

Projekt 1c. Annähernd das gleiche Gefälle, 60 m (statt 65), könnte ausgenützt werden durch eine einzige Zentrale bei Tiefenau, wobei das Gefälle Mühlaus-Tiefenau durch Umleitung statt durch Stau gewonnen würde. Da dieses konzentrierte Gefälle eine grössere Absenkung des Wasserspiegels im Staubecken zulässt, wird dieselbe Jahresarbeit erreicht, wie bei den Varianten mit zwei Zentralen und 65 m Gefälle. Projekt 1b hat den Vorteil der leichten Möglichkeit eines etappenweisen Ausbaues. Die Erstellung einer Staumauer bei Schwarzenbach dürfte aber, wie bereits bei der Besprechung der Müller'schen Projekte erwähnt, bedeutenden, vielleicht unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnen. Da aber auf eine gute Verwertung des Gefälles des ausgeglichenen Wassers grosses Gewicht gelegt werden muss, kann die Zentrale Mühlaus nicht mehr in Frage kommen, sobald die Stauanlage Schwarzenbach ausser Betracht fällt.

Die totalen Anlagekosten sowie die Betriebskosten per kWh der Projekte 1b und 1c sind die gleichen, wobei aber die ausserordentlichen Schwierigkeiten der Staumauer Schwarzenbach nicht berücksichtigt sind. Daher dürfte das Projekt mit Zentrale Mühlaus in Kombination mit Schwarzenbach definitiv fallen gelassen werden, sodass ausser dem grossen Projekt 1a nur noch das Projekt Mühlaus-Tiefenau ernstlich ins Auge zu fassen und näher zu studieren wäre, das überdies noch den Vorteil aufweist, dass später leicht eine Verbindung mit dem projektierten Egelsee hergestellt werden könnte, und dass es später bei voller Ausnützung des Gefälles bis Henau als Spitzenwerk dienen könnte. Auch wäre es möglich, in der ersten Bauetappe die Stauhöhe zu reduzieren und mit kleinerem Gefälle zu arbeiten.

Für die Festsetzung der Staucote von ca. 585 war bei der besonders günstigen Staustelle Mühlaus die Schaffung eines möglichst grossen Stauraumes bestimmend. Da auch so nur 36% des minimalen Jahreszuflusses ausgenützt werden, so wurde auch noch die Anschlussmöglichkeit des Egelsees berücksichtigt, wodurch die Ausnützung auf 44% steigen würde.

Staucote 572,00. Mit Rücksicht auf die bestehenden Kraftwerke bei Dietfurt und auf eine Reduktion der zu überstauenden Fläche, speziell bei Lütisburg, haben wir auch einige Varianten mit einer Stauhöhe von ca. 572,00 studiert:

Projekt 2a sieht eine Staumauer an der gleichen Stelle wie Projekt 1a (bei Mühlaus) und Zentrale bei Henau vor. Der Staubeereich ist im Uebersichtsplan blau strichpunktiert. Es fragt sich nun, ob die Hauptbedingungen betreffend Wasser- und Gefällsausrnützung, Geschiebeführung, Hochwasserausgleich und Kosten in genügendem Mass erfüllt würden. Die ausgenützte Wassermenge (ohne Hilfskraft) beträgt $5,56 \text{ m}^3/\text{Sek} = 30\%$ des minimalen Jahresabflusses, bei einem maximalen Bruttogefälle von 73 m (Projekt 1a = 86 m). Der Geschieberaum sinkt von $41000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ bei Staucote 585 auf $16500 \text{ m}^3/\text{km}^2$ bei Staucote 572,00. Die Reduktion des Hochwassers ist keine wesentliche mehr. Die Jahresarbeit beträgt mit Berücksichtigung des Kraftersatzes 21,1 Millionen kWh gegen 28,9 bei Projekt 1a und die Totalkosten ca. 17 Millionen Fr. gegen 26 Millionen, oder 5,4 Cts. (6 Cts.) per kWh.

Dieses Projekt könnte dann empfohlen werden, wenn die von der Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweiz. Departements des Innern vorgesehenen Staubecken im Obertoggenburg wenigstens teilweise realisierbar sind. In letzterem Fall hat dieses Becken nur noch den Ausgleich und die Geschiebeaufnahme des unter den obern Stauseen gelegenen Einzugsgebietes zu besorgen. Mit den Staubeckenanlagen sollte man möglichst hoch oben beginnen, so dass die untern jeweils nur das neue Einzugsgebiet zu berücksichtigen hätten. Auf diese Weise könnte das ausgeglichene Wasser mit dem grösstmöglichen Gefälle ausgenützt werden, und durch die Anlage von Staubecken im obersten Teil würde zugleich die Geschiebebildung vermindert.

Die Variante 2b mit Ausnützung des Gefälles bis Schwarzenbach in zwei Stufen resp. bis Tiefenau in einer Stufe kann bei der Stauhöhe 572 bei Mühlaus wegen zu grosser Gefällsruückstückerung nicht empfohlen werden.

Projekt 3, Lütisburg-Schwarzenbach mit einer 1. Staumauer bei Lütisburg (wie Projekt Müller) wurde als Ersatz der Projekte 1, 2 und 3 von Müller studiert, muss aber aus Gründen, die bei den Müller'schen Projekten angeführt wurden, ganz fallen gelassen werden.

Projekt 4, Jonschwil-Henau verfolgt den Zweck, auf Cote 572 einen möglichst grossen Stauraum zu schaffen, ohne auf die Staubecken im Obertoggenburg angewiesen zu sein. Die Terrainverhältnisse sind aber für die Erstellung einer Staumauer nicht günstig. Die anstehende Nagelfluh ist zwar sehr fest, aber der Talquerschnitt überall sehr weit. Die Mauerkubatur von 135000 m³, wie sie sich aus dem der Karte 1:25000 entnommenen Profil mit durchgehender Fundamenttiefe von 6,0 ergibt, dürfte unter Umständen bedeutend überschritten werden, da die Tiefe des Felsens auf der rechtsseitigen Terrasse unsicher ist.

Die Zentrale ist an der gleichen Stelle bei Henau projektiert, wie für Projekt 1a. Die Zuleitung verläuft zum grössten Teil ebenfalls nach Projekt 1a, wird aber ca. 2 km kürzer als bei letzterem. Der mittlere Wasserverbrauch beträgt bei Ausnützung des ungünstigsten Jahres 6,00 m³/Sek. = 33% des minimalen Jahresabflusses (Projekt 1a = 36%). Der Geschieberaum (totaler abzüglich nutzbarer Stauraum) beträgt noch 36000 m³ pro km² des Einzugsgebietes. Die Totalkosten belaufen sich auf 21 000 000 Fr., die Kosten per kWh auf 6,0 Cts., also gleich hoch wie bei Projekt 1a.

In folgender Tabelle sind die massgebenden Daten für die eventuell in Frage kommenden Projektvarianten aufgeführt:

		Staucote 585		Staucote 572	
		Mühlau-Tiefenau		Mühlau-Henau	Jonschwil-Henau
		Projekt 1 c		Projekt 2 a	Projekt 4
<i>Staumauer</i>	Höhe (Krone über Fundament)	m	52	39	46
	Kubatur	m ³	110000	53000	135000
<i>Staubeckeninhalt</i>	Total	Mill. m ³	55	23,5	40
	Nutzbar	" "	30	15,5	22
<i>Bruttogefälle</i>	Max.	m	60	73	73
	Min.	" "	48	60	60
<i>Wasserverbrauch</i>	Jahresmittel	m ³ /Sek.	6,20	5,56	6,00
<i>Druckhöhe</i>	Mittl.	m	59	71,30	71,30
<i>Effekt</i>	Jahresmittel	PS	3650	3950	4280
	Spitzeneffekt im Winter (Ausbaugrösse)	PS	9700	10540	11400
<i>Jahresarbeit</i>	Total	Mill. kWh	21,4	23,1	25,0
	Nach Abzug der Ersatzarb.	Mill. kWh	19,5	21,1	23,0
<i>Kosten</i> (mit Berücksichtigung der Ersatzkraft),					
	Total	Mill. Fr.	18,8	16,8	20,7
	Per kWh	Cts.	6,3	5,4	6,0

Die Gesteungskosten des Stromes halten sich auch bei diesen Varianten innert den Grenzen des Hauptprojektes, sie sind indessen wesentlich geringer als diejenigen der Projekte Müller und könnten unter Umständen in Konkurrenz mit dem grossen Projekt treten. Speziell könnte das Projekt Mühlau-Tiefenau in Frage kommen, und es wäre gerechtfertigt, dasselbe mit dem Hauptprojekt 1a näher zu studieren.

Die vorstehenden Untersuchungen über die Ausnützung und den Wert des Thurgbietes für Kraftgewinnung haben folgendes Resultat ergeben:

1. Eine rationelle und möglichst vollständige Ausnützung der Thur ist durch Erstellung eines grossen Stausees bei Mühlau mit einem höchsten Wasserspiegel auf Cote 585 und mit einer Zentrale bei Henau möglich.

2. Bau- und Betriebskosten eines solchen Werkes sind hohe. Letztere betragen mindestens das $1\frac{1}{2}$ - bis 2fache bestehender Werke und stehen an der äussersten Grenze der Wirtschaftlichkeit.
3. Die Ausführung dieses Projektes muss den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken reserviert bleiben, da diese bei den hohen Gestehungskosten des Stromes allein in der Lage wären, befriedigende Resultate herauszuwirtschaften. Inzwischen ist die ganze Thur von Dietfurt bis Henau vom Einbau neuer oder der Erweiterung bestehender Kraftanlagen freizuhalten.
4. Die Beurteilung der hohen Kosten hat mit Rücksicht auf den Umstand zu erfolgen, dass alle neuen Werke ganz wesentlich höhere Stromkosten bedingen werden, als die bestehenden, und dass man sich künftig ganz zweifellos auf höhere Strompreise gefasst machen muss.

b) Ausnützung der Sitter.

Die ungünstigen Resultate, welche das nähere Studium der Müller'schen Projekte an der Sitter zeitigte, veranlassten uns, auch für diesen Fluss zu studieren, in welcher Weise eine wirklich rationelle und restlose Ausnützung dieses Gewässers ermöglicht werden könnte. Das Resultat dieser Studien ist folgender Vorschlag:

Durch Erstellung einer Talsperre in der Gegend von Eggen-Thürlewang-Ramschwag wird die Sitter auf die Cote 565 aufgestaut, wodurch ein Stausee von $3,9 \text{ km}^2$ Oberfläche und ein nutzbarer Inhalt von $58\,000\,000 \text{ m}^3$ bei 20 m und von $67\,000\,000 \text{ m}^3$ bei 25 m Absenkung geschaffen wird.

Die Staucote ist mit 565 derart gewählt, dass die Wasserkraftanlage der Bleicherei Frischknecht & Cie. im Burentobel bei Bruggen nicht mehr tangiert wird und keinerlei Versandung erleidet, da der Stau unterhalb der Strassenbrücke bei Spiesegg-Schiltacker endigt. Eine noch grössere Stauhöhe scheint uns unannehmbar, da nicht nur die Wasserkraft der Bleicherei Frischknecht, sondern auch das ganze kostspielige Etablissement expropriert werden müsste. Auch wird bei der angenommenen Staucote von 565 die Staumauer schon sehr hoch (62 m ab Fundament) und erhält bei der grossen Profillbreite, wie sie sich an allen Stellen der Sitter vorfindet, ohnehin schon eine Kubatur von $270\,000 \text{ m}^3$, also $2\frac{1}{4}$ mal mehr als bei der Staustelle Mühlau an der Thur.

Eine wesentlich tiefere Lage des Stauspiegels würde den verfügbaren Wasservorrat sowie das Gefälle erheblich reduzieren, ohne bedeutende Ersparnisse zu bringen. Immerhin wird man bei der Detailprojektierung sorgfältig zu untersuchen haben, ob Variationen von einigen Metern zulässig und vorteilhaft wären; bei der Ungenauigkeit des uns zur Verfügung stehenden Materials (Siegfriedkarte und Längenprofil) können wir natürlich nicht mit absolut festen Zahlen rechnen.

Für die Pläne und die Kubaturberechnung ist die Lage der Staumauer wenig oberhalb Buchmühle, etwa 500 m oberhalb der Burgruine Ramschwag, gewählt worden. Eine andere in Betracht fallende Staustelle wäre etwa 800 m weiter oben bei der Häusergruppe Eggen zu finden, doch würde dort die Stauhöhe über den linken Steilhang hinaufreichen und es wäre noch ein ziemlich langer Seitenabschluss zu erstellen, der möglichst tief in die Moräne fundiert werden müsste. Sache der Detailstudien wird es sein, nach Vornahme von gründlichen Sondierungen im Flussbett und an den Flanken die Vor- und Nachteile beider Stellen gegeneinander abzuwägen und endgültig zu entscheiden. Das letztere gilt auch bezüglich der Stollenausmündung in den Stausee. Die in den Plänen rot eingezeichnete Lage ergibt etwa 750 m Mehrlänge, als wenn dieselbe weiter oben, am besten in der Ausbuchtung zwischen Unterlöhren und Wannenmühle, angenommen würde (grüne Variante). Leider würde sich die Stollensohle (nach dem Längenprofil zu beurteilen, das aber nur nach der Karte aufgetragen und daher nicht ganz verlässlich ist) dort nur etwa 7—8 m über der Flusssohle befinden, was uns doch etwas zu knapp erscheint. Auch hier wird man erst nach ganz genauen Terrainauf-

nahmen endgültig entscheiden können; vorläufig wollten wir aber mit dem längern und teuern Stollen rechnen. Die Dichtigkeit der Flanken und selbst der obersten Moränenbedeckung ist nach den Aussagen des Geologen im allgemeinen durchaus gewährleistet.

Infolge des bedeutend grössern Stauraums ergibt sich für dieses Staubecken eine weit günstigere Ausnützung der Abflussmenge; es können volle 79 % des Abflusses des ungünstigsten Jahres zur Ausnützung kommen, gegenüber nur 36 % beim Thursee. Die mittlere ausnützbare Wassermenge im ungünstigsten Jahr von 7,44 m³/Sek. übertrifft daher trotz des nur 307 km² grossen Einzugsgebietes diejenige der Thur (484 km²) und steigt auf 9,65 m³ in einem Durchschnittsjahr (Thur ohne Egelsee 6,53 m³ im ungünstigsten und 12,23 m³ im Durchschnittsjahr). Die wirtschaftliche Ausnützung der Sitter ist daher ohne Berücksichtigung des Gefällsunterschiedes wesentlich besser als beim Thurprojekt. Ueber diese Verhältniszahlen gibt die tabellarische Zusammenstellung (Beilage) alle Auskunft.

Ungünstig steht es dagegen mit der Beschaffung des für die Staumauer mit 263 000 m³ Mauerwerk erforderlichen Baumaterials. Es finden sich im ganzen Umkreis der Sitter weder brauchbare Bausteine noch Sand und Kies in genügender Menge, sodass nichts anderes übrig bleibt, als letzteres mittelst der B. T. vom Bodensee her zu beziehen und die Baustelle mit der nächstgelegenen Station dieser Bahn (Häggenschwil) mittelst einer oder mehrerer leistungsfähiger Luftseilbahnen zu verbinden. Dass keine andere Bauweise als die in Gussbeton unter Verwendung von Kalk und Zement in Frage kommen könnte, ist hier noch selbstverständlicher als bei den Staumauern an der Thur.

Für die Ausnützung des ganzen Sittergefälles bieten sich nur zwei Wege, erstens der natürliche durch Ableitung des gestauten Wassers nach Bischofszell in die Thur (mit ca. 100 m Bruttogefälle) und zweitens die Ableitung in den viel tiefer liegenden Bodensee mit 165 m Bruttogefälle. Beide Lösungen sind von uns gleich einlässlich studiert und in den beiliegenden Plänen und Tabellen durchgerechnet worden. Die Resultate sind derart überzeugend: Jahresleistung bei Bischofszell im ungünstigsten Jahr 36 000 000 kWh, im Durchschnittsjahr 46 000 000 kWh, für den Bodensee das Doppelte, d. h. 69- bzw. 91 000 000 kWh, dass wir einzig und allein die Ableitung nach dem Bodensee empfehlen können.

Wir sind uns dessen voll bewusst, dass sich gegen die Ableitung in ein anderes Flussgebiet staatsrechtliche und wirtschaftliche Bedenken erheben werden und dass es der grössten Anstrengungen bedürfen wird, um dieser Idee, die allein eine wirklich rationelle Ausnützung der Sitter zu gewährleisten und ein Kraftwerk ersten Ranges zu schaffen geeignet wäre, zum Durchbruch zu verhelfen. Eine solche Ableitung in ein anderes Flussgebiet wird in der Schweiz nicht vereinzelt bleiben, wenn es sich darum handelt, ein rationelles grosszügiges Werk zu erstellen. Wir erinnern nur an das Projekt des Etzelwerks, dessen Ausführung wohl nicht mehr lange auf sich warten lässt, ferner an die Ableitung des Silsersees nach dem Bergell. Dass moderne Wasserwerke vor den Kantons Grenzen keinesfalls Halt machen können, ohne jede gründliche Ausnützung grosser Flussläufe hintanzuhalten, ist selbstverständlich.

Für unsern Fall liegen die Verhältnisse besonders günstig, da der Thur bei Bischofszell nur 307 von 1081 km², also nicht ganz 30 % entzogen werden, und zwar nur vom mittleren Niederwasser, da die Thur allein (ohne Sitter) bei höheren Wasserständen genügend Wasser führt, um die heutige Leistung der bestehenden Kraftwerke zu erzielen. Der zu ersetzende Kraftausfall würde daher maximal 25—30 % der heute vorhandenen Niederwasserkraft betragen, was jährlich etwa 15 000 000 kWh erfordern würde, also bei der grossen Leistungsfähigkeit des neuen Werkes nur etwa 1 1/2 % der letztern ausmachen würde. Andererseits würde es nur der Billigkeit entsprechen, wenn diese

Kraftwerke bei der Ausführung des Staubeckens in der Thur nach Massgabe der ihnen zukommenden grossen Kraftvermehrung für die Baukosten entsprechend ihrem Gewinn finanziell zur Mitbeteiligung herangezogen würden, was übrigens auch durch die entsprechenden Bestimmungen des neuen Wasserrichtsgesetzes festgesetzt ist.

Der Kraftersatz an die Werkbesitzer an der Thur unterhalb Bischofszell müsste aber nur dann stattfinden, wenn das Sitterbecken vor dem Thurwerk ausgeführt würde und nur bis letzteres in Betrieb gesetzt wäre und das Nieder- und Mittelwasser bedeutend erhöht hätte.

Aus nachstehender Tabelle sind die durch unser Projekt in Mitleidenschaft gezogenen bestehenden Kraftwerke an der Sitter und Thur und deren Leistungsfähigkeit ersichtlich:

	Gegenwärtige Leistung in PS		
	Minimal	Mittel	Maximal
a) Kraftanlagen an der Sitter:			
1. Elektrizitätswerk Billwiller, Erlenholz	160	300	400
2. Wannenmühle	Betrieb eingestellt		
3. Papierfabrik Degenau	Betrieb eingestellt		
4. J. Brunner, Sitterdorf (Mühle)	25	35	40
5. J. Popp, Bischofszell (Mühle)	40	100	150
	225	435	590
b) Kraftanlagen an der Thur:			
6. Sieber & Wehrli, Schönenberg (Weberei)	157	210	280
7. Kammgarntspinnerei Bürglen	120	330	380
8. Bühler & Meierhans, Weinfelden (Weberei und Mühle)	125	200	260
9. Weberei Grünegg, Müllheim	70	100	150
10. A.-G. Vig.-Spinnerei Pfyn	150	200	250
	622	1040	1320

Anlage Nr. 1 wird überstaut und muss ganz erworben werden, desgleichen Nr. 2. Den Mühlen Nr. 4 und 5 wird während des grössten Teiles des Jahres alles Wasser entzogen. Es muss daher die ganze Leistung ersetzt werden, im Betrage von jährlich ca. 300 000 kWh, d. h. ca. 500 000 kWh ab Schaltbrett des neuen Werkes. Den Werken Nr. 6—10 werden im Mittel ca. 27 % der Abflussmengen entzogen. Da aber bei den meisten Werken nur das Niederwasser einigermaßen vollkommen ausgenützt wird, so müssen nur ca. 30 % der Niederwasserleistung ersetzt werden. Die total zu leistende Ersatzarbeit beträgt inkl. Nr. 4 und 5 ca. 600 000 kWh oder ab Schaltbrett des neuen Werkes rund 1 000 000 kWh.

Für die Ausnützung der vom Stausee geschaffenen stark vergrösserten Wassermenge schlagen wir folgende Anlagen vor:

1. Ableitung nach dem Bodensee.

Ein Druckstollen von 4 km Länge mit einer maximalen Leistungsfähigkeit von ca. 20 m³/Sek. und ca. 25 m unter dem höchsten Wasserspiegel in den Stausee mündend, führt das Wasser in die Gegend bei Freidorf, wo er ausmünden würde. An ihn anschliessend ist ein System von 3 Druckleitungssträngen von ca. 1500 m Länge und 1900 mm Lichtweite vorgesehen, die in gerader Linie über Weiherholz nach der Talebene bei der Kantonsgrenze zwischen Steinach und Arbon führen, woselbst unweit Hahnberg und an der Strasse Roggwil-Landquart die grosse Kraftzentrale erstellt würde.

Der Stollen, der auf einer mittleren Sohlenhöhe von ca. 535 m liegt, würde zweifellos auf seiner ganzen Länge die Molasse durchfahren und erst bei der Mündung die Moräne durchbrechen, die die ganze dortige Landschaft überdeckt. Die Druckleitung dagegen wird in ihrer ganzen Länge auf die Moränenüberlagerung abgestellt werden müssen, was entsprechende Vorsichtsmassregeln beim Bau erfordern wird. Der Bericht des Geologen gibt hierüber beruhigenden Aufschluss.

Ein Unterwasserkanal von 1,9 km Länge hätte das Triebwasser bei der Einmündung der Ach in die Arboner Bucht zwischen Arbon und Steinach zu leiten und könnte unter Umständen im untern Teil zu einer Hafenanlage erweitert oder mit einer solchen in Verbindung gebracht werden.

Wir schlagen vor, den Stollen nicht für das allergrösste Wasserquantum auszubauen, sondern die grössten Spitzen, wie sie sich erst nach vielen Jahren einstellen werden, durch ein offenes Ausgleichbecken von 125 000 m³ zu decken, das auf Cote 538 anzulegen wäre und das vom Wasserschloss (in Form einer 3 m weiten Steigleitung) aus gefüllt würde. Die Ausführung dieses Ausgleichbeckens hätte aber erst in späteren Zeiten zu erfolgen, dann nämlich, wenn nicht nur ein wasserarmes Jahr, sondern ein mittleres unter Zuhülfenahme von Fremdstrom ausgenützt werden soll.

Durch das Abschneiden der Spitzen, die nur ca. 8% der Tagesleistung erfordern, reduziert sich die Beanspruchung des Stollens auf 20 m³/Sek., wofür er gerechnet ist, während er sonst jetzt schon für 32 m³ erstellt werden müsste, was eine ganz unnötige und vorzeitige Ausgabe bedingen würde. Aehnlich wie beim Projekt an der Thur haben wir statt eines eigentlichen Wasserschlosses, das in den nötigen Dimensionen in diesem Terrain schwer zu erstellen wäre, eine Steigleitung von 3000 mm Lichtweite bis zur Höhe des höchsten Wasserstandes vorgesehen.

Die Leistungen dieses Werkes sind aus nachfolgender Zusammenstellung ersichtlich.

		Projekt 2 b, Thürlewang-Roggwil		
Stauwand	Höhe (Krone über Fundament)	m	62	
	Kubatur	m ³	263000	
Staubekkeninhalt	Total	Mill. m ³	91	
	Nutzbar	" "	67	
Bruttogefälle	Maximal	m	165	
	Minimal	"	140	
			I	II
Nettogefälle	Mittleres	m	159,00	156,80
Wasserverbrauch	Jahresmittel	m ³ /Sek.	7,44	9,65
	Mittel während einer Winterwoche	"	10,00	13,00
	Bei maximaler Winterbelastung (Spitzen)	"	25,00	32,00
Effekt	Jahresmittel	PS	11800	15600
	Maximum (Ausbaugrösse)	PS	31600	41600
Jahresarbeit	Total	Mill. kWh	69,0	91,2
Hilfskraft	Mittlerer Jahreseffekt	PS		600
	Maximaler Effekt	PS		14000
	Mittlere Jahresarbeit	Mill. kWh		3,6
	Maximale Jahresarbeit	" "		14,4
Sommerkraft	Mittlerer Effekt	PS	5600	
	Mittlere Saisonarbeit	Mill. kWh	17,2	
	Mittlere Dauer	Std.	4600	
	Minimale Dauer	"	2160	

I = ohne Hilfskraft (ungünstigstes Jahr),
II = mit Hilfskraft (mittleres Jahr).

Verhältnis des mittleren Wasserverbrauchs (ohne Hilfskraft) zu:

1. mittlerer Abflussmenge der Periode 1904—1917 57 %,
2. minimalem Jahresmittel der Periode 1904—1917 79 %.

Vorstehende Zahlen geben einen klaren Nachweis für die Bedeutung und den Umfang des hier zu schaffenden Werkes. Die Jahresleistung von 69 000 000 kWh bezieht sich auf die absolut konstante Leistung ohne jede Hilfskraft und ohne alle Verwendung von sogenannter Abfallkraft. Die Steigerung der Leistung bei vollem Ausbau auf Grund der mittleren Jahreswassermenge bis auf 91 000 000 kWh, wofür im Mittel der betrachteten Jahre nur 3 600 000 kWh und selbst im allungünstigsten Jahr nur 15 000 000 kWh Hilfskraft erforderlich sind, erscheint mit Rücksicht auf den erst nach und nach zunehmenden Konsum ausserordentlich vorteilhaft.

Zu bemerken ist noch, dass die Ausführung des Stausees in der Lank (ca. 9 Mill. m³) im Oberlauf der Sitter auch auf unser Projekt einen günstigen Einfluss ausüben und eine Vermehrung der verfügbaren Jahreswassermenge um 600 Sek./Liter bringen würde. Selbstverständlich müssten das bestehende Kubelwerk und das neue Sitterwerk möglichst Hand in Hand arbeiten, und ersteres wäre in der Lage, eine vergrösserte Leistung mit Hilfe des neuen Stausees in wirklich rationeller Weise ohne jeden unnötigen Wasserverlust auszunützen.

Ausdrücklich wiederholen möchten wir hier die bereits bei der Besprechung der Leistungsberechnungen (Seite 15) erwähnte Tatsache, dass die aufgestellten Belastungskurven und die daraus abgeleiteten jährlichen und täglichen Leistungen sich auf die Wochenbelastungen beziehen. Die mittleren Werktagsbelastungen betragen aber das 1,2fache der mittleren Wochenbelastungen, was besonders dann zu berücksichtigen ist, wenn es sich um Kraftanlagen ohne Stausee handelt, in unserem Falle aber für die Schlussresultate bedeutungslos ist.

Bau- und Betriebskosten.

Wie für alle andern Projekte, wurden auch für dasjenige der Ableitung der Sitter in den Bodensee approximative Bau- und Betriebsrechnungen aufgestellt. Die Baukosten belaufen sich auf total 42 000 000 Fr., wovon auf die Staumauer allein ca. 12 500 000 Fr. fallen; die Betriebskosten auf 2 800 000 Fr. = 6,8 % der Anlagekosten. Die Gestehungskosten per kWh (ab Sammelschienen) betragen, auf die Leistung des ungünstigsten Jahres berechnet (69 000 000 kWh), 4,1 Cts.

Nach voller Ausnützung mit 91 000 000 kWh ergeben sich jährliche Mehrkosten für grössere Kapitalverzinsung und Abschreibung, Erhöhung der Betriebskosten und für den Bezug von Fremdstrom von ca. 1 000 000 Fr., sodass die gesamten Betriebskosten dann ca. 3 800 000 Fr. und die Kosten per kWh wieder ca. 4,1 Cts. betragen werden.

Man kann somit beim ersten wie beim zweiten Ausbau mit ca. 4,1 Cts. Eigenkosten per kWh rechnen; sie sind also mässig und durchaus zulässig und lassen die Ausführung des Projektes als wirtschaftlich erscheinen.

Solange der Absatz für die Leistungen eines mittleren Jahres nicht vorhanden ist, könnte während einiger Sommermonate, ohne die Ausbaugrösse der Zentrale zu ändern, unkonstante oder sogenannte Abfallkraft abgegeben werden. Der mittlere Effekt dieser Sommerkraft kann zu etwa 5600 PS, die mittlere Zeitdauer zu 192 Tagen (in ungünstigen Jahren allerdings nur 90 Tagen, im besten Jahr 240 Tagen) angenommen werden, woraus eine mittlere Jahresleistung von 17 000 000 kWh resultiert, die eine jährliche Einnahme bzw. Reduktion der Betriebskosten von etwa 200 000 Fr. bringen könnte. Die Eigenkosten für die Jahresleistung der konstanten Kraft würden sich dadurch auf etwa 3,8 Cts. reduzieren.

Dieses Werk, wofür eine Bauzeit von 7—8 Jahren in Aussicht zu nehmen ist, stellt sich somit finanziell am günstigsten von allen bisher betrachteten Werken an der Thur und Sitter und übertrifft die heutige Stromabgabe der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke um das Doppelte im ersten und um das Dreifache im zweiten Ausbau.

2. Ableitung nach Bischofszell.

Um auch noch einen Vergleich mit einem Projekt zu erhalten, das keine Ableitung der Sitter in ein anderes Flussgebiet bedingt, haben wir noch die Ableitung in die Thur bei Bischofszell näher studiert und ebenfalls in den Plänen und Beilagen aufgeführt.

Ein Stollen von 6100 m Länge führt das Triebwasser aus dem gleichen Stauweiher bei Thürlewang, wie er für das Bodenseeprojekt vorgeschlagen worden ist, nach dem Wasserschloss am Nordwestabhang des Bischofzellerberges, von wo aus es durch die Druckleitungen nach der Zentrale direkt an der Thur ca. 200 m oberhalb der Strassenbrücke bei Muggensturm führt. Der sehr lange Stollen wird durch ein Fenster und einen Förderschacht in drei Abteilungen von je ca. 2000 m Länge geteilt und unterfährt die bekannten Weiher zwischen Hauptwil und Wilen in ca. 20 m Tiefe unter der Weihersohle.

Am Stollenende ist ein entsprechend dimensioniertes, unterirdisch angelegtes Wasserschloss mit einer untern und einer obern Ausgleichkammer vorgesehen. Die maximale Absenkung des Stausees ist mit Rücksicht auf das kleinere Gefälle, das sich hier ergibt, nur bis auf 20 m vorzusehen, da sich bei noch grösserer Absenkung infolge des Gefällsverlustes trotz der vermehrten Wassermenge keine grössere Leistung mehr ergeben könnte.

Drei offen verlegte Druckleitungen von je 600 m Länge und 1900 mm Lichtweite führen zu den Turbinen in der Zentrale an der Thur.

Als grosser Nachteil dieses Projektes muss der allzu lange Stollen bezeichnet werden, auch müssen beim Vortrieb unter dem Hauptwiler Weiher nach der Ansicht des Geologen grosse Schwierigkeiten erwartet werden. Das Gefälle dieses Werkes beträgt nur 100 m gegenüber 165 m des Bodenseeprojektes und seine Leistungen sind infolgedessen auch viel geringer.

Die in analoger Weise wie für die anderen Projekte berechneten Leistungen, Bau- und Betriebskosten sind folgende:

		I	II
Mittlere Jahreswassermenge . . .	m ³ /Sek.	6,30	8,50
Mittlerer Jahreseffekt	PS	6100	7950
Maximaler Effekt	PS	16200	21200
Jahresarbeit	Mill. kWh	35,7	46,5
Baukosten	Mill. Fr.	34,2	
Betriebskosten	" "	2,16	
Kosten per kWh der Jahresarbeit . .	Cts.	6,1	

Dieses Werk leistet somit nur die Hälfte desjenigen mit Zentrale am Bodensee, die Gestehungskosten des Stromes sind 1½ mal so hoch, und die Baukosten erreichen mit 34,2 Millionen Franken volle 80 % derjenigen des Bodenseewerkes. Der Grund dieses Missverhältnisses ist darin zu suchen, dass sich die hohen Kosten des Stausees und des langen Stollens bei dem geringen Gefälle allzu stark bemerkbar machen.

Die ebenfalls studierte Einbeziehung der bestehenden Weiher bei Wilen-Hauptwil, die auf die gleiche Stauhöhe wie der Sittersee (565) aufgestaut werden könnten und mittelst eines Schachtes mit dem Stollen in Verbindung zu bringen wäre, musste fallen gelassen werden.

Zwar wäre es für die Spitzendeckung ausserordentlich wünschenswert, in der Nähe des Wasserschlosses ein grosses Ausgleichbecken zu besitzen, das es ermöglichen würde, den langen Zuleitungstollen in kleineren Dimensionen, die nur der durchschnittlichen Tagesbelastung entsprechen würden, auszuführen, während der Hauptwiler Weiher die Spitzendeckung übernehmen könnte. Als eigentliches Staubecken kommt er aber angesichts des grossen Stauinhaltes des Sitterbeckens nicht mehr in Betracht, und die Dichtigkeit des Beckens, dessen Seitenabschluss grösstenteils aus Moräne und Kies besteht, scheint uns und auch dem Geologen nicht ausser allem Zweifel zu stehen. Auch dürfte die Stollenführung unter dieser Talsohle, nach dem geologischen Gutachten zu beurteilen, unter Umständen auf grosse Schwierigkeiten stossen.

Da wir indessen dem Sitter-Bodenseeprojekt wegen der rationellen Gefällsausnützung unbedingt den Vorzug geben mussten, glaubten wir, diese Frage nicht näher studieren zu müssen.

Wenn allerdings aus irgend einem Grund das Bodenseeprojekt aussichtslos wäre, müsste die Ableitung nach Bischofszell noch ganz gründlich untersucht und vor allem gründliche Terrainsondierungen vorgenommen werden. Würden dieselben befriedigende Resultate ergeben, so könnte eventuell auf diese Lösung zurückgegriffen werden.

Muss auf die Ableitung nach dem Bodensee und damit auf eine vollkommene Ausnützung des Sittergefälles verzichtet werden, so wäre schliesslich noch zu überlegen, ob man noch mehr Gefälle opfern und die Zentrale bei der alten Papiermühle Degenau erstellen sollte. Hier ergäbe sich allerdings nur ein Brutto-Gefälle von 65 m im Maximum und 50 m im Minimum, und der Stausee würde wegen der kleinern Absenkungsmöglichkeit nur noch etwa 45 000 000 m³ nutzbaren Stauraum ergeben. Dafür würde der Stollen und die Druckleitung ausserordentlich kurz (Stollen 1,4 km, Druckleitung 250-300 m), die totale Leistung aber ebenfalls höchstens einen Drittel derjenigen des Bodenseewerkes ergeben. Die Baukosten der grossen Staumauer ständen dann in keinem rechten Verhältnis mehr zu der erzielbaren Arbeit, die 20 000 000 kWh kaum überschreiten würde.

Wir kommen somit zum Schluss, dass die Ausnützung der Sitter am rationellsten durch Ableitung nach dem Bodensee mit Zentrale in der Nähe der Kantonsgrenze Steinach-Arbon (Hahnberg) durchgeführt würde.

Trotz der sehr hohen Baukosten, die für den ersten Ausbau mit einer Jahresarbeit von 60 000 000 kWh 40 000 000 Fr. erfordern, bleiben die Eigenkosten des Stromes ab Sammelschienen mit ca. 4 Cts. per kWh wesentlich unter denjenigen des Thurwerkes.

Im übrigen gilt das auf Seite 43 unter Ziffer 3 und 4 bezüglich der Ausführung dieses Werkes durch die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke und bezüglich der künftigen Preisgestaltung des Stromes Gesagte noch in vermehrtem Umfang für das Sitterprojekt.

D. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.

1. Die von Herrn Ingenieur Müller vorgeschlagenen Projekte gewährleisten keine genügende Ausnützung der Thur und der Sitter, und die erzielbaren Leistungen sind zu gering. Während die Gefällsausnützung zwar eine annähernd vollständige ist, gilt dies bezüglich der Ausnützung der Wassermenge nicht. Die vorgesehenen Staubecken sind viel zu klein, um auch in wasserarmen Jahren eine genügende Erhöhung des zufließenden Wasserquantums zu garantieren. Die vom Projektverfasser als ausnützbar zu Grunde gelegten Wassermengen sind viel zu hoch angesetzt und sind mit seinen Staubecken nicht einmal in wasserreichen Jahren erhältlich.

Die vielen Einzelzentralen mit in der Mehrzahl kleinen und stark schwankenden Gefällen sind unrationell und erhöhen die Betriebskosten.

Die Baukosten der verschiedenen Stauseen, soweit deren Ausführbarkeit heute überhaupt als gesichert zu betrachten ist, steigen bis auf 90 Cts. per m³ nutzbaren Stauraum, und die Eigenkosten der konstanten, auch in wasserarmen Jahren erzeugbaren und verkäuflichen Energie sind so hoch, dass selbst bei voller Verwendung der während der Sommermonate verfügbaren Abfallkraft kein befriedigender Mittelpreis erzielt werden kann.

Da diese Projekte keine wirtschaftlich befriedigende Lösung darstellen und einer wirklich rationellen Ausnützung der beiden Flüsse hindernd im Wege stehen würden, so kann die Ausführung derselben aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen werden.

Einzig die Idee einer Stauung der Thur zwischen Niederbüren und Bischofszell mit einer Gefällsausnützung bis zur Thur und einer Zentrale unterhalb Bischofszell könnte nach erfolgter rationeller Ausnützung der obern Strecke eventuell später noch in Frage kommen, sofern die durchzuführenden Erhebungen und Sondierungen über den Verlauf des Felsens auf dem rechten Ufer die Ausführbarkeit und Wirtschaftlichkeit einer solchen Talsperre, an der heute noch sehr gezweifelt werden muss, überhaupt nachzuweisen vermögen.

2. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass es möglich ist, beide Flüsse in durchaus grosszügiger und rationeller Weise in je einer einzigen Zentrale auszunützen, und zwar:

- a) **Thur.** Aufstauung der Thur bei Mühlau auf Cote 585, Stauende bei Dietfurt, nutzbarer Beckeninhalt 35 000 000 m³, Bruttogefälle bei gefülltem Becken 86 m, Zentrale bei Henau. Jahresarbeit dieses Werkes im ungünstigsten Jahr 32 000 000 kWh, in einem mittleren Jahr (mit Hilfskraft) 63 000 000 kWh, bei einer Ausbaugrösse von 15 000 bez. 29 000 PS. Baukosten 26 000 000 Fr. Eigenkosten der konstanten Arbeit 6 Cts. per kWh. Kosten des Stausees per m³ Nutzraum 31 Cts.
- b) **Sitter.** Aufstauung der Sitter bei Thürlwang-Eggen auf Cote 565, Stauende bei Spiesegg bei Bruggen, nutzbarer Beckeninhalt 67 000 000 m³, Bruttogefälle 165 m, Zentrale bei Hahnberg. Jahresarbeit im ungünstigsten Jahre 69 000 000 kWh, im mittleren Jahre (mit Hilfskraft) 91 000 000 kWh, bei einer Ausbaugrösse von 32 000 bezw. 42 000 PS. Baukosten 42 000 000 Fr. Kosten der konstanten Arbeit im ungünstigsten Jahr 4,1 Cts. Kosten des Stausees per m³ Nutzraum 25 Cts.

Bei beiden Werken können neben der konstanten Leistung noch bedeutende unkonstante Sommerkräfte abgegeben werden, nämlich 22 000 000 kWh vom Thurwerk und 17 000 000 kWh vom Sitterwerk, solange nämlich, als nur auf das ungünstigste Jahr abgestellt wird.

3. Beide Werke können nicht als besonders billige Anlagen bezeichnet werden; die grossen Kosten für die Staumauern und die langen Stollen und Druckleitungen machen sich in hohem Masse bei den Resultaten der Kosten- und Betriebsrechnungen fühlbar, ganz besonders beim Thurwerk.

Da man jedoch zukünftig für alle neuen Werke mit wesentlich höheren Gestehungskosten des Stromes als bisher zu rechnen haben wird, dürfte die Ausnützung von Thur und Sitter mit der Zeit doch zu voller Wirtschaftlichkeit kommen.

4. Angesichts der Lage der beiden Werke ist es unzweifelhaft, dass die Ausführung und der Betrieb derselben sich besonders für die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke eignet, in deren Verteilungsnetz beide Werke liegen, wobei am leichtesten eine Kombination mit andern schweizerischen Werken und besonders mit einer Hochdruckakkumulieranlage durchgeführt werden könnte. Mittelst einer solchen Kombination wäre es dann möglich, die Leistungsfähigkeit der oben skizzierten Werke aufs äusserste zu steigern und dieselben restlos auszunützen.

5. Der Ausführung dieser Werke, die für das Thurwerk zirka 4—5 Jahre, für das Sitterwerk 7—8 Jahre erfordern wird, vorgängig, wird man bei der äussersten Wichtigkeit der zu erstellenden Bauten und der Verantwortlichkeit und des grossen Risikos, das sich für den Bauherrn ergibt, eingehende Studien über alle massgebenden Verhältnisse vornehmen müssen, wofür wohl mehrere Jahre vorübergehen werden. Auch wird an die Ausführung erst dann geschritten werden können, wenn Aussicht vorhanden ist, bereits nach Betriebseröffnung einen wesentlichen Teil der erzeugbaren Leistung abzusetzen, da sonst die Stromkosten viel zu hohe würden. All dies lässt mit Sicherheit annehmen, dass ein halbes Menschenalter vergehen könnte, bis beide Werke ausgebaut sein werden.

6. Projekte und Konzessionsbegehren, die eine spätere Ausführung der umfassenden Ausnützung von Thur und Sitter im Rahmen der von uns empfohlenen Projekte verhindern oder unnötig verteuern würden, sind abzuweisen, sofern die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke nicht zum vorhinein auf deren Ausführung verzichten, was angesichts des zweifellos in den nächsten Jahren ganz ausserordentlich steigenden konstanten und periodischen Strombedarfs für alle Zwecke kaum anzunehmen ist.

Angesichts der grossen Leistungsfähigkeit beider Werke könnte auch eine Stromabgabe für den streckenweisen elektrischen Betrieb der ostschweizerischen Bahnen in Frage kommen, was dann allerdings eine gewisse Aenderung in der Disposition der Projekte bedingen würde.

Zürich, Juni 1918.

Die Experten:

L. Kürsteiner.

G. Narutowicz.