

Mikroskopische Wasseruntersuchungen

Berthold Heusel M. A., Johannesstr. 31A, 70176 Stuttgart

Mit dem von der Stuttgarter Künstlerin Ruth Kübler seit Ende der 80er Jahre entwickelten Verfahren untersuchte ab 1999 das Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen an der Universität Stuttgart physikalische und biophysikalische Einflüsse auf Wasser. Die strukturelle Auswirkung beispielsweise von Filtern, Wasserbewegungen, Magneten, elektromagnetischen Feldern, aber auch die Feldwirkungen des Menschen und der biologischen Umgebung auf Wasser können mit Hilfe des Verfahrens untersucht werden.

1. Arbeitstechnik

Gläserne Objektträger mit definierten Eigenschaften werden mit weichem, saugfähigem, aber abriebfestem Papier und Mikrofaserstuch trocken abgerieben. Damit wird feinsten Quarzstaub beseitigt, der im Dunkelfeld sonst sichtbar wird. Um den Einfluss des Erdmagnetfeldes konstant zu halten, wird der Objektträger in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet. Danach werden manuell mit einer sterilen Einwegspritze Tropfen mit einem Durchmesser von 3-4 mm auf den Objektträger aufgebracht.



Nach dem Auftropfen trocknen die Tropfen bei normalen Raumbedingungen an der Luft. Günstige Raumbedingungen sind zwischen 19 und 25 °C bei einer Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 70 %, um eine möglichst geschlossene und gleichmäßige Austrocknung zu gewährleisten.

Die Beobachtung unter dem Mikroskop erfolgt bei relativ geringen Vergrößerungen im Dunkelfeld bzw. bei Verwendung von Phasenkontrast. Ein ganzer Tropfen wird in der Regel mit einem 4-fach-Objektiv (Festbrennweite) erfasst, bei Ausschnitten und Details wurden Objektive mit Brennweiten von 10-fach und 20-fach verwendet. Damit ergibt sich beim Betrachten mit dem Okular eine Bandbreite von 40 bis 200-facher Vergrößerung.

Die Dokumentation erfolgt mit Hilfe einer Digitalen Kamera am Mikroskop.

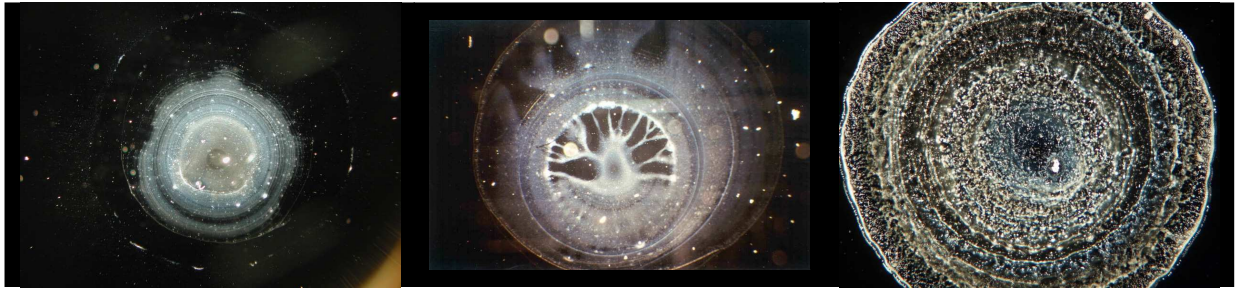


Tropfenähnlichkeit bei drei Tropfen aus einer Probe von Leitungswasser in Stuttgart West.

2. Einführung in die Bildbetrachtung

Die Methode lässt eine unmittelbare Grundcharakterisierung des Wassers zu. Mineralienreiche Wässer und insbesondere „harte“ Wässer sind an der Strukturdichte im Bild deutlich zu erkennen. Dicke weiße Ränder zeigen eine Konzentrierung von Salzen an. Sind die Strukturen im Detail aber aufgelockert oder homogen gestreut oder kommen mehrere, regelmäßig angeordnete Ringbildungen vor, dann deutet dies bei gleichem Stoffanteil auf eine veränderte Anordnung und Wirksamkeit der Salze und Mineralien hin.

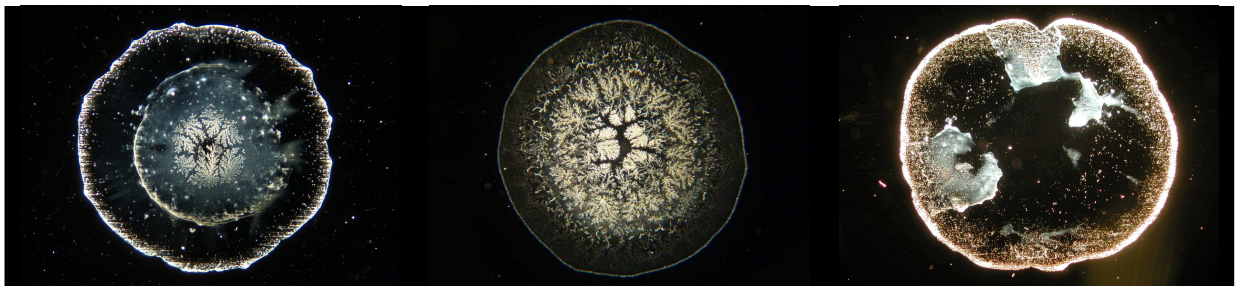
Wir bekommen eine Vielfalt von Wassertypen und Phänomenen:



Quellwasser von St. Odile,
einem Wallfahrtsort in Frankreich

Quellwasser aus dem
Schwarzwald bei Freiburg

Tropfen aus dem Kellerbrunnen
bei Stuttgart Bad Cannstatt



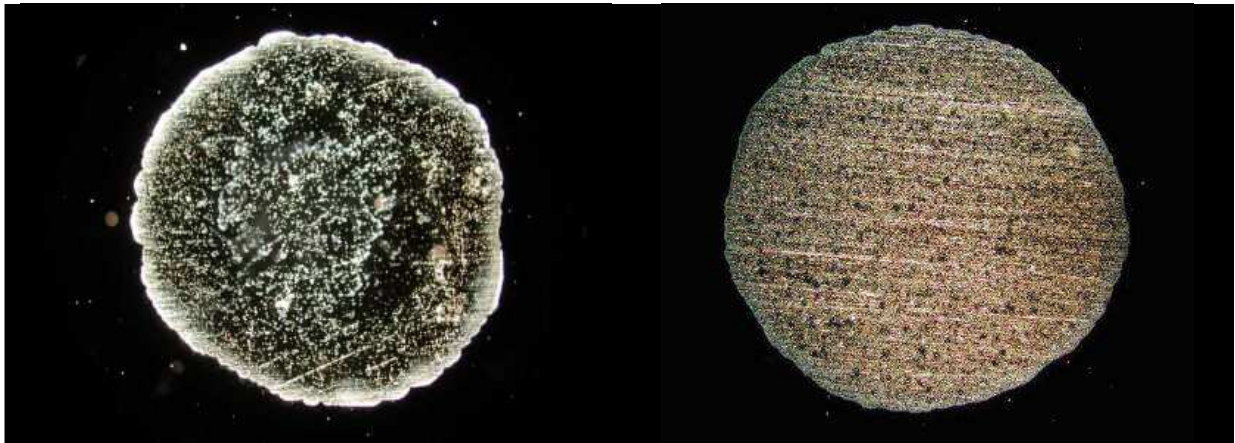
Bodenseewasser bei Arbon
(Schweiz)

Gefiltertes und zusätzlich
angeregtes Wasser

Wasser nach Durchlauf durch
einen Haushaltsfilter

Wir beobachten außerdem sich wiederholende, kontextbezogene Veränderungen.

Beispiel: einfache Einwirkung von Magneten auf Wasser:



Leitungswasser in der Nähe von Rottweil vor dem Versuch

...Nach 30 min Einwirkung eines Permanentmagneten. Die Struktur hat sich extrem verdichtet.
D.h.: durch dosierte und differenzierte Magneteinwirkung kann die Wasserstruktur auch gezielt verändert und moduliert werden.

Beispiel: Wasserwirblung bei beeinträchtigtem Wasser:

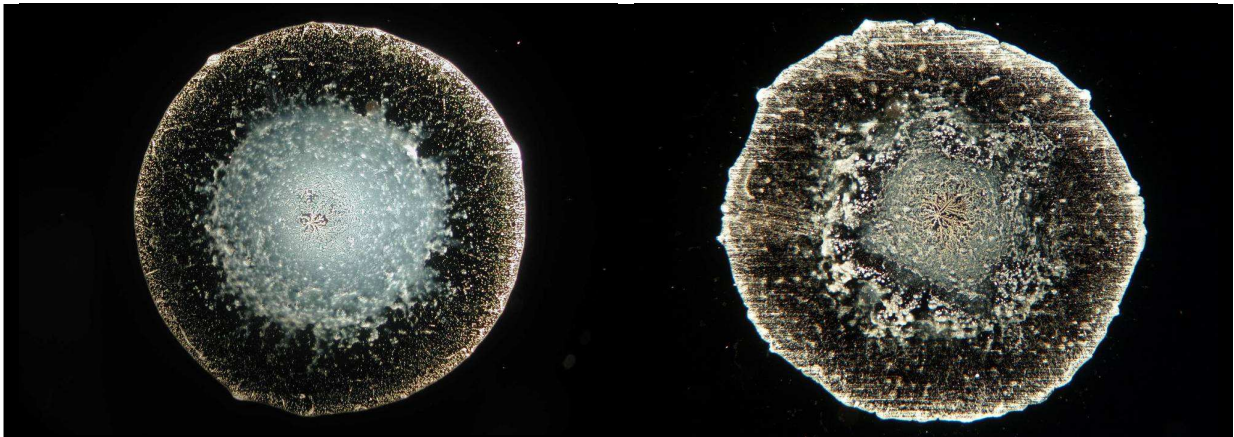


Quellwasser, Nähe von Bad Ischl

Aus demselben Quellgebiet, als Leitungswasser gefasst. Die Struktur ist verdichtet und zeigt Schraffuren.

Das Leitungswasser nach Durchlauf durch einen Wasserwirbler. Das Wasser zeigt wieder Ähnlichkeit zum ursprünglichen Quellwasser

Beispiel: Veränderung im Flussverlauf



Probe aus dem Neckar bei Rottenburg

Probe aus dem Neckar bei Stuttgart-Neugereut (ca. 50 km flussabwärts, u.a. nach Durchlaufen des Industrie- und Ballungsgebiets Plochingen-Esslingen-Stuttgart): die Struktur ist dichter und starrer geworden.

Beispiel: Einfluss des Leitungsnetzes

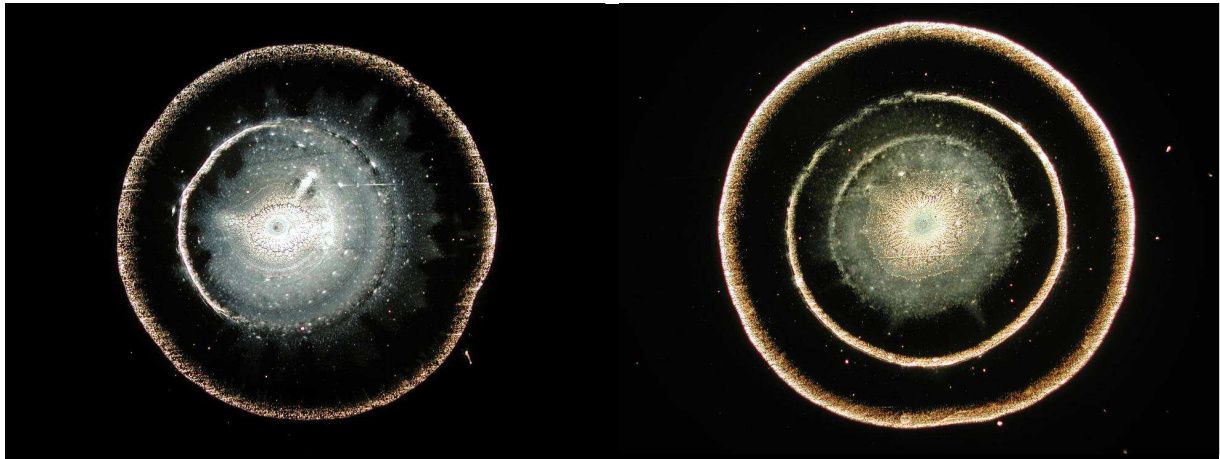


Bodenseewasser, Nähe Arbon, Schweiz, im Dezember 2009

Bodenseewasser aus dem Leitungsnetz Stuttgart, Dezember 2009. Die Ähnlichkeit zum Seewasser ist unverkennbar. Insgesamt ist eine Verdichtung sichtbar.

Bodenseewasser aus dem Stuttgarter Leitungsnetz, andere Entnahmestelle, Anfang 2010.

Beispiel: Einwirkungen von Klängen bzw. Tonschwingungen



Bodenseewasser aus einer Hauptleitung am Eingang eines Gebäudes in Stuttgart-Vaihingen (relativ frische Wasserqualität)

Dasselbe Wasser, nach Einwirkung einer schwingenden Therapiestimmgabel. Die Ringbildung in der Struktur verstärkt sich.

Beispiel: Veränderung durch einen Filter mit zusätzlicher Anregung des Wassers durch Granulat aus Berggestein und Korallen

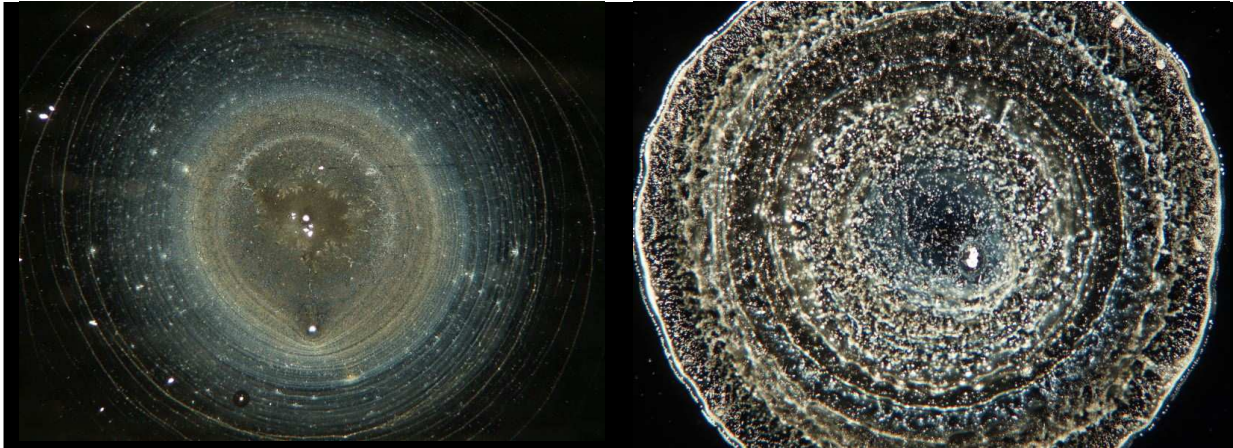


Leitungswasser an einem Hausanschluss in Stuttgart-Vaihingen

...nach Durchlaufen des Filtersystems mit integrierter Wasseraktivierung. Die Struktur ist gleichmäßig ausgebildet, die Kristallformen organisch-harmonisch, das Bild farblich differenziert und geordnet.

Durch vergleichende Bildbetrachtung der bisher untersuchten Wässer haben sich folgende Qualitätsmerkmale herausgestellt, die jeweils nicht isoliert betrachtet werden dürfen, sondern in Kombination eine Aussage über die strukturelle Qualität des Wassers zulassen.

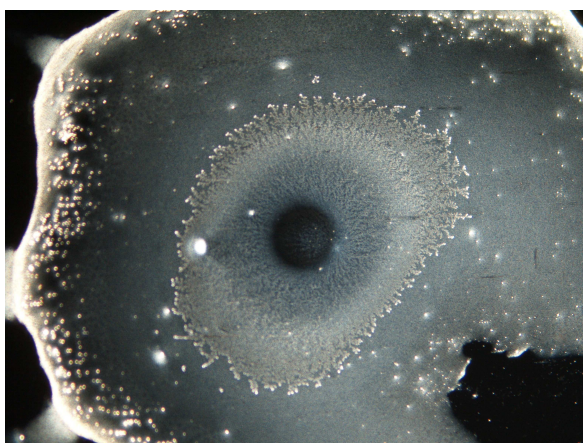
1. **Zentriertheit** der Tropfenbilder: gibt es ein deutliches Zentrum der Tropfen, um das herum die Struktur sich gruppiert? Dabei ist auf die Regelmäßigkeit der Zentrum bezogenen Struktur sowie auf zentripetale oder zentrifugale Tendenz zu achten.



Tropfenbild aus einer Probe von der Talsperre Reinerzau. Im Bild haben wir eine deutlich zentrierte Struktur. Die Bildwirkung geht in der Tendenz von außen nach innen, also zentripetal. Das Wasser ist bereits in der Talsperre sehr rein und weich, schmeckt mild, süßlich, frisch.

Auch hier bei einer vergleichsweise stoffreichen Struktur eine deutliche Zentrierung und Strukturierung. Auch hier in der Tendenz zentripetale Wirkung. Harmonischer, geordneter Gesamteindruck,

2. Transparenz, Reinheit und Intensität der **Farbigkeit**. Sind die Farben rein, intensiv, leuchtend, oder überlagern die Farben sich, sind fleckig oder sehr abgeschwächt, abgedämpft?

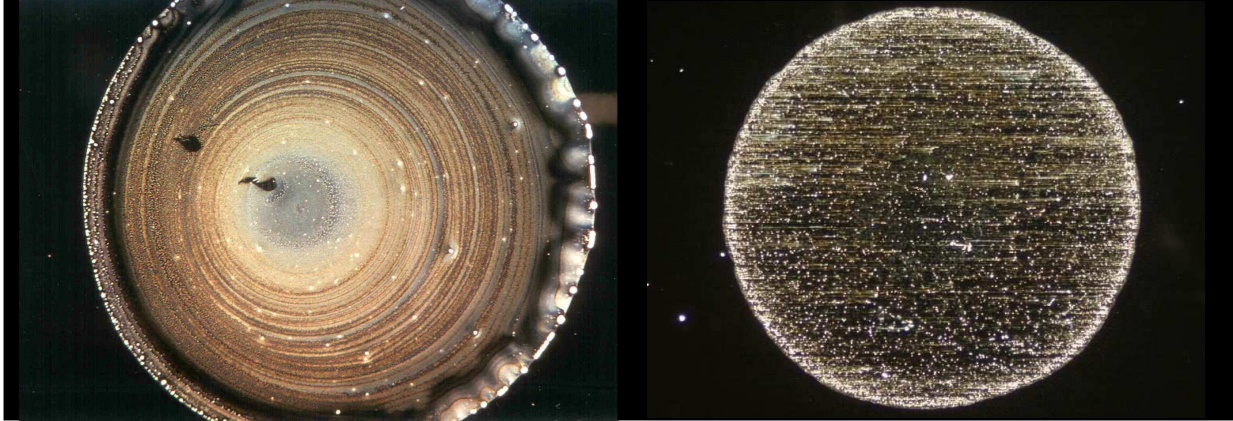


Quellwasser St. Leonhard Sonnenquelle, 2008. Farbigkeit und farbliche Differenziertheit, und Leuchten. Dazu kommen andere Elemente: dynamische Formbildung, Lockerheit in der Struktur, Zentrierung, Feinheit im Innenbereich. Wasser von hoher Qualität.



Abwasser von Stuttgart, aus dem Zufluss des Hauptklärwerks Mühlhausen. Kaum mehr Farbigkeit. Schwarz und Grautöne herrschen vor, keine Transparenz, keine Verbindung von Farbigkeit und Form.

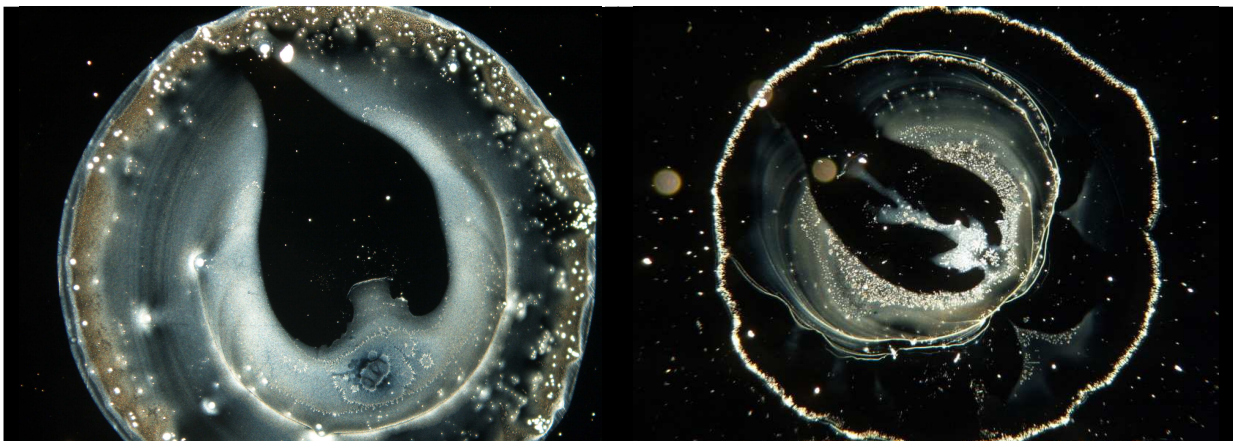
3. **Struktur** und Feinstruktur: Feinheit, Häufigkeit und Regelmäßigkeit der Ringbildung, Lockerheit bzw. Starrheit der Struktur: im Detail bzw. im Gesamtaufbau. Kohärenz der Struktur: haben wir zusammenhängende oder locker gestreute Strukturelemente. Oder: sind erkennbare Elemente in unregelmäßiger Form unterbrochen, durchkreuzt oder durchlöchert (Perforation)?



Wassertropfen aus einer artesischen Quelle bei Rottenburg. Geologischen Schätzungen zufolge ca. 100 000 Jahre im Gestein gelagert. Auffällig die geprägte und regelmäßige Struktur.

Wasser aus der Nähe von Eutin, Ost-Schleswig-Holstein. Das Wasser wurde zur Untersuchung gebracht, weil Schwankungen in der Wasserqualität beobachtet wurden (Landwirtschaft).

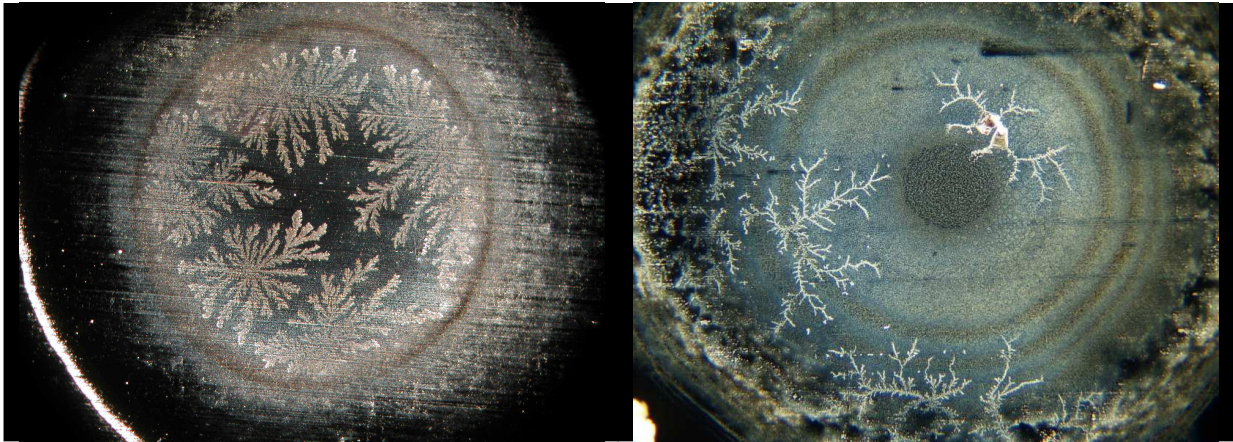
4. Entstehung von **Formen**: sind die in der Struktur auftauchenden Formen harmonisch, integriert in die Gesamtstruktur und organisch? Oder sind sie aufklaffend, zerrissen und diffus? Welche Bilder werden assoziiert mit den Formen?



Tropfen aus der Sonnenquelle, St. Leonhard, 2008. Harmonische Formbildung. Abgerundete, integrierte Formen.

Stadtwater aus dem Schwarzwald. Ein Wasser mit differenzierter, transparenter Farbigkeit, hoher Formbildungsfähigkeit, ähnlich empfänglich wie das Wasser aus der St. Leonhardsquelle. Die Formen bilden sich nicht so harmonisch aus. Sie wirken aufgerissen, aufklaffend, unproportioniert.

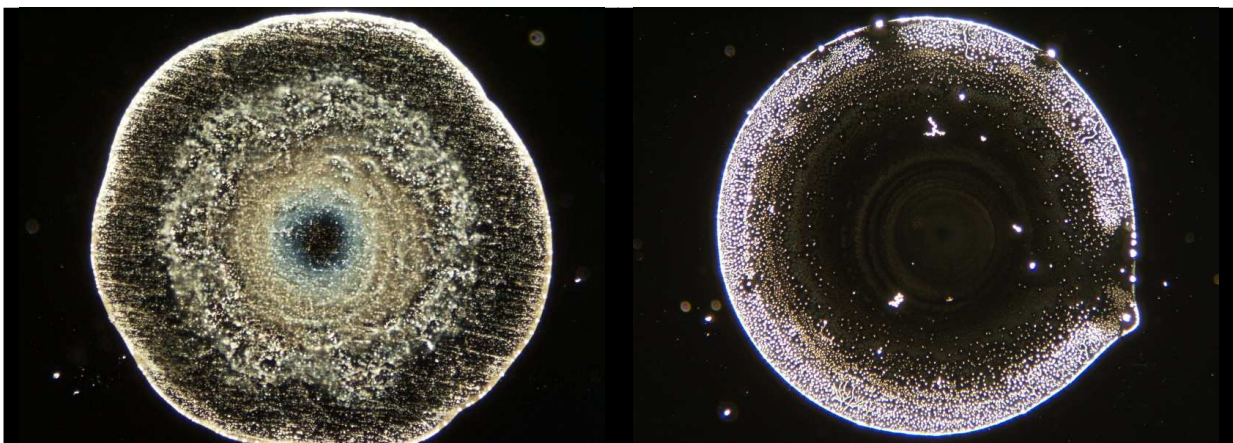
5. Bildung von **Kristallen** im Zentrum: organische Formen, zusammenhängende Kristallbildung, rundum gleichmäßig ausgebildet? Oder lang gezogen, verkümmert, einseitig ausgebildet?



Tropfen aus einer Probe vom Hinterrhein, eines der Ursprungsgebiete des Rheins bzw. Bodensees. Um das Zentrum herum gleichmäßig ausgebildete Kristallformen, organisch regelmäßig geformt.

Bodenseewasser aus dem Stuttgarter Leitungsnetz. Die Kristalle bilden sich nicht gleichmäßig im Zentrum aus. Die einzelnen Äste sind verkümmert, die Proportionen nicht mehr harmonisch.

6. Zusammenfassendes Kriterium: der **Ordnungsgrad** der Bilder. Ist in der Bildstruktur Ordnung zu erkennen. Handelt es sich um eine starre oder lebendige, dynamische Ordnung? Wir haben für dieses Kriterium im Moment kein „objektives“, berechenbares Modell. Doch bei der Betrachtung einer Blume in ihrer regelmäßigen und doch einmalig individuell ausfallenden Form ist ein Beispiel für lebendige, dynamische Ordnung, die wir unmittelbar erkennen und in der Regel auch als schön empfinden. Dies ist auf vieles übertragbar, seien es Landschaften, der Wuchs eines Baumes oder die Farbigkeit und Ausstrahlung eines Steines.



Ein Wasser aus dem Schwarzwald. Dieses Wasser hat einen für den Schwarzwald überdurchschnittlichen Härtegrad. Auffallend ist die Ordnung in der Struktur, die Differenziertheit in der Farbigkeit, die Anordnung um das Zentrum. Die Bildwirkung ist zentripetal; der Blick wird nach innen gezogen. Die Strukturen zeigen Lockerheit trotz der Stofffülle, außerdem Regelmäßigkeit, Homogenität und Durchlässigkeit.

Wasser aus einem Stuttgarter Freibad. „Reinwasser“, d.h. Wasser direkt nach Filtrierung und Chlorierung, also bakteriell rein. Auch dieses Wasser zeigt geordnete Strukturen, Zentrumsbezogenheit, ringförmigen Aufbau der Struktur. Doch die Farbigkeit ist völlig reduziert. Es entsteht nahezu eine Schwarz-weiß Struktur. Die Formen wirken wie erstarrt. In der Mitte und im Zentrumsbereich fehlen belebende Elemente.

Beim Ordnungsgrad kommt es nicht nur auf Prinzipien wie Sortierung, Regelmäßigkeit, Differenzierung an, sondern auch auf das Zusammenspiel der Beschriebenen Kriterien an.

Ein Wasser mit hoher, lebendiger Ordnung lässt sich in der Regel an mehreren Kriterien gleichzeitig erkennen: Es ist zum Beispiel zentriert, farblich differenziert und transparent, bildet organische Formen und Kristalle und zeigt eine veränderliche, aber deutliche Ordnung.

Die Bildbetrachtung bleibt Ermessenssache, bleibt an unsere Wahrnehmung gebunden. Durch den Einsatz eines Bündels von Kriterien ist eine Annäherung an unser Ideal- bzw. Zielwasser sowie ein Austausch über die Beobachtungen und Qualitäten möglich. Zusätzliche Beobachtungen und Methoden zur Bestimmung der Wasserqualität sind nötig.

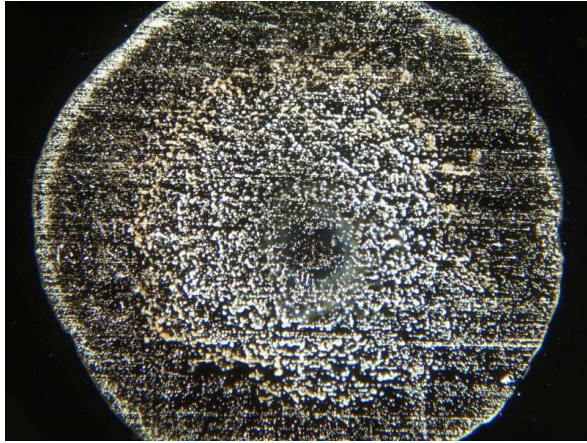
Stuttgart, August 2010



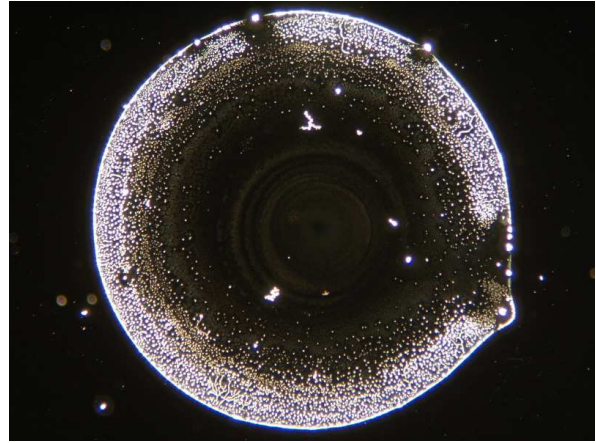
Tropfen aus dem Kaspischen Meer. Auch dieses stark salzhaltige Wasser kann Phänomene wie die mehrfache Ringbildung aufweisen. Der Tropfen wirkt insgesamt geordnet, harmonisch, doch es ist eine andere Ordnung, als wie wir sie in Wässern finden, die für uns von bester Trinkqualität sind.

Anhang 1: Bilderpaare

Im Folgenden finden Sie zu den oben dargestellten Beispielen einige Bilderpaare, die eine Veränderung von Wasser, sei es durch Klärung, Filtrierung, Chlorierung, Wasseraufbereitung und Wasserverteilungsnetz zeigen.



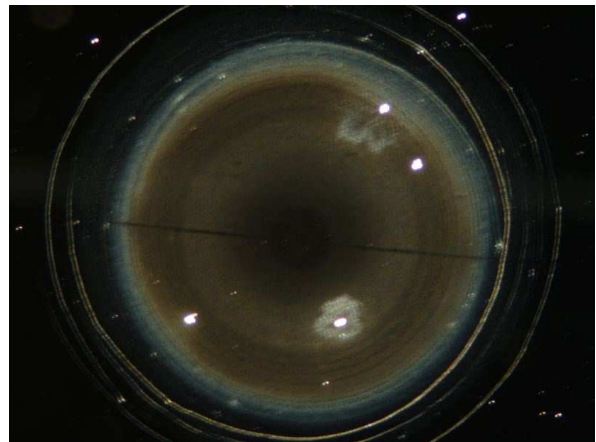
Brunnen aus Neckarfiltrat, relativ kalkig, im Rohzustand. Dichte, gestreute Struktur mit angedeutetem quellendem Zentrum und Kern.



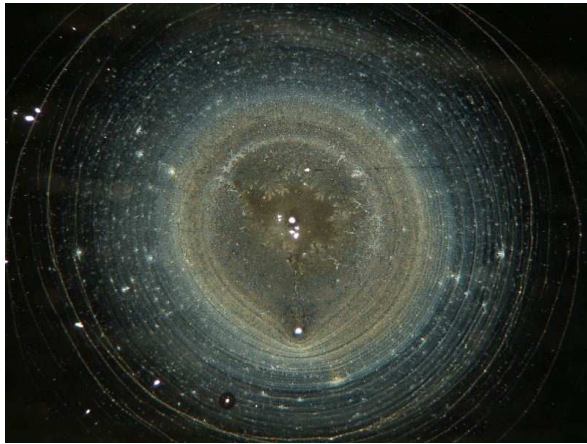
Dasselbe Wasser, nach Sedimentfiltration und Chlorung. Die gestreute Struktur des Ausgangswassers ist hier ganz aus dem Zentrumsbereich gewichen und hat sich wie in geronnener Form im Randbereich niedergeschlagen.



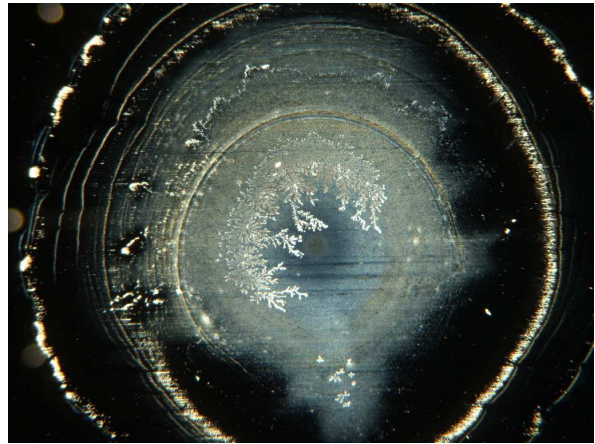
Wasser aus der Nähe von Eutin, Ost-Schleswig-Holstein. Gleichmäßige, aber wenig geordnete Struktur.



Dasselbe Wasser, nach Durchlauf durch einen Osmose-Filter. Die Struktur ist regelmäßiger, „geordneter“ geworden, doch ist die Farbigkeit (noch) sehr gedämpft.



Tropfenbild aus einer Probe von der Talsperre Reinerzau. Dieses Wasser ist das Rohwasser für die Wasserversorgung Kleine Kinzig. Im Bild haben wir eine deutlich zentrierte Struktur. Die Bildwirkung geht in der Tendenz von außen nach innen, also zentripetal. Das Wasser ist bereits in der Talsperre sehr rein und weich, schmeckt mild, süßlich, frisch.



Das Wasser aus der Wasserversorgung Kleine Kinzig, entnommen in einer benachbarten Stadt. Das Wasser ist ein etwas härter geworden (Zugabe von Kalk)), zu sehen an den dickeren weißen Ringen. Die Farbigkeit ist intensiver und klarer geworden.

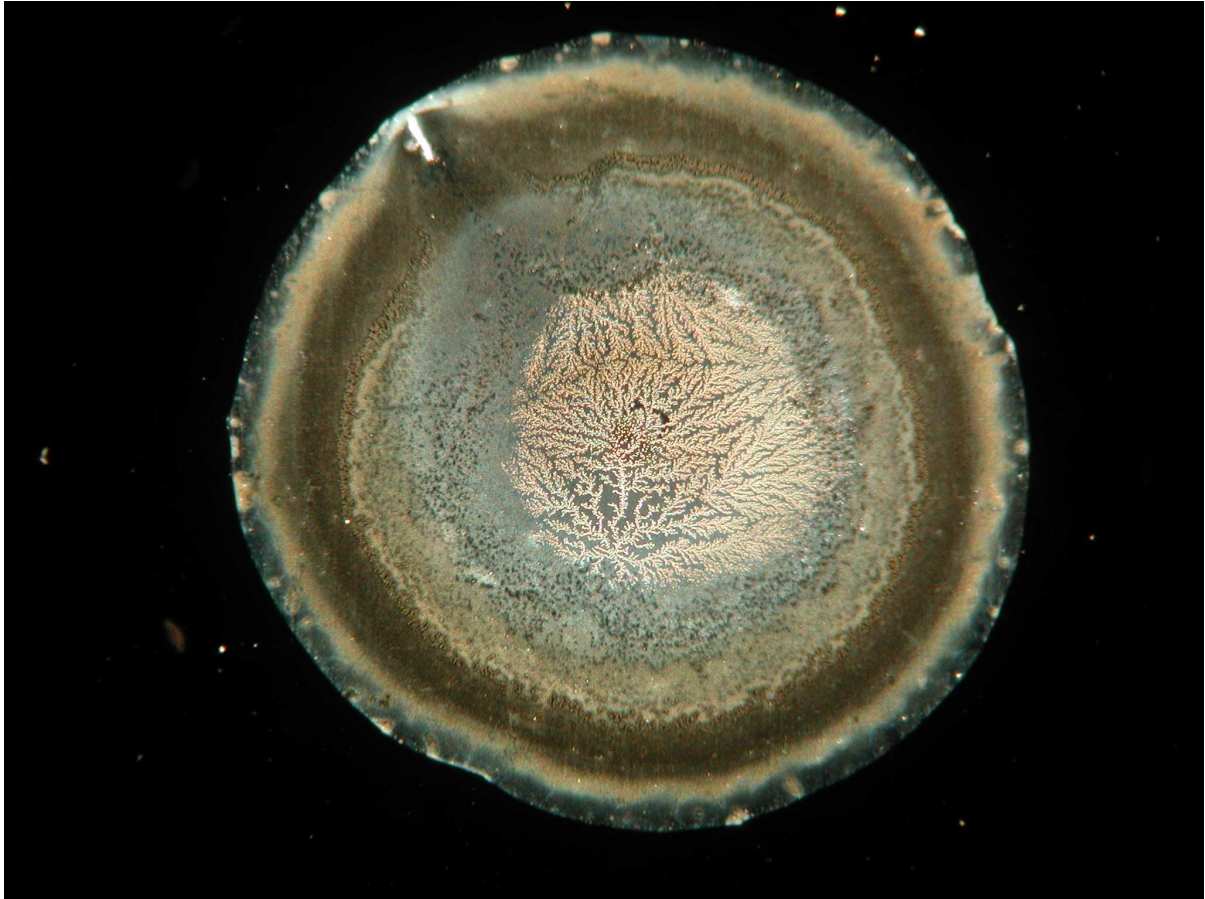
Verloren gegangen ist die feine Regelmäßigkeit der Gesamtstruktur und die klare zentripetale Wirkung. Die Kristalle sind weniger harmonisch gebildet. Durch die intensive und klare Farbigkeit und die lebhaft Formbildung wirkt das Wasser dennoch lebendig und frisch.



Abwasser von Stuttgart, aus dem Zufluss des Hauptklärwerks Stuttgart-Mühlhausen (wie oben). Kaum mehr Farbigkeit. Schwarz und Grautöne herrschen vor, keine Transparenz, keine Verbindung von Farbigkeit und Form. Dichte und chaotische Struktur.



Nach Durchlaufen der Klärstufen: Grobreinigung durch Rechen, bakterielle Reinigung, Ruhebecken und Sandfiltern. Auffällig ist die deutliche Zunahme von Ordnung in der Struktur, sowie die lebhaft Kristallbildung im Zentrum. Direkt am Ausfluss in den Neckar waren Schwärme von kleinen Fischen beobachten, die sich in diesem Wasser getummelt haben. Die Struktur zeigt auch Härten und im Detail eine starke Perforierung im Randbereich, somit noch deutliche Beeinträchtigungen in seiner Qualität als Trinkwasser für den Menschen.



Tropfen von einer Wasserprobe aus einem Café im Wiener Flughafen. Die Ähnlichkeit mit dem Klärwasser aus Stuttgart ist auffällig. Was bedeutet diese Ähnlichkeit und welche Information gibt uns dieses Bild?