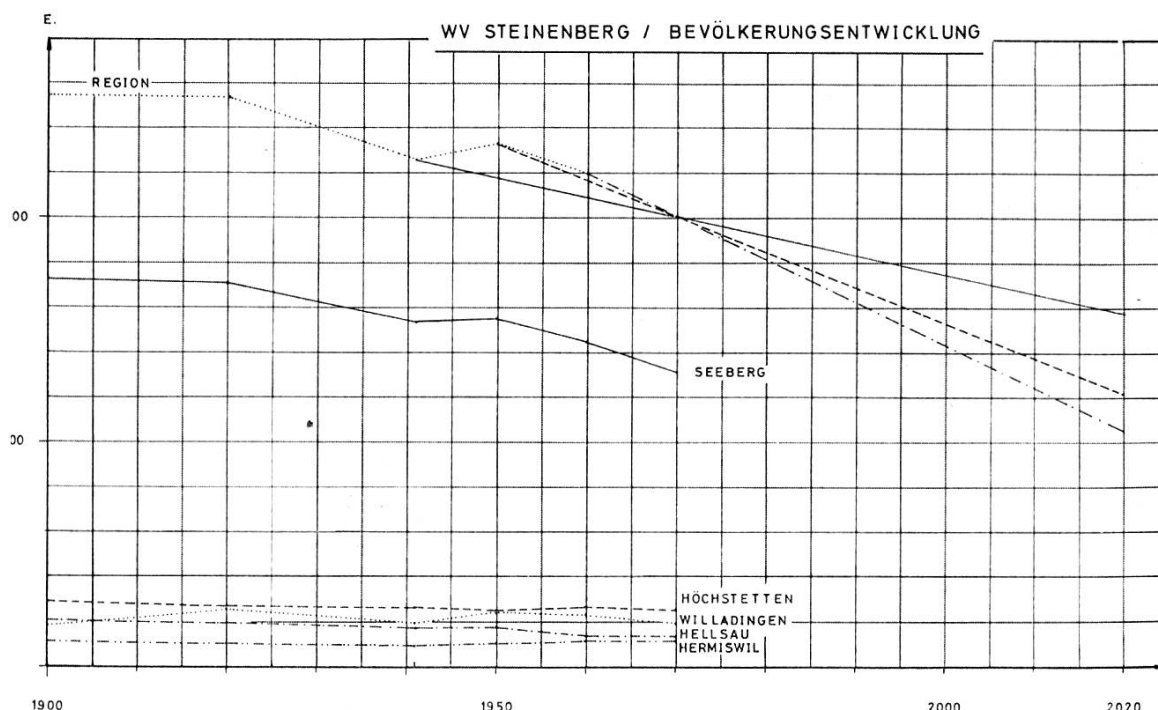
	Jahr 1980	Jahr 1990	Jahr 2000
1941/1970	1 917	1 830	1 742
1950/1970	1 844	1 682	1 520
1960/1970	1 813	1 621	1 429

Diese Resultate können auch aus der graphischen Darstellung der Bevölkerungsentwicklung entnommen werden.

b) Geometrische Extrapolation

	Jahr 1980	Jahr 1990	Jahr 2000
1941/1970	1 928	1 854	1 783
1950/1970	1 870	1 744	1 626
1960/1970	1 837	1 684	1 543

Figur 38



Aus obenstehender Berechnung und Statistik geht hervor, daß aufgrund der vorliegenden Bevölkerungsentwicklung die Wasserversorgung bis ins Jahr 2000 hinsichtlich Wasserlieferung kaum je in Schwierigkeiten gelangen wird. Es muß zudem festgehalten werden, daß auch heute noch lange nicht alle Einwohner ihr Wasser von der gemeinsamen Wasserversorgung beziehen. Es werden noch unzählige Quellenrechte genutzt und verschiedene Einwohner (vor allem abgelegene Bauernbetriebe) liegen gar außerhalb der Versorgungszone.

Die nachfolgende, für 1967 geltende Statistik der Wasserversorgung gibt darüber genauen Aufschluß.

	Total Einwohner in den Gemeinden	Einwohner in der Versor- gungs- zone	Anzahl Abon- nenten (per 1. 4.1967)	Anzahl versorgte Personen	Anzahl Hydran- ten	Rindvieh- bestand in der Versor- gungs- zone
Hellsau	139	139	23	120	16	207
Höchstetten	263	263	41	230	28	331
Willadingen	203	203	30	196	23	303
Seeberg	1 452	1 228	140	940	137	1 105
Hermiswil	120	120	12	100	12	80
Total	2 177	1 953	246	1 586	216	2 026

Die Zahl der momentan (Herbst 1971) versorgten Personen ist statistisch nicht erfaßt. Rechnen wir aber mit dem gleichen Verhältnis «Anzahl Abonnenten» zu «Anzahl versorgter Personen» wie 1967, so erhalten wir mit 296 Abonnenten (15.10.1971) 1906 «versorgte Personen». Im Betriebsjahr 1970/71 wurden laut Zähler 84306 m³ verkauft, oder umgerechnet (bei 1900 Personen) 121,5 l pro Kopf und Tag. Dieser geringe Verbrauch pro Einwohner mag erstaunen, doch muß berücksichtigt werden, daß zahlreiche Liegenschaften nebst dem Netzanschluß noch eigene Quellen besitzen.

Immerhin scheint mir, obschon die nachfolgenden Zahlen nicht direkt miteinander verglichen werden können, da die Vergleichsperiode nicht identisch ist, die Differenz zwischen verkauftem und gefördertem Wasser ziemlich groß.

Folgende Angaben wurden mir zur Verfügung gestellt:

Geförderte Wassermenge pro 1969: 142220 m³

1970: 162490 m³

Wasserverbrauch der Abonnenten pro 1970/71 (1 Jahr): 84306 m³.

In Ermangelung präziser statistischer Angaben können die Gründe dieser Diskrepanz nicht genau eruiert werden.

Es liegt aber meines Erachtens im Interesse der Wasserversorgung, die Angelegenheit zu prüfen, könnten doch durch Beheben eventuell vorhandener bedeutender Netzverluste die Ausgaben für elektrische Energie herabgesetzt werden. Unter Umständen käme auch ein Fehler beim Pumpbetrieb (Fernsteuerung) in Betracht, indem auch bei vollen Reservoirs weitergepumpt wird. Leider kann aber auch – dies wäre eine dritte mögliche Ursache – der «Wasserdiebstahl» bei Hydranten nicht immer ausgeschlossen werden.

Abschließend darf festgehalten werden, daß trotz Bevölkerungsrückgang in der Region der WV Steinenberg dieses Gemeinschaftswerk einem Bedürfnis entsprochen hat und die Leute trotz des etwas hohen Wasserpreises verständlicherweise auf diese Anlage stolz sind. Es liegt nun in den Händen der Behörden, in dieser Region bei einer allfälligen Industrialisierung auch das Wasser als Standortfaktor zu betrachten, stehen doch total – wie oben dargelegt – täglich 1600 m³ oder jährlich rund 584000 m³ Wasser zur Verfügung.

Vorschläge für die Durchführung weiterer Untersuchungen

1. NIEDERSCHLAGSMESSUNGEN

Die Anzahl der Niederschlagsmeßstationen ist im Vergleich zu anderen Arbeitsgebieten eher knapp bemessen. Die bereits bestehenden Stationen sollten womöglich weiterbetrieben werden. Höchstens im Raume Fraubrunnen-Oeschberg-Gerlafingen könnte auf eine Meßstelle verzichtet werden. Demgegenüber wäre, wie ich beim Zeichnen der Niederschlagskarten feststellen mußte, eine Station in Hasle bei Burgdorf wünschenswert. Ferner wären, wie bereits im Abschnitt «Wasserbilanz am Beispiel Limpachtal» erwähnt wurde, einige Regenmesser auf den nördlichen und südlichen Anhöhen des Tales nützlich, um genauere Angaben über die Einflüsse dieser Hügelzonen zu erhalten. Dasselbe trifft auch für das Krauchthal zu, einige Monatstotalisatoren würden den Zweck vollkommen erfüllen.

2. ABFLUSSMESSUNGEN

Sofern weiterhin auf die Erstellung von Wasserbilanzen der einzelnen Täler Wert gelegt wird, sind die 6 Limnigraphenstationen zu belassen. Die Station Oesch/Koppigen muß weiter ausgebaut werden. Ein Stück vor und unmittelbar nach der Station sollte die Oesch eingelegt werden, damit der Einfluß der Verkräutung ausgeschaltet werden kann. Zudem wären in Wynigen bei der Trennung des Chappelenbachs in Oesch und Oenz bei verschiedener Wasserführung Abflußmessungen vorzunehmen, um auch im Gebiet der Oesch genaue Wasserbilanzen zu erhalten.

Sobald die Niederschlagskarten aus dem Arbeitsgebiet Oberemmental (OTTO WEBER) vorliegen, kann für das gesamte Einzugsgebiet bis in die Gegend von Oberburg der genaue Wasserhaushalt bestimmt werden, da einerseits durch unsere Limnigraphenstation der Oberflächenabfluß erfaßt werden kann und andererseits verschiedene Bohrungen bis zur Molasse vorgetrieben worden sind. Allerdings bedingt dies meines Erachtens noch einen zusätzlichen Limnigraphen am Oberburgbach, um auch den Abfluß des Biembaches und des Kanals von Hasle (Teil des Biglenbachs und Teil des Gewerbekanals der Tentawerke) zu erfassen.

3. CHEMISCH-BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

Nebst dem bereits erwähnten Untersuchungsprogramm des WEA wären nach meiner Meinung Detailuntersuchungen im Gebiet Hintere Rot und

Ganseren westlich der Rothöchi angebracht. Die durch Abwasser von der Rothöchi verunreinigten Quellen stellen für die genannten Gebiete bis anhin die einzige Trinkwasser-Bezugsmöglichkeit dar. Laut Angaben der betroffenen Bewohner weist das Werk praktisch immer Kolibakterien auf!

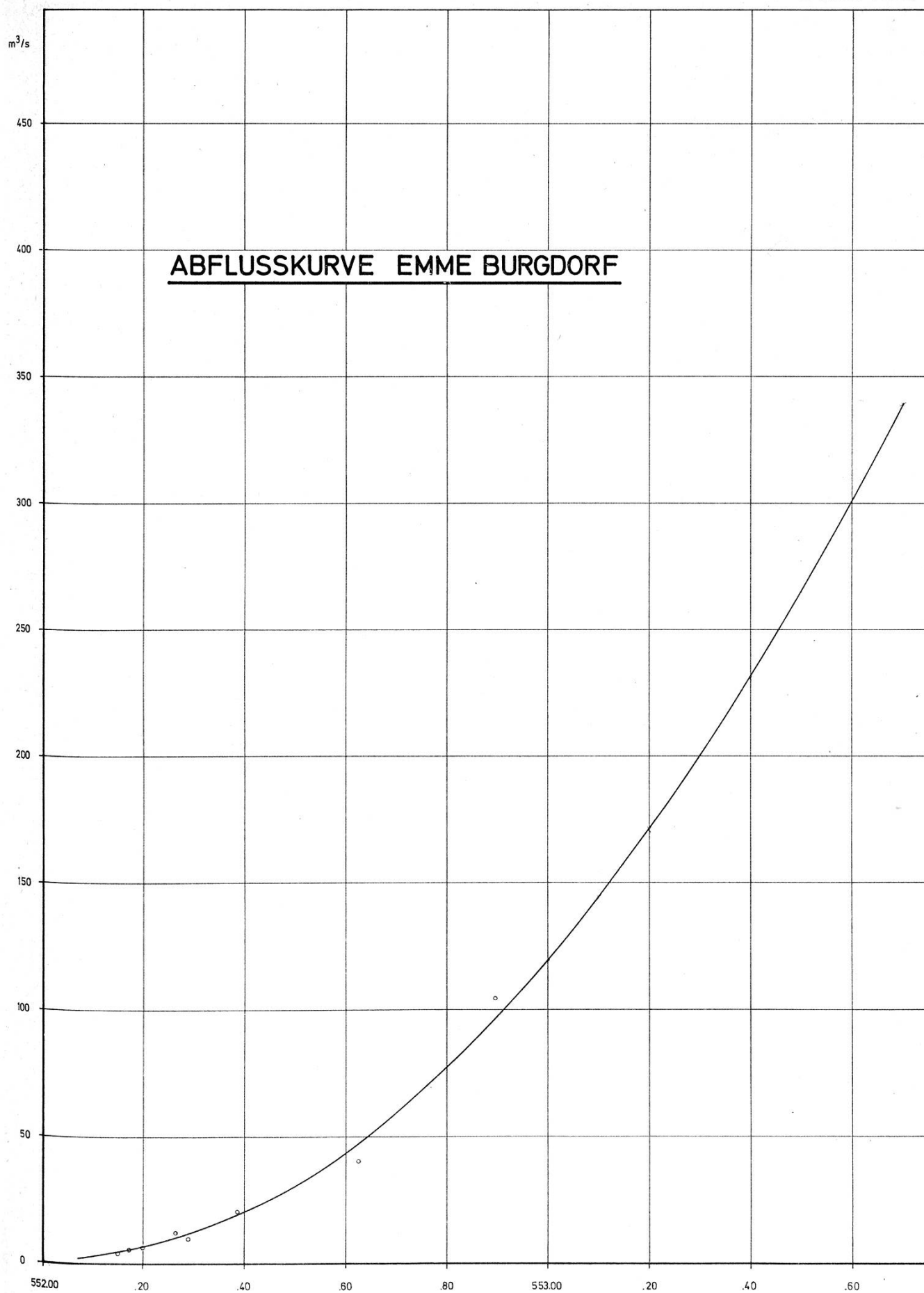
LITERATURVERZEICHNIS

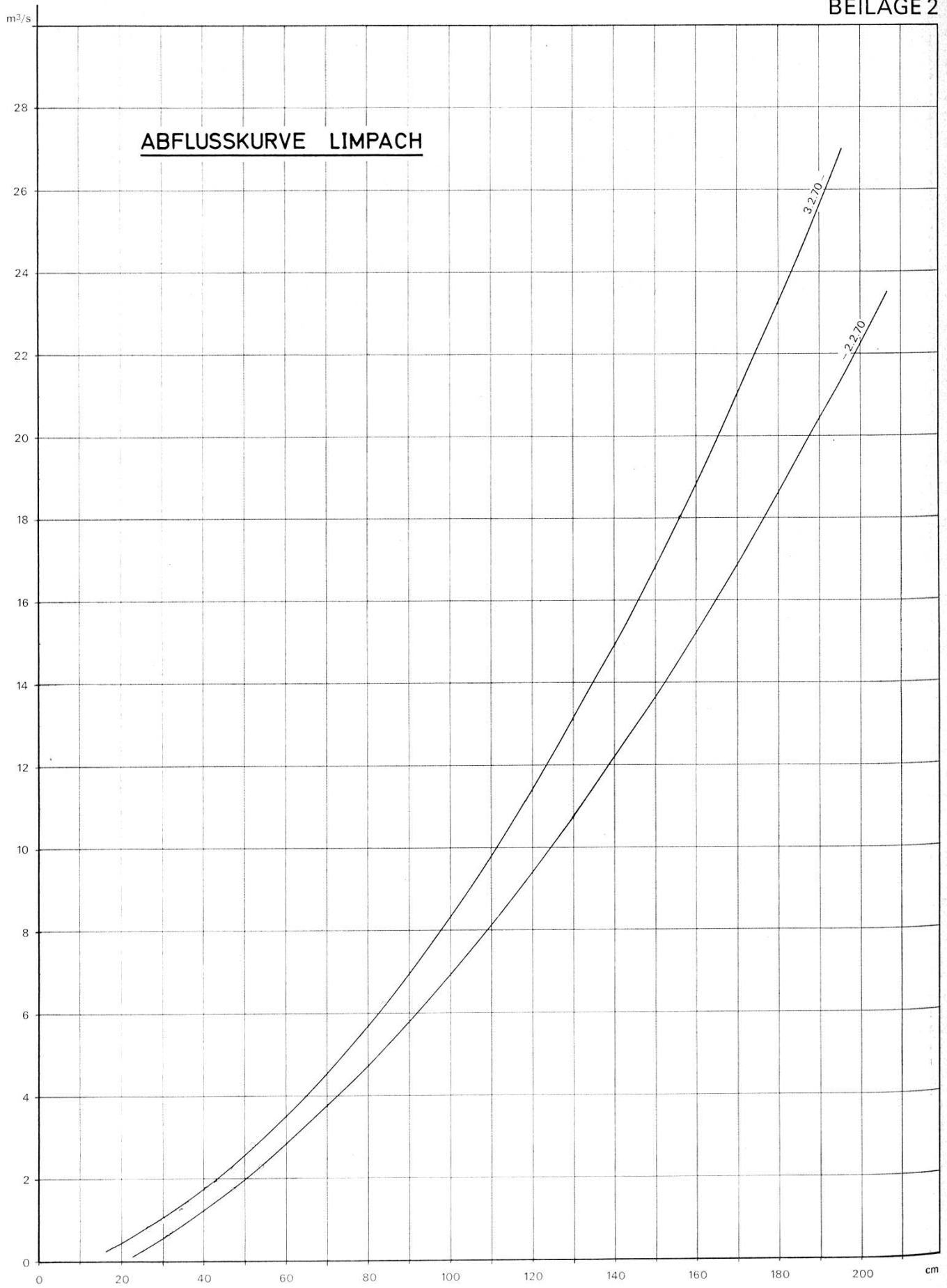
- [1] AESCHLIMANN: *Geschichte von Burgdorf und Umgegend*, Zwickau 1848.
- [2] ANTENEN, F.: *Die Vereisungen der Emmentäler*. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern 1901.
- [3] ARBENZ, P. (und FREIBURGHaus und PETER, H.): *Expertenbericht zuzubanden der Bau-direktion des Kantons Bern betreffend «Wasserableitung aus dem Emmental durch die Stadt Bern»*, 1925.
- [4] BLATTNER, E., Burgdorf: In *Gutachten für den elektrotechnischen Teil über das von Herrn Fischer-Reinau ausgearbeitete Projekt eines Kraftwerks beim Rebloch*.
- [5] BRÄM, F.: *Wasserverhältnisse der Schweiz, Aaregebiet*, 1920.
- [6] Burgdorfer Jahrbuch 1946: *Industriebetriebe der Stadt Burgdorf*.
- [7] Eidg. Amt für Wasserwirtschaft: *Hydrographische Jahrbücher der Schweiz*, Bern 1965 bis 1969.
- [8] Eidg. Statistisches Amt: *Hauptergebnisse der Volkszählungen 1850 bis 1960*.
- [9] Eidg. Statistisches Amt: *Eidgenössische Volkszählung 1. Dezember 1970, Wohnbevölkerung der Gemeinden*.
- [10] Einwohnergemeinde Burgdorf: *Bericht und Anträge betreffend die Wasserversorgung der Stadt Burgdorf*, 1867.
- [11] Einwohnergemeinde Burgdorf: *Bericht betreffend die Wasserversorgung Tannen-Lauterbach*, 1899.
- [12] Einwohnergemeinde Burgdorf: *Vorlage des Stadtrates betreffend Ausbau der Städtischen Wasserversorgung Burgdorf*.
- [13] FISCHER-REINAU: *Technischer Bericht über Stau- und Kraftwerke Emmental* (etwa 1910).
- [14] FREY, H.: *Das Emmental; Versuch einer geographischen Monographie*, Bern 1910.
- [15] GERBER, ED.: *Erläuterungen zum Geologischen Atlasblatt 22*, Bern 1950.
- [16] GERBER, ED.: *Der Muschelsandstein des Biembachgrabens im Unteremmental und dessen stratigraphische Bedeutung*. Mitt. der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 1928.
- [17] GRAF, J. H.: *Beitrag zur Geschichte der Verbauung der Emme im Kanton Bern*.
- [18] HÄUSLER, F.: *Das Emmental im Staate Bern*, Band 2., Bern 1968.
- [19] HAUSWIRTH, JOH. JAK.: *Beschreibung des Landes Emmental*.
- [20] HUBER-RENFER, F.: *Die Emme und ihre Ufer*, Burgdorfer Jahrbuch 1941.
- [21] HUBER, H. U.: *Die Entwicklung der Wasserversorgung im Amt Fraubrunnen*, in: Chronik des Amtes Fraubrunnen, 1967.
- [22] HUG, J.: *Die Grundwasservorkommen der Schweiz*, Band III, in: Annalen der Schweizerischen Landeshydrographie, 1918.
- [23] HUG, J.: *Die wichtigsten Typen der ausnützbaaren Grundwassergebiete der Schweiz*, in: Sonderabdruck aus dem Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Nrn. 2–8, Jahrgang 1928.
- [24] KASSER, H.: *Das Bernbiet ehemals und heute*, 1. Das Emmental, Bern 1905.
- [25] Meteorologische Zentralanstalt: *Annalen*, Zürich 1964–1969.

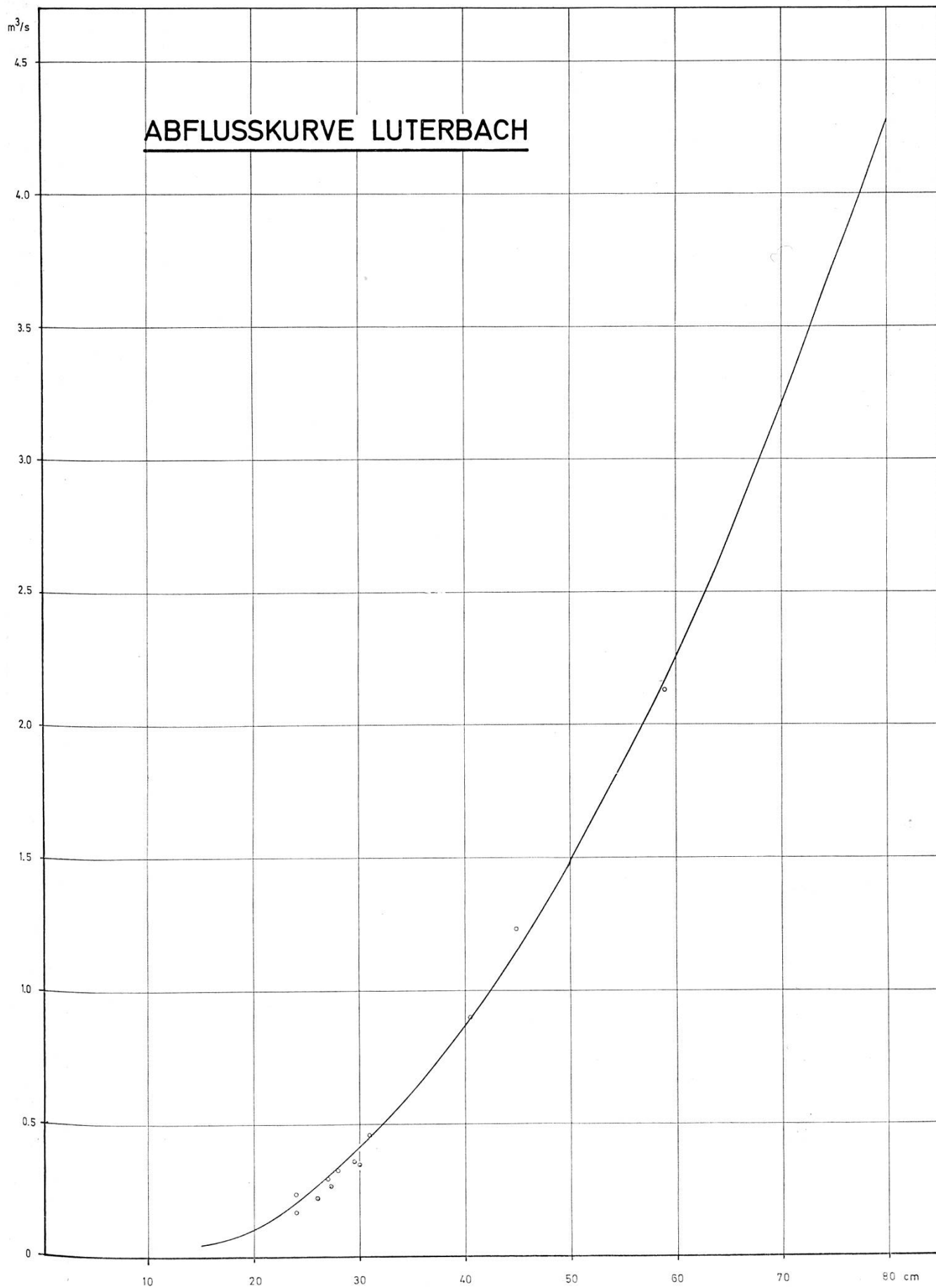
- [26] Meteorologische Zentralanstalt: *Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen*, Zürich 1965–1969.
- [27] NUSSBAUM, F.: *Geographie*, in: Heimatbuch Burgdorf, Band 1, Burgdorf 1930.
- [28] PETER, Ing.: *Wasserwirtschaftliche Fragen im Gebiet der Emme* (etwa 1946), nichtveröffentlichter Vortrag.
- [29] RÄBER, P.: *Wirtschaftsgeschichte*, in: Heimatbuch Burgdorf, Band 2, Burgdorf 1938.
- [30] REINHOLD, F.: *Einheitliche Richtlinien zur Auswertung von Schreibregennesseraufzeichnungen*, in: Gesundheits-Ingenieur, 60. Jahrgang, 1937, Hefte 2, 3 und 4.
- [31] STÜRLER, M.: *Über die Wasser-Schachen und Schwellenverhältnisse im Stromgebiet der Emme*, Bern 1856.

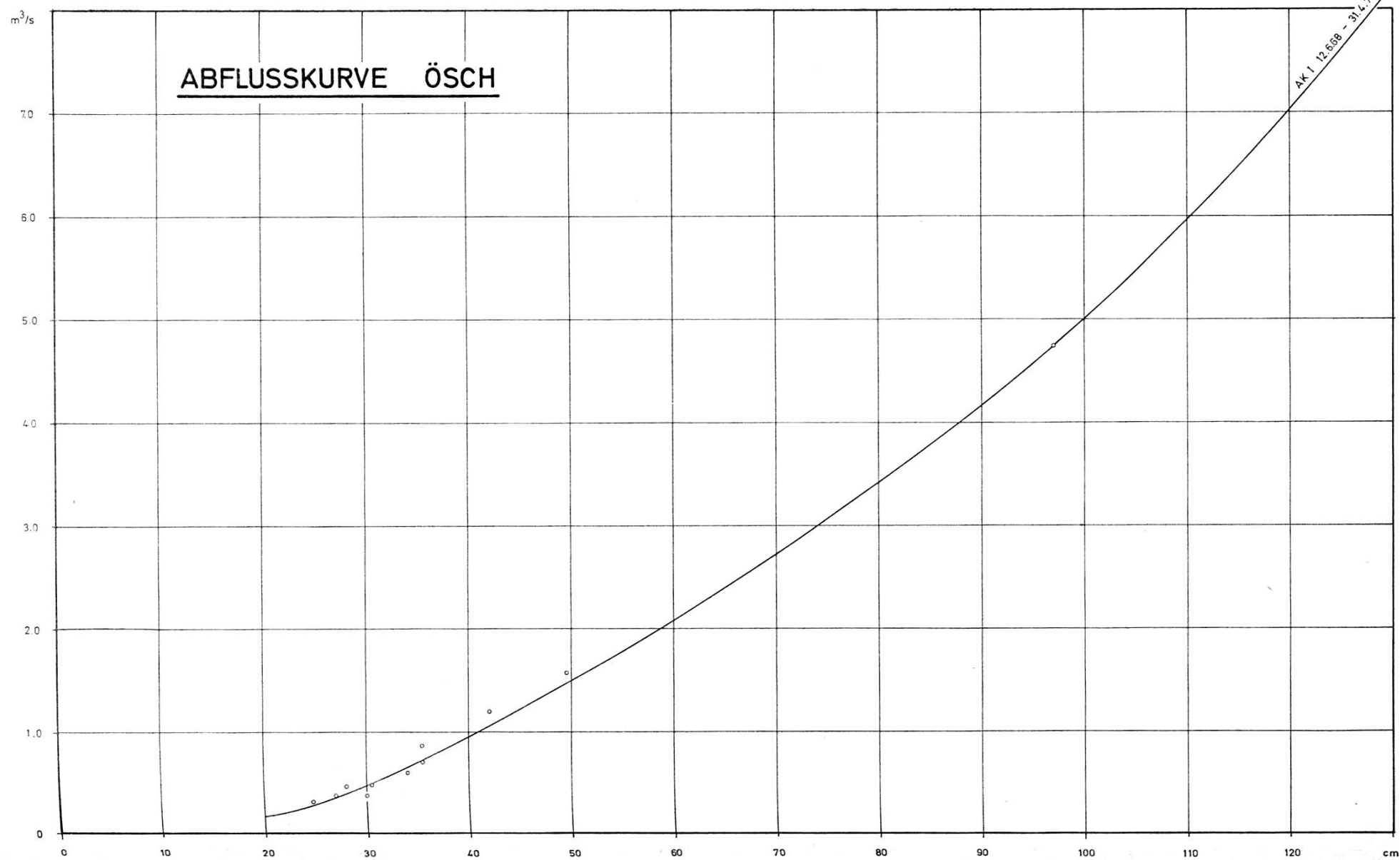
Mündliche Angaben

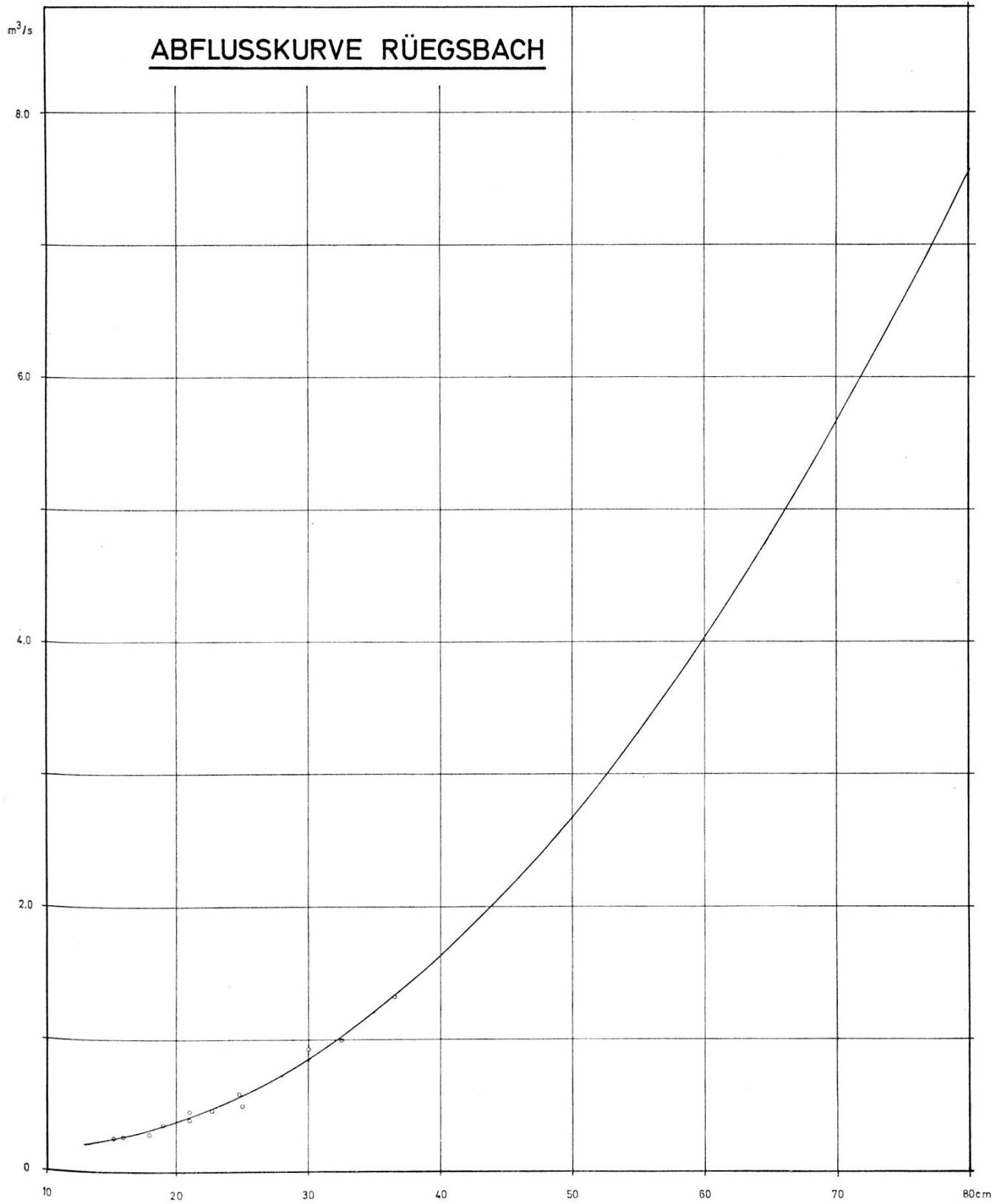
- [32] AESCHLIMANN, W., alt Verwalter des Elektrizitätswerks Burgdorf.
- [33] BÜRGI, A., Geschäftsführer der Wasserversorgung Vennersmühle.
- [34] BÜRKI, H., Wasserbautechniker, Oberingenieur Kreis IV, Burgdorf.
- [35] INGOLD, F., Vorsteher Gas- und Wasserwerke der Stadt Burgdorf
- [36] LOCHER, Dr., Technikumslehrer Burgdorf.
- [37] KRAUCHTHALER, H., Notar, Gemeindeverwaltung Ersigen.
- [38] SCHÜEPP, M., Prof. Dr., Dozent an der Universität Bern.
- [39] WERNER, A., dipl. Ing. ETH, Ingenieur- und Studienbüro, Burgdorf.

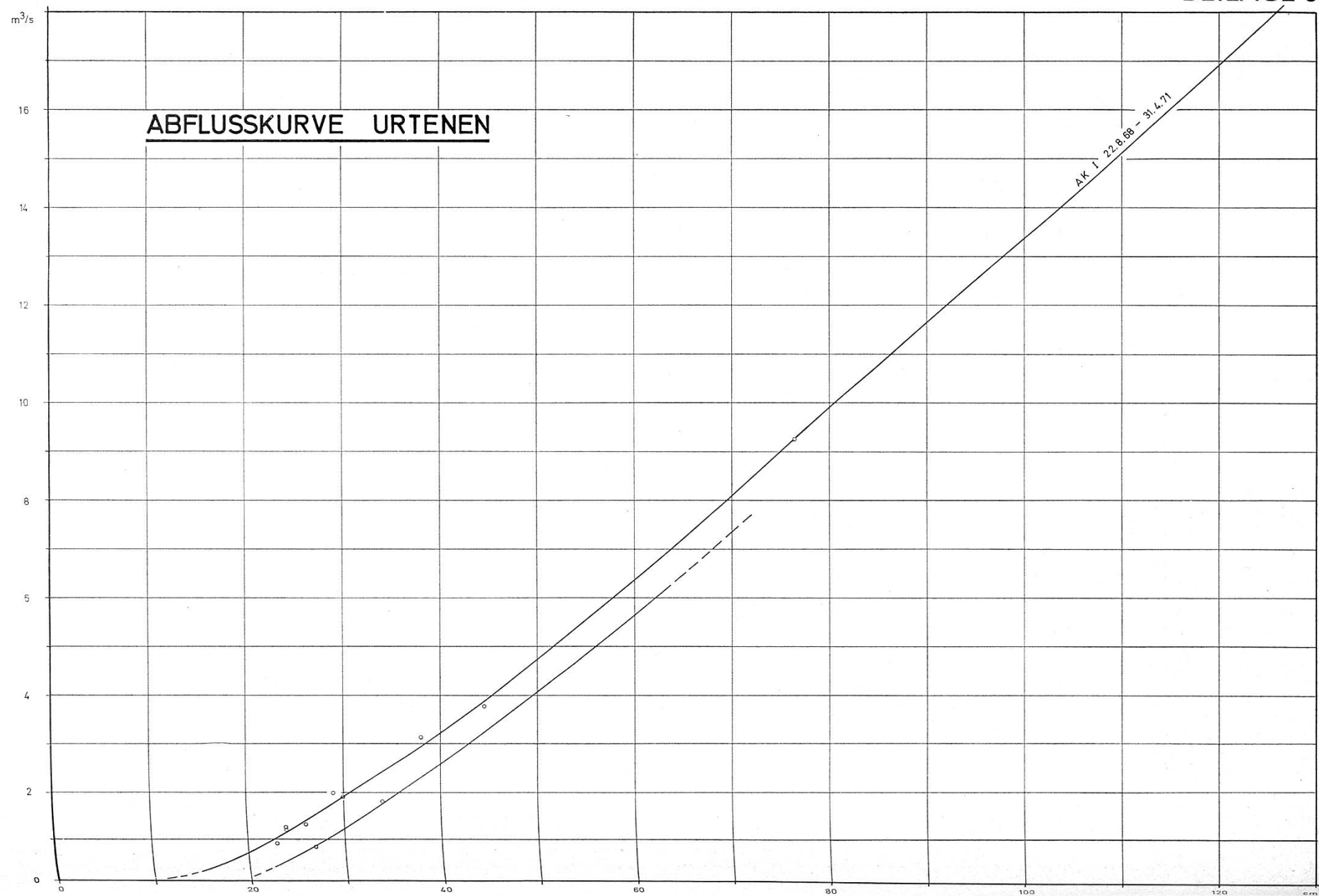












BEILAGE 7

NETZ DER MESSSTELLEN

(1:25000)

SCHWANKUNGSSAMPLITUDEN UND ISOHYPSEN DER GRUNDWASSERSPIEGELFLÄCHE

(1:50000)

GRUNDWASSER

- a) Messstellennetz
- b) Schwankungsamplituden
- c) Isohypsen der Grundwasserspiegelfläche

- Klimastation
- ▼ Limnigraph
- ⊞ Pluviometer
- Pluviograph

Grundwasser

Messungen vom Mai 1966 bis Dez. 1968



Isohypsen des Grundwasserspiegels am 27.9.1968

Äquidistanz 5m

1:50000

Entwurf und Ausführung
Geographisches Institut
der Universität Bern
9.6.68