

# Forggensee

---



Topographische Karte: L 8330 Peiting/L 8530 Füssen  
Gewässersystem: Lech/Donau  
Stauziel: 781 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 16,00 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 150 x 106 m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 35,3 m  
Mittlere Tiefe: 9,3 m  
Ausbaugrad: 7  
Umgebungsfaktor: 100  
Länge des überstauten Tals: 11 km  
Absperrbauwerk: Kiesschüttdamm mit Lehmkerndichtung  
Kronenlänge: 320 m  
Uferentwicklung: ca. 1,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Betriebsablass  
Nutzung der Talsperre: Energieerz., Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung  
Einzugsgebiet: 1594 km<sup>2</sup>  
Einwohner: auf deutschem Gebiet ca. 20 000  
Nutzung der Landfläche: siehe Beschreibung  
Eigentümer: Freistaat Bayern Betreiber: Bayerische Wasserkraftwerke AG, München  
Jahr der Inbetriebnahme: 1954

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Im Füssener Becken wird das Wasser des Lechs zu Bayerns größtem künstlichen See, dem Förggensee aufgestaut. In der Zeit nach dem Abschmelzen der diluvialen Gletscher dehnte sich hier ein noch größerer Zungenbeckensee, der ehemalige „Füssener See“ aus, als dessen Reste Bannwaldsee, Hopfensee, Weißensee, Schwansee, Illasbergsee und einige Weiher überlebten. Das vom gefällestarken Lech durchströmte zentrale Becken wurde durch dessen Tiefenerosion entleert. Seit 1954 ist dieses durch eine 41 m hohe Talsperre bei Roßhaupten wieder zum stehenden Gewässer abgeriegelt und nach dem überstauten Weiler Förggen benannt.

Der in den letzten Jahrzehnten weiter durchgeführte Lechausbau, in dem der Förggensee als Kopfspeicher dient, hat jedoch nicht nur energiewirtschaftliche Bedeutung. Die Maßnahmen tragen auch wesentlich zur

Verbesserung des Hochwasserschutzes und der Niedrigwasseraufhöhung sowie der Verhinderung einer weiteren Eintiefung des Lechs in sein Flussbett bei.

Darüber hinaus wurden neue ökologische Bereiche (z. B. Flachwasserzonen) sowie Möglichkeiten für Naherholung und Fremdenverkehr geschaffen.

(Bayerische Wasserkraftwerke AG, München 1988)

## **Einzugsgebiet**

Der Südteil des weiträumigen Füssener Beckens wird überwiegend aus Schotter-flächen und Schotterterrassen gebildet, denen Schuttkegel der Gebirgsbäche überlagert sind. Daran schließt sich bis zum Nordrand eine sanfte Grundmoränen-hügellandschaft an. Im Südosten steigen bewaldete Flyschberge wie z. B. der Trauchberg mit 1.638 m Höhe auf, die dann von den Kalkalpen abgelöst werden. Im Süden begrenzt die Gebirgskette vom Tegelberg zum Falkenstein das Becken. Noch weiter im Süden folgen dann die Tannheimer und Lechtaler Alpen.

Den Kalkalpen ist die Flyschzone in einigen Kilometern Breite und meist ein schmales Helveticum (Kreide und Eozän) vorgebaut. In einigen trichterförmigen Alpenrand-buchten, aus denen die eiszeitlichen Gletscher ins Vorland traten und große Stammbecken ausräumten, fehlen diese Zonen. Sie könnten durch Bruchtektonik versunken sein, wie dies auch vom Füssener Becken behauptet wird, weil die Flyschhügel bei Füssen und Hopfen Reste davon seien. Auch Kögel aus helvetischen Quarzit im Eschenloher Loisachbecken sind solche Überbleibsel. Der Lechvorland-gletscher konnte keine breite Talpforte ins Vorland benutzen, denn die enge Lechklamm südlich Füssens ist erst postglazial eingesägt worden. Der Gletscher mußte den Falkensteinzug in ganzer Breite überschreiten, ehe er das Stammbecken exarieren und an dessen Rändern die Moränen akkumulieren konnte. Vielleicht blieben deswegen die Kögel übrig. Beim Abschmelzen wurde der schätzungsweise 60 km<sup>2</sup> große Füssener See am Molasseriegel des Illasberges auf über 790 m Meereshöhe gestaut. Als der Lech seinen heutigen Lauf gefunden hatte, füllte er einerseits das Seebecken von Süden her mit seinen Inhaltsstoffen und entleerte andererseits den See durch sein fortwährendes Einschneiden im V -Tal der Illasbergenge. Dadurch zerfiel der Füssener See in seine Relikte Bannwald-, Hopfen-, Weißen- und Schwansee, deren Spiegel jetzt Höhenlagen zwischen 782 m und 787 m ü. NN einnehmen. Die zentrale Stammbeckenfurche wurde zum Umlagerungsbecken des Lechs, in dem Erosion wie Akkumulation nie zur Ruhe kamen.

## **Wasserbeschaffenheit**

Durch den geologischen Aufbau des Einzugsgebiets bedingt, gehört der Forggensee zu dem Typus des kalkreichen voralpinen Sees. Die Leitfähigkeit bewegt sich zwischen 230 und 280 µS/cm, der pH-Wert zwischen 8,8 (Sommermonate) und 7,1 (Spätherbst). O<sub>2</sub>-Messungen von Frühjahr bis Herbst 1986 zeigten von der Wasseroberfläche bis 30 m Wassertiefe Werte zwischen 8,8 und 7,4 mg/l. Erhöhte Phosphorgehalte zeigten sich nur im Frühsommer nach dem Einstau mit ca. 60 µg/l Gesamt-P. Die Konzentrationen im Sommer und Herbst bewegen sich zwischen 10 und 20 µg/l. Die Sichttiefen schwanken während des Jahres recht stark: Nach dem Einstau im Frühjahr liegen sie, bedingt durch mineralische Schwebstoffe, bei nur ca. 80 cm, während sie in Sommer und Herbst 2 bis 6 m erreichen. Durch Schwebstoffe führende Hochwässer des Lechs hervorgerufene Mitfällungen und Sedimentationen von Algen und anderem Plankton können ausgeprägte, wenn auch nur kurzzeitige abiotische Klarwasserstadien im See auftreten.

Der Ammoniumstickstoff schwankt zwischen 20 und 90 µg/l NH<sub>4</sub>-N. Nach den chemischen Daten und dem Phytoplanktonbild ist der Forggensee als mesotroph bis schwach eutroph einzustufen.

## **Flora und Fauna**

Vom Frühsommer bis in den Herbst dominieren die Kieselalgen *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*. Zeitweise wird diese Kieselalgendominanz durch *Synedra acus* noch verstärkt. In den Sommermonaten erweitert sich das Algenspektrum durch die coccalen Grünalgen *Scenedesmus ssp.*, *Pediastrum duplex* und *P. boryanum*, die Volvocalen *Pandorina morum* und *Phacotus lendneri*, die Jochalge *Sphaerastrum paradoxum* und die Cryptomonaden *Rhodomonas lacustris* und *Cryptomonas ovata*.

Weitere, in nicht hohen Abundanzen vorkommende Arten sind: *Dinobryon divergens*, *Mallomonas spec.*, *Tribonema minus*, *Cyclofella radiosa*, *C. comensis*, *Stephanodiscus ssp.*, *Dicfyosphaerium pulchellum*, *Tetraedron minimum*, *Ankistrodesmus angustus*, *Chlorella vulgaris*, *Oscillatoria agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Ceratium hirundinella* und *Peridinopsis penardii*.

Eine für den Forggensee charakteristische, ansonsten recht seltene Planktonalge ist die Feueralge *Peridinopsis penardii*, die alljährlich nach dem Aufstau des Sees und je nach Wetterlage eine intensive Algenblüte bilden kann und den See rötlich erscheinen lässt. Ursache hierfür ist die Fähigkeit aller Feueralgen, Zysten zu bilden. Diese befinden sich während des Winterhalbjahres, nach Ablassen und Trockenfallen des Sees, im Sediment. Im Frühjahr, wenn Schmelzwässer der Alpen den See auffüllen und die Lebensbedingungen von *Peridinopsis penardii* wieder optimieren, kehrt sie aus der Ruhephase wieder in das Freiwasser zurück.

Ein Dauerbewuchs von Makrophyten ist durch die starken Wasserspiegelschwankungen und das fast vollständige Trockenfallen des Sees während der Wintermonate nicht möglich. Lediglich im Südteil kommen flache, kiesige Ufer vor, die mit dürrtigem Schilf und Weiden bewachsen sind. Der Illasbergsee schrumpft bei der Absenkung im Winterhalbjahr zum weiherartigen Gewässer, umsäumt von Röhrich, Seggen und Rohrglanzgras.

Im Zooplankton dominieren die Rädertiere *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *K. ticinensis*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra cf. dolichopiera* und *Asplanchna priodonta*. In den Sommermonaten sind weiterhin die Blattfußkrebse *Daphnia cucullata* und *D. longispina* und der Ruderfußkrebs *Diaptomus ssp.* auffällige Zooplankter. Im Spätherbst wurde auch häufig der Blattfußkrebs *Bosmina longirostris* beobachtet.

Die Fischereibewirtschaftung des Forggensees wird durch den Kreisfischereiverein Füssen durchgeführt. Der jährliche Besatz zeichnet den Forggensee als ein interessantes Fischereigewässer aus. Es werden eingesetzt: Hecht (*Esox lucius*), Zander (*Stizostedion lucioperca*), Regenbogenforelle (*Saimo gairdnen*), Seeforelle (*Salmo trutta f. lacustris*) und Karpfen (*Cyprinus carpio*).

Weitere vorkommende Fischarten sind Schleie (*Tinca tinca*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Brachse (*Abramis brama*) und der Flußbarsch (*Perca fluviatilis*). Wenn im Winterhalbjahr der See abgelassen wird und große Gebiete trockenfallen, geht die Wasseroberfläche von 15,2 km<sup>2</sup> auf einen Restsee von 3,2 km<sup>2</sup> zurück und bietet somit dem Fischbestand eine Überwinterungsmöglichkeit.

Ferner ist der Forggensee Rastplatz vieler Zugvögel, teilweise auch Brutplatz für Wasservögel.

### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Der südlichste Teil des Sees, die Füssener Bucht, verlandete im Lauf der Jahre, bedingt durch die starke Geschiebeführung des Lechs, sehr stark. Man entschloss sich deshalb für eine Tieferlegung des Seebodens in diesem Bereich durch Kies-entnahmen. Dabei werden günstigere Strömungsverhältnisse erzielt, die wiederum zu einer Verbesserung der Wasserqualität beitragen. Gleichzeitig wird der Hochwasser-schutzraum vergrößert.

Auszug aus dem Buch

Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland 1987

# Roßhaupten

---

## 1. Orts- und Bestimmungsangaben

- 1.1. Gestautes Gewässer: Lech
- 1.2. Nächstgelegene Stadt: Füssen, Ostallgäu, Bayern
- 1.3. Zweck: Energieerz., Niedrigwasseraufhöhung, Hochwasserschutz, Naherholung
- 1.4. Sperrtyp / Dichtung: Kiesschüttdamm / Lehmkerndichtung
- 1.5. Bauzeit: 1950 - 1954
- 1.6. Jahr der Inbetriebnahme: 1954

## 2. Technische Daten

### 2.1 Hydrologie

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Einzugsgebiet      | 1.582 km <sup>2</sup> |
| Jahresabflusssumme | 2.180 hm <sup>3</sup> |

### 2.2 Staubecken

|  |   |                        |
|--|---|------------------------|
|  | Höchstes Stauziel   | 782,00 mNN             |
|  | Stauziel  | 781,00 mNN             |
|  | Absenkziel  | 765,00 mNN             |
|  | Tiefstes Absenkziel                                       | 750,00 mNN             |
|  | Gesamtstauraum  | 168,00 hm <sup>3</sup> |
|  | Stauraum  | 166,00 hm <sup>3</sup> |
|  | Nutzraum  |                        |
|  | Außergewöhnlicher HW-Rückhalteraum                        | 0 hm <sup>3</sup>      |
|  | Gewöhnlicher HW-Rückhalteraum                             | 16,00 hm <sup>3</sup>  |
|  | Betriebsraum  | 134,00 hm <sup>3</sup> |
|  | Reserveraum   | 16,50 hm <sup>3</sup>  |
|  | Totraum   | 0,50 hm <sup>3</sup>   |
|  | Speicheroberfläche (Stauoberfläche bei höchstem Stauziel) | 16,00 km <sup>2</sup>  |
|  | Ausbaugrad (Stauraum/Jahresabflusssumme)                  | 0,07                   |

### 2.3 Nutzungen

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Ausbauleistung                  | 45,5 MW   |
| Mittleres Jahresarbeitsvermögen | 152,6 GWh |

### 2.4 Absperrbauwerk

|                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| Höhe über Gründungssohle       | 41,00 m                |
| Höhe über Talsohle             | 37,00 m                |
| Kronenlänge                    | 320,00 m               |
| Kronenbreite                   | 10,00 m                |
| Bauwerksvolumen                | 650.000 m <sup>3</sup> |
| Bauwerksvolumen/Gesamtstauraum | 1:254                  |
| Freibord                       | 3,00 m                 |
| Dammböschung                   |                        |
| wasserseitig                   | 1: 1,76                |
| luftseitig                     | 1:1,50 / 1:1,76        |

## 3. Hochwasserentlastungsanlage

Die Hochwasserentlastungsanlage, die für einen Abfluss von  $750 \text{ m}^3/\text{s}$  bei höchstem Stauziel angelegt ist, besteht aus einer Überfallklappe von 21 m Länge und 3,2 m Höhe sowie aus 14 Hebern mit je 4 m Breite und 1,15 m lichter Höhe. Ein daran anschließender Stollen von 8,5 m Durchmesser führt das Hochwasser dem Tosbecken zu.

Zur Abfuhr von Hochwasser können ferner der Grundablass, der Südstollen und das Kraftwerk herangezogen werden. Damit ergibt sich bei höchstem Stauziel ein Gesamtabfluss von  $1094 \text{ m}^3/\text{s}$ . Demgegenüber betrug der Spitzenabfluss des größten bisher beobachteten Hochwassers ca.  $915 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### **4. Entnahmeanlagen**

Die ca. 67 m lange Grundablass-Stahlrohrleitung (DN 2800) zweigt vom Triebwasserstollen ab und endet im Tosbecken der Hochwasserentlastungsanlage. Der maximale Abfluss beträgt  $135 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Der Sekundärstollen am Südhang der Sperrenstelle (Südstollen) hat einen Durchmesser von 2,2 m und bei Höchststau eine Abflussleistung von  $59 \text{ m}^3/\text{s}$ . An seinem Auslauf befindet sich ein separates Tosbecken. Der Südstollen kann ebenso wie der Grundablass für die Entleerung des Staubeckens und zur Hochwasserabführung herangezogen werden.

Der Betriebsauslass besteht aus dem Triebwasserstollen mit Einlaufbauwerk und Verteilrohrleitung. Das Einlaufbauwerk mit seinen drei Öffnungen von je 8,25 m Höhe und 3 m Breite befindet sich am nördlichen Hang, kurz oberhalb des Dammfußes. Die rechteckigen Einlauf-Querschnitte werden anschließend in den kreisförmigen Triebwasserstollen von 8,35 m Durchmesser übergeführt. Am Ende dieses 325 m langen Stollens ist eine sich auf 7,5 m verjüngende Stahlrohrleitung eingebaut, die sich über ein Hosenrohr in zwei Rohre von je 4,5 m Durchmesser gabelt und anschließend in die zwei Einlaufspiralen der Turbinen übergeht. Der Ausbaudurchfluss des Kraftwerkes beträgt  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### **5. Geologie im Staubecken und an der Sperrenstelle**

Der Untergrund im Staubecken wird im wesentlichen aus tertiären Molassegesteinen mit wasserdichten Ablagerungen gebildet. An der Sperrenstelle stehen Schichten aus Mergel und Sandsteinen vereinzelt mit Kohlenflözen - in wechselnder Folge an. Die bis in große Tiefe reichenden Molasseschichten sind mit einer meist nur wenige Meter dicken Kiesdecke überlagert. Sie fallen nahezu senkrecht ein und stehen parallel zur Fließrichtung des Lechs.

#### **6. Gründung und Untergrundverbesserung**

Der gesamte Dammkörper und die Betonbauwerke sind durchweg auf Fels gegründet. Insbesondere zur Vermeidung der Unterläufigkeit des Staudammes ist am oberwasserseitigen Ende der Lehmwanne eine bis zu 20 m in den Fels reichende Betonschürze von 5 m Dicke niedergebracht worden. Vom unteren Kontrollgang der Betonschürze ist der darunter liegende Felsbereich durch Injektionen bis auf Tiefen von 20 m abgedichtet worden.

#### **7. Baustoffe der Absperrbauwerke**

Die Dammbaustoffe konnten zu einem großen Teil im Staubecken gewonnen werden. Für den Dichtungskern und die nach Oberwasser teppichartig anschließende Dichtungswanne wurde ein Vorkommen von Geschiebelehm kurz unterhalb der Sperrenstelle auf einer baubetrieblich günstig gelegenen Terrasse erschlossen. Das dort gewonnene Material wies nach Verdichtung einen k-Wert von  $1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$  auf. In den Stützkörper kamen Moränenkiese, in den Filterschichten vor allem gesiebte Lechkiese zum Einbau. Bei denn für die Herstellung des Flächenfilters unter dem luftseitigen Stützkörper erforderlichen Felsmaterial handelt es sich um Sandstein, der oberhalb der Sperrenstelle gewonnen wurde. Dieses Steinmaterial diente auch als Baustoff für den wasserseitigen Böschungsschutz.

#### **8. Konstruktive Besonderheiten**

Beim Bau des Triebwasserstollens mit Ausbruch-Querschnitten bis zu 100 m<sup>2</sup> wurde bei schwierigen Gebirgsverhältnissen das Vorspannverfahren nach Berger - Kieser mit Erfolg angewendet. Das elastische Verhalten der Stollenauskleidung konnte durch Messungen nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist auch die Hosenrohr-Konstruktion zwischen Stollen und Krafthaus in auftriebssicher gegründeter Betonwanne.

## **9. Bauablauf**

Mit dem Bau der Talsperre konnte nach mehrjähriger Planungsphase Anfang 1951 begonnen werden. Nachdem die üblichen Erschließungsmaßnahmen - wie Straßenbauten und Errichtung eines Wohnlagers für maximal 1000 Arbeitskräfte - abgeschlossen waren, konzentrierten sich die Bauarbeiten zunächst auf die Herstellung des Umleitungsstollens, der später als Triebwasserstollen bis zum Krafthaus verlängert wurde. Etwa gleichzeitig ist die Sperrenschürze hergestellt worden, in der man zur Durchleitung des Lechflusses zunächst Lücken beließ. Mit der als Fangedamm wirkenden 10 m über der Felssohle herausragenden Stahlbetonschürze konnte im Frühjahr 1952 der Lech aufgestaut und durch den inzwischen hergestellten Stollen umgeleitet werden. Daran anschließend begann die Dammschüttung, die nach zwei Jahren zum Abschluss kam.

Gleichlaufend sind auch alle übrigen Bauwerke errichtet worden, so daß nach Beendigung von Restarbeiten die gesamte Stauanlage Ende 1954 in Betrieb genommen werden konnte.

## **10. Probestau**

Der Probestau beinhaltete verschiedene Betriebsphasen, d.h. ohne und mit Druckstoßversuchen im Triebwasserstollen, und wurde im Frühjahr bzw. Sommer 1954 durchgeführt.

## **11. Mess- und Kontrolleinrichtungen**

Die Wirksamkeit der Dichtungselemente des Dammes - der Lehmkern, die Lehmwanne und die Betonschürze - werden vor allem durch Porenwasserdruckmessungen überwacht. Zusätzlich sind im oberwasserseitigen Stützkörper, unmittelbar vor dem Dichtungskern, Piezometer eingebaut, mit deren Hilfe die dort vorhandenen Wasserdruckverhältnisse, die ebenfalls Aufschluss über das Verhalten der Dichtungselemente geben, gemessen werden können.

Die Unter- und Umläufigkeit des Staudammes wird in erster Linie mit Hilfe von Piezometermessungen in der Dammaufstandsfläche unmittelbar unterhalb des Dammkernes sowie im luftseitigen Dammbereich überwacht.

Erwähnenswert sind noch die an der Betonschürze eingebauten Erddruck- und Wasserdruckgeber sowie die im Triebwasserstollen vorhandenen Messeinrichtungen zur Feststellung der Betondehnung, des Felswiderstandes, des Wasseraußendruckes und der Temperatur. Diese Messgeräte sind inzwischen allerdings zum großen Teil ausgefallen.

## **13. Planung**

Hauptverwaltung und örtliche Bauleitung: Bayerische Wasserkraftwerke AG (BAWAG)

## **14. Ausführung**

Dambau:

Arbeitsgemeinschaft HOCHTIEF AG, Alfred Kunz GmbH & Co., Grün & Bilfinger AG, Wayss & Freytag AG

Sperrenschürze:

Arbeitsgemeinschaft Wayss & Freytag AG, Grün & Bilfinger AG

Stollenbau:

Arbeitsgemeinschaft Alfred Kunz GmbH & Co., Sänger & Lanninger GmbH, HOCHTIEF AG

Stahlwasserbau: MAN, Gg. Noell GmbH, Lavis

## **15. Maschinelle und elektrische Ausrüstung**

Im Krafthaus sind 2 Kaplan turbinen (VOITH) mit einer Nennleistung von je 24,5 MW bei 35,4 m Fallhoh e und 75 m<sup>3</sup>/s Durchfluss eingebaut.

Der 24schaufelige Leitapparat ist 1300 mm hoch; sein Teilkreisdurchmesser beträgt 4,23 m.

Das 7schaufelige Laufrad hat einen Durchmesser von 3,50 m.

Die von AEG gelieferten 30 MVA-Schirmgeneratoren sind für eine Maschinenspannung von 6,3 kV ausgelegt.

Die Nenndrehzahl jedes Maschinensatzes beträgt 200 min<sup>-1</sup>.

Jede Maschine ist über die 6,3 kV-Innenraumschaltanlage, je einen 31,5 MVA-Regeltransformator 117/6,3 kV und der 110 kV-Freiluftschaltanlage mit einer direkt zugeordneten 110 kV-Leitung verbunden.

Das Kraftwerk mit HWE ist im Regelfall unbesetzt und wird seit 1971 von der zentralen Schaltwarte in Landsberg über eine Fernwirkanlage gesteuert.