

SENKLOTE IN TALSPERREN

(unscheinbare Lebensretter)

INHALT

0. EINLEITUNG.....	144
1. WARUM EIN SENKLOT IN STAUDÄMMEN?.....	145
2. HÄNGELLOT oder PENDELLOT	146
3. SCHWIMMENDES LOT.....	148
4. HOOVER STAUMAUER.....	149
5. BEMERKUNG	150

0. EINLEITUNG

Lieber Sammlerfreund,

vor einiger Zeit hatte ich ja mal über das Senklot im Washington Monument geschrieben. (Siehe *WOLFS SENKLOT NEWS 2009-06 Washington Monument Senklot*).

Dort wurde es zur Kontrolle der Gebäudeneigung benutzt.

Jetzt hatte ich gefunden, dass auch in Staudämmen / Talsperren Senklote verwendet werden. Bei den Recherchen zu diesem Thema fand ich heraus: Das Lot dient dabei sogar „als Lebensretter“. Es kann frühzeitig vor einem Dammbbruch warnen, damit die Bewohner unterhalb des Dammes rechtzeitig evakuiert werden können oder andere Maßnahmen ergriffen werden können.

Die in Staudämmen verwendeten Lote arbeiten „im stillen Kämmerlein“ und sind für Sammler auch nicht soooooo interessant, was die Form und das Material betrifft.

Was aber interessant ist: Es gibt ein „schwimmendes“ Lot. Bisher hatte ich immer gedacht, dass ein Lot schwerer als Wasser ist und nicht unbedingt schwimmen kann. Wir kennen ja Fälle, in denen das Lot noch mit Quecksilber gefüllt wird zur Gewichtserhöhung. Die Erklärungen findest Du weiter unten.

Meine Suche nach Informationen habe ich sowohl im Internet, als auch bei deutschen Firmen und



August 2010. Als der Staudamm eines Kraftwerkes am Witka-See in Niedow in Polen brach, ergossen sich fünf Millionen Kubikmeter Wasser in die Neiße. Folge: Überschwemmungen in Sachsen

Behörden und bei amerikanischen Firmen durchgeführt. Danke für die Unterstützung. Weitere Informationen zu diesen Firmen findest Du in den Fußnoten.

Außer den hier beschriebenen Überwachungseinrichtungen gibt es natürlich noch diverse andere moderne Technik in solchen Bauwerken. Ich will hier aber nicht über die modernsten elektronischen Systeme schreiben, sondern nur die ALTEN INSTALLATIONEN zeigen, wo man das Senklot auch noch sieht. ☺

Wo es überall Talsperren gibt, findet man in der *Liste von Talsperren in Deutschland*:¹
*Bericht über den Staudammbruch am Niedów Stausee siehe Wikipedia*²

¹http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Talsperren_in_Deutschland

²<http://de.wikipedia.org/wiki/Nied%C3%B3w-Stausee>

1. WARUM EIN SENKLOT IN STAUDÄMMEN?

In Dämmen gibt es mehrere technische Installationen, die Auskunft über den Zustand des Bauwerkes geben sollen.

- Man kontrolliert die Bewegung der Mauerkrone in Bezug zum Kontrollgang durch ein Senklot (Hängelot).
- Man kontrolliert die Bewegung des Bauwerkes im Bereich des Kontrollganges in Bezug zum Fels unter der Gründungssohle durch ein „schwimmendes“ Lot und
- Man kontrolliert Bewegungen der Mauerkrone durch sog. Geometrisches Alignment.

Ich will hier auch keine weiteren technischen Erklärungen geben, da das Gesamtgebiet viel zu umfangreich ist. Ich beschränke mich auf unser Hobby, das Lot.

Überwachung von Talsperren³ (siehe Wikipedia, Auszug)

Hinter Talsperren verbirgt sich eine große Gefahr in Form der aufgestauten Wassermengen. Um die Sicherheit zu erhöhen und damit **Talsperren-Katastrophen** zu vermeiden, werden ständig Messungen und Kontrollen durchgeführt. Dadurch sollen Veränderungen frühzeitig erkannt werden um gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen vornehmen zu können. Die Überwachung findet in Deutschland in Abstimmung mit der staatlichen Aufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes statt.

- **Hochwasserentlastung:** Die Hochwasserentlastung dient dem kontrollierten Ableiten von Hochwässern für den Fall, dass der Speicher bereits voll ist und im Einzugsgebiet des Speichers sehr viel Regen fällt. Durch Öffnungen in der Staumauerkrone, über die eine Brücke führt, kann das Wasser im Hochwasserfall geordnet abfließen.
- **Grundablässe:** Durch die Grundablässe kann der Speicher bei Gefahr rasch geleert werden.
- **Überwachung durch Begehung:** Erfahrungsgemäß würden die meisten Veränderungen im Bereich von Talsperren und an den Talsperren selbst durch Beobachtung erkannt werden. Neben dem ständigen

Fernüberwachen ist es sehr wichtig, die Talsperren und das umliegende Gelände regelmäßig vor Ort zu besichtigen. Das erfolgt in kurzen Abständen bei periodischen Begehungen.

- **Messtechnische Überwachung**
Mit einem umfangreichen Messsystem wird erfasst, wie die Talsperre auf die Wasserdruckbelastung und andere äußere Einflüsse reagiert.
- **Wetterstationen:** Wetterstationen liefern Temperatur- und Niederschlagswerte. Sie werden gebraucht, um das Verhalten der Sperre beurteilen zu können. Die Wetterwerte werden aber auch benötigt, um den Speicherinhalt optimal zu nutzen.
- **Geodätische Messungen:** Mindestens einmal jährlich werden geodätische Messungen durchgeführt. Das sind absolute Lage- und Höhenmessungen.
- **Wassermessungen:** Das Messen der Sickerwässer ist bei Talsperren besonders wichtig. Vor allem der Untergrund von Sperren ist nie vollständig dicht. Sickerwässer im Untergrund gehören zum normalen Betrieb von Talsperren. Die Sickerwässer lassen Rückschlüsse auf Veränderungen im Sperrenkörper und im Sperrenuntergrund zu. Der Wasserdruck im Fundament von Sperren, der sogenannte Auftrieb, hat bei Beton-Gewichtsmauern besondere Bedeutung. Er wirkt aus dem Gebirgsfundament auf den Sperrenkörper. Durch ausreichendes Ableiten des Sickerwassers wird die Standsicherheit der Sperre gewährleistet. Der Druck auf die Sohle der Sperre wird ständig mit Piezometern oder Manometern gemessen.
- **Verformungsmessungen:** Das Messen der Verformungen beruht auf dem physikalischen Prinzip, dass sich jedes Bauwerk verformt, wenn es belastet wird. Staumauern werden durch Wasserdruck und Temperaturschwankungen belastet. Die dadurch auftretenden Verformungen bei Talsperren sind jedoch so gering, dass sie mit freiem Auge nicht zu erkennen sind. Mit Hilfe verschiedener Spezialinstrumente werden alle Bewegungen registriert.
- **Extensometermessung:** Bei der Extensometermessung wird die Längenänderung der Staumauer in verschiedene Richtungen der Staumauer registriert.

³ WIKIPEDIA <http://de.wikipedia.org/wiki/Talsperre>

- **Lotmessung:** Mit einem Lot im Innern der Staumauer wird gemessen, ob sich die Dammkrone horizontal verschiebt.
- **Inklinometermessung:** Das Inklinometer misst mögliche Veränderungen des Neigungswinkels einer Staumauer.

Bei deutschen Talsperren findet einmal im Jahr eine Talsperrenschaue statt. Die Aufsichtsbehörde besichtigt mit dem Betreiber den Staudamm mit den dazugehörigen Anlagen. Jährlich muss für jede Talsperre ein Sicherheitsbericht erstellt werden. Grundlage für den Bericht ist das vom DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) herausgegebene Merkblatt 231 „Leitfaden Sicherheitsbericht Talsperren“. In größeren Abständen (ca. alle 10 Jahre) müssen in Deutschland die Talsperren einer vertieften Überprüfung unterzogen werden.

Für jede Talsperre existiert ein „**Talsperrenbuch**“ mit folgenden Bestandteilen:

- Angaben und Entscheidungen aus der Planungs- und Bauzeit
- Zusammenstellung der Antrags und Genehmigungsunterlagen
- Beschreibung der Gesamtanlage
- Beschreibung der Einzelbauwerke
- Betrieb und Unterhaltung
- Zeichnerische Darstellung

Die Firma GÖTZL⁴ erklärt in ihrem Katalog die unterschiedlichen Arten folgendermaßen:

Messprinzip

Pendellot Typ GAGL

- Lotdrahtfestpunkt: **oben**
- Spannung des Lotdrahtes durch **Zug nach unten**

Schwimmlot Typ GARS

- Lotdrahtfestpunkt: **unten**
- Spannung des Lotdrahtes durch **Zug nach oben**

In beiden Fällen richtet sich der Lotdraht entlang der am Messort wirkenden Schwerkraft aus und zwar unabhängig von Umgebungseinflüssen (Temperatur-, Feuchtigkeits-, Luftdruckänderungen etc.).

Bei Talsperren wird allgemein angestrebt, die Pendellotmessungen mit den geodätischen Messungen zusammenzuschließen. Dazu wird die horizontale Verschiebung der Mauerkrone mit einem Gewichtslot erfasst, wobei die Verlängerung der Messlinie zur

Erreichung eines **unverrückbaren Bezugspunktes im Untergrund** mit einem Schwimmlot vorgenommen wird. Schwimmlot-Lotdrähte werden im standsicheren Untergrund in Edelstahlverrohrungen am zweckmäßigsten auswechselbar verankert.

Lotanlagen arbeiten außerordentlich genau, weil ihr Mechanismus praktisch keinen Reibungs- und Temperatureinflüssen unterliegt. Neigungsbewegungen eines Bauwerks können problemlos erfasst werden, indem - relativ zum frei hängenden Lotdraht - die horizontale Verschiebung des Bauwerks gemessen wird. Eine durchgehende Biegelinie kann ermittelt werden, wenn die Relativverschiebungen in mehreren Stockwerken gemessen werden. Normalerweise werden an einer Messstation die Bewegungen in zwei (Horizontal-) Richtungen gemessen, so dass sich bei mehreren Messstellen eine räumliche Biegelinie z.B. in Turmbauwerken ermitteln lässt.

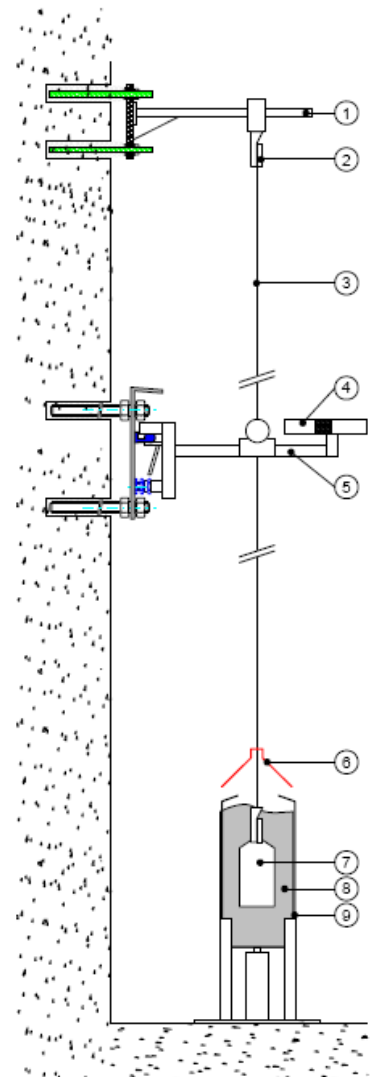
Entsprechende SKIZZEN dazu: in den beiden nächsten Abschnitten

2. HÄNGELOT oder PENDELLOT

Skizze der Firma GÖTZL

Schema einer Gewichtslot-Anlage

- 1 Verankerungskonsole
- 2 Lotdrahtklemme
- 3 Lotdraht
- 4 Lotdrahtmessgerät elektr./optisch
- 5 Konsole für Lotdrahtmesssystem
- 6 Tropfschirm
- 7 Gewicht
- 8 Dämpfungsflüssigkeit
- 9 Dämpfungsbehälter



⁴ GLÖTZL Gesellschaft für Baumeßtechnik mbH 76287 Rheinstetten www.gloetzl.com

Eine sehr gute Übersicht bietet auch die Präsentation der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, Leipzig (FH) mit dem Thema: ÜBERWACHUNGSMESSUNGEN AN TALSPERREN.⁵

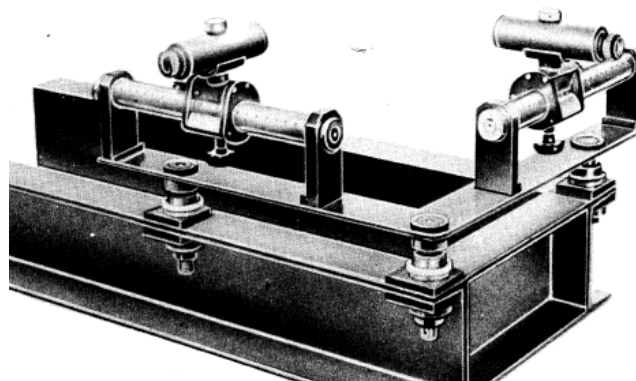
Es war nicht leicht Bilder von Installationen zu bekommen, aber es hat doch noch geklappt: Hier einige Bilder der Firma RICHTER⁶ bzw. der Freiburger Präzisionsmechanik FPM⁷ von Installationen in Talsperren in Sachsen:



Konsole Focke



Hängelot



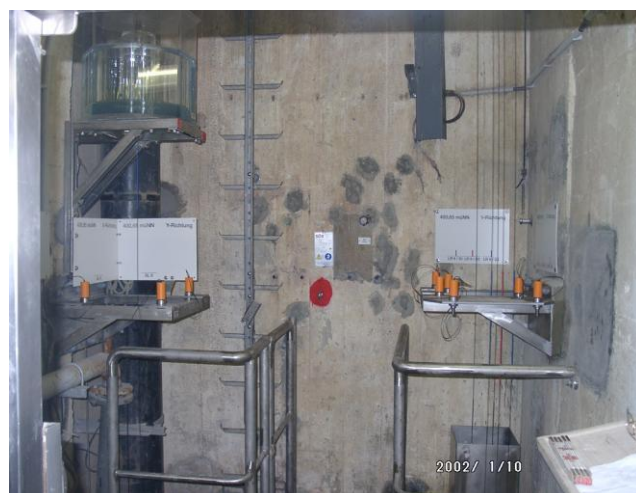
optisches Koordinimeter



Elektrisches Pendellot



Messkonsole



Gesamtansicht

⁵ FH Leipzig Vortrag:

<http://www.cces.de/fileadmin/dl/CCES0304.pdf>

⁶ Richter Deformationsmesstechnik GmbH 09623

Frauenstein www.talsperre.de

⁷ Freiburger Präzisionsmechanik www.fpm.de

3. SCHWIMMENDES LOT

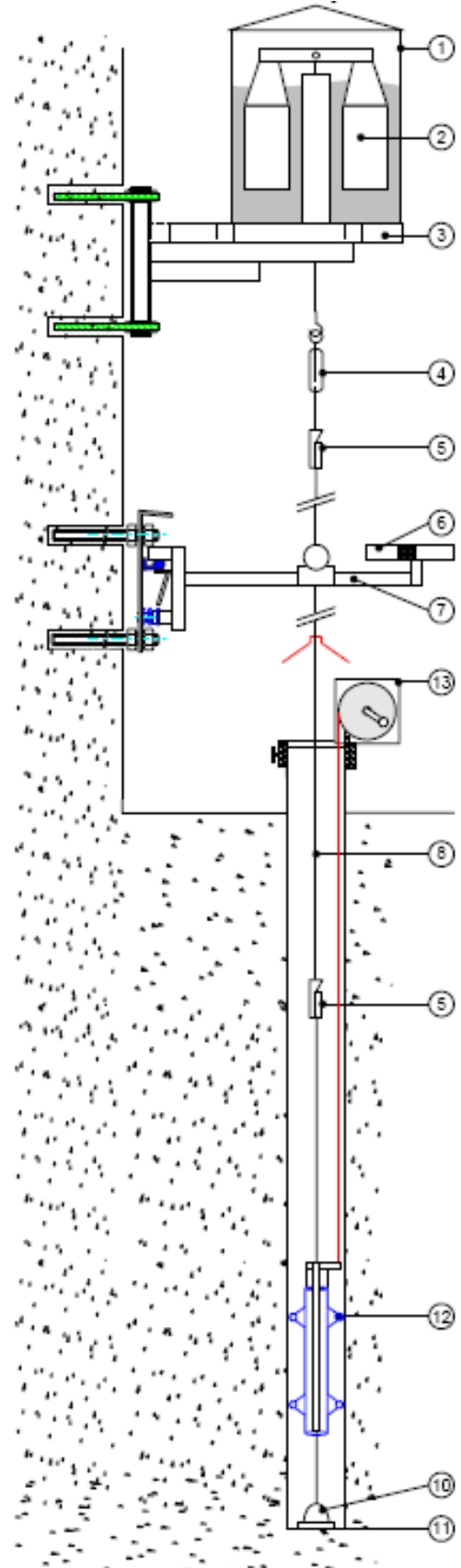
Diese Installation ist für Senklotsammler vielleicht der interessanteste Teil. Ich brauchte einige Zeit bis ich aussagekräftige Skizzen gefunden hatte, die das Prinzip erklärten. Zuerst konnte ich mir nicht vorstellen, wie der Draht von unten in einen Wasserbehälter geführt wird, ohne dass Wasser austritt, obwohl der Draht sich seitwärts frei bewegen können muss. Na ja, man wird halt älter ☺.



Jetzt ist es aber klar. Der Draht ist unten im Fels unter der Staumauer oder dem Damm im festen Untergrund befestigt. Er wird an den Meßpunkten vorbei nach oben geführt. Dort geht er von unten durch eine Öffnung eines Flüssigkeitsbehälters. (Leider konnte ich bisher noch kein gutes Foto eines offenen Behälters bekommen. Wird aber noch.... Wenn man sich eine flüssigkeitsgefüllte Gugelhupf-Form vorstellt –siehe Bild rechts-, kommt man weiter.) In dem Behälter befindet sich ein Schwimmer, der sich auf der Flüssigkeit horizontal frei bewegen kann. In der Mitte dieses Schwimmers ist der Draht befestigt. Er wird entsprechend gespannt, so dass der Schwimmer etwas eintaucht und der Draht unter Spannung steht.

Von der Firma GLÖTZL ist das folgende Schema einer **Schwimmlot-Anlage**:

- 1 Schwimmerbehälter
- 2 Schwimmer
- 3 Konsole für Schwimmerbehälter
- 4 Spannschloss mit Haken und Öse
- 5 Lotdrahtklemme/ Schraubhülse
- 6 Lotdrahtmessgerät elektrisch/optisch
7. Konsole für Lotmesssystem
- 8 Lotdraht
- 9 Tropfschirm
- 10 Lotdrahtanker
- 11 Dichter Abschluss
- 12 Lotdraht-Auslenksonde
- 13 Maßbandtrommel



4. HOOVER STAUMAUER

Die Suche nach Senkloten, die beim Bau dieser Staumauer benutzt wurden, war der Auslöser für diesen Artikel. Die rechts unten abgebildeten Lote wurden beim Bau verwendet. Die s/w Fotos auf der nächsten Seite zeigen Installationen von dem Hängelot.

U.S. Department of Interior
<http://www.usbr.gov/> Bureau of Reclamation: Lower Colorado Region
 - Hoover Dam Historical Collection

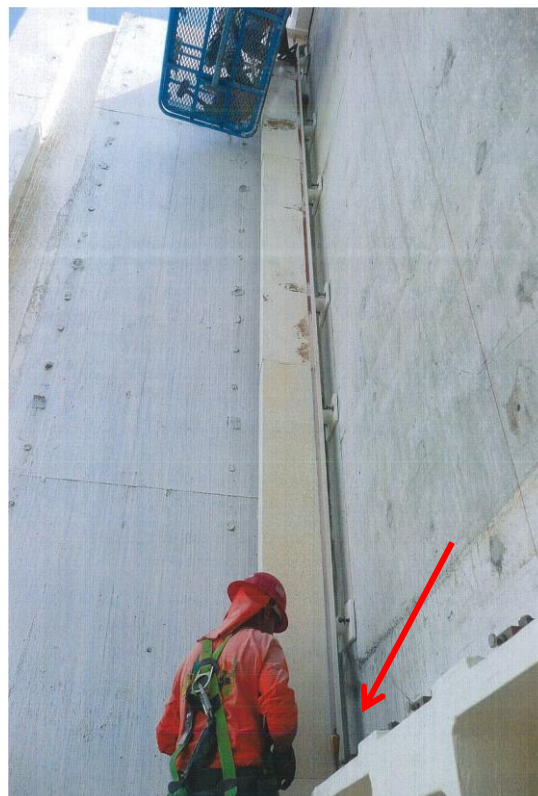


Luftaufnahme HOOVER-Stauwerk in den USA

Mehr Informationen (auf Englisch) unter:
<http://www.usbr.gov/lc/hooverdam/collection.html>

Von Wikipedia⁸: Der **Hoover-Staudamm** (englisch: **Hoover Dam**, ursprünglich als **Boulder-Staudamm** oder englisch: **Boulder Dam** bezeichnet) befindet sich auf der Grenze zwischen den US-Bundesstaaten Nevada und Arizona, knapp 50 Kilometer südöstlich der Touristenhochburg Las Vegas im Black Canyon. Sein Absperrbauwerk ist fachlich gesehen kein Staudamm, sondern eine Staumauer. Sie staut den Colorado, der hier die Grenze zwischen Arizona und Nevada bildet, zum Lake Mead auf. Der aufgestaute See weist eine Fläche von 63.900 Hektar (andere Angabe: 69.000 Hektar), eine Länge von rund 170 km und eine maximale Tiefe von etwa 180 Metern auf. Mit seinem Speichereinhalt von rund 35 Milliarden Kubikmetern ist er der größte Stausee der USA.

Unser "kleiner Liebling", das Senklot ist überall dabei. Man soll es nicht glauben!



Bei der Überprüfung der Führungsschienen



Senklot in Holzkasten



Senklot (ohne Spitze)

⁸ <http://de.wikipedia.org/wiki/Hoover-Staudamm>

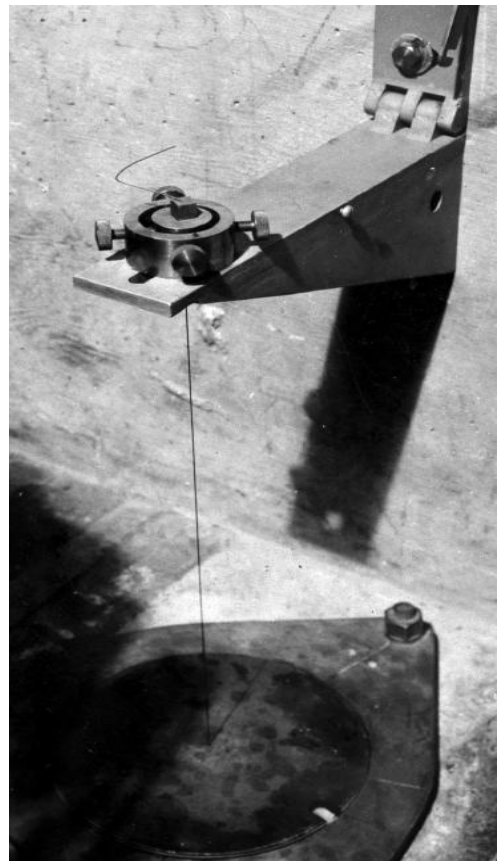
Caption: Boulder Canyon. Plumb bob, suspended in can of oil at bottom Shaft, used in plumbing observations.



Lotgewicht in Ölbehälter am Boden eines



Abstandsmessung von Hand



Halterung Hängelot im Aufzugschacht
Maschinenraum

5. BEMERKUNG

Hast DU schon einmal einen Staudamm bzw. Staumauer von INNEN gesehen? Das wäre doch ein Punkt für den nächsten Ausflug. Liste siehe in Fußnoten auf der ersten Seite. Wenn Du dann Fotos hast, würde ich mich über eins freuen ☺ Danke

Bemerkung:

Dies ist ein Artikel der monatlich veröffentlichten WOLFS SENKLOT NEWS, die auf Anforderung als Email Anhang im PDF-Format KOSTENFREI zugeschickt werden. Artikel sind auch in Englisch erhältlich.

*Alle **früheren** und zukünftigen **Veröffentlichungen** / **Artikel** können auch angesehen und runter geladen werden auf meiner Homepage www.senkloete.eu*

Druckexemplare der Artikel in DIN A 5-Format Broschüre sind noch vorhanden von den Jahrgängen 2007, 2008 und 2009. Bei Bedarf bitte melden!

*Anregungen und Anfragen über email:
plumbbobwolf@t-online.de*

Danke für das Interesse!

Wolfgang Rücker