Beitrag im Jahrbuch 2010 des Stadtteilvereins Handschuhsheim

Mikroskopische Streifzüge durch Handschuhsheim

von Petra Bauer und Dieter Teufel

Handschuhsheim hat viele schöne und interessante Stellen, die man auf Spaziergängen im Ort, im Feld und im Wald entdecken kann. In diesem Artikel wollen wir Details von Handschuhsheim beschreiben, die noch kaum jemand erblickt hat. Wir haben dazu in den letzten Jahren verschiedene Spaziergänge durch Handschuhsheim unternommen und das eine oder andere mit nach Hause genommen, um es mit Hilfe eines Mikroskops genauer zu betrachten. Die Ergebnisse sind so vielseitig, dass sie in diesem Artikel nur in einer Auswahl dargestellt werden können. Aber sie mögen einen Eindruck davon geben, wie schön unsere Welt im Kleinsten ist.

Ein unscheinbares Pflänzchen: Das Rupprechtskraut

Das Rupprechtskraut oder der Rupprecht-Storchschnabel (*Geranium ruppertianum*) ist ein kleines Blümlein, das in Handschuhsheim häufig wächst. Es hat ca. 1 Zentimeter große rosa Blüten, die am Wegesrand kaum auffallen. Betrachtet man jedoch eine Blüte unter dem Mikroskop genauer, entdeckt man seine verborgene Schönheit. Die folgenden Bilder zeigen die Blüten des Rupprechtskrauts in aufsteigender Vergrößerung. Bild 1 zeigt die Blüte so, wie wir sie kennen, allerdings 10-fach vergrößert.



Bild 1: Blüte des Rupprechtskrauts (Geranium ruppertianum), 10x

Bild 2 zeigt in der Mitte der Blüte die Staubgefäße mit den Blütenpollen (gelb) und die Narbe (rosa, der weibliche Teil der Blüte) stärker vergrößert (70-fach). Die dunkelbraunen Gebilde sind die Staubbeutel, aus denen die Blütenpollen quellen.



Bild 2 Staubgefäße und Narbe der Blüte des Rupprechtskraut, 70x
Bild 3 zeigt eines der Narbenenden mit zwei Blütenpollen in 300-facher Vergrößerung.



Bild 3 Narbenende mit Blütenpollen, 300x

Bei stärkerer Vergrößerung in Bild 4 und 5 (500- und 1200-fach) sieht man, dass die Blütenpollen Pollenschläuche gebildet haben, aus denen das Erbgut aus dem Pollen über die Narbe in die Eizelle im Fruchtknoten der Blüte wandern wird.

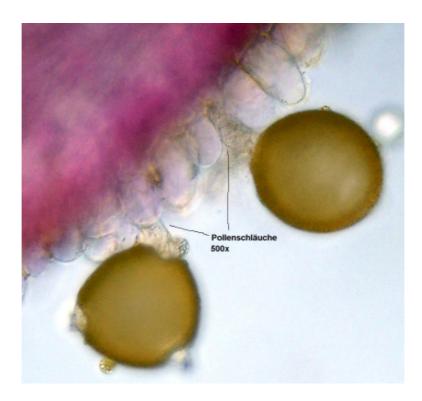


Bild 4 Pollen mit Pollenschläuchen, 500x



Bild 5 Pollen mit Pollenschlauch, 1200x

Diese Vorgänge spielen sich überall millionenfach in Blüten in der Natur ab. In vielen künstlich gezüchteten Blumen in unseren Gärten und Balkonen fehlen sie allerdings inzwischen leider. In nicht wenigen Blumenarten wurde der Blütenstaub, der Nektar und der Blütenduft weggezüchtet, damit sie mehr sichtbare Blütenblätter bilden. Diese Blumen sehen zwar noch auf den ersten Blick schön aus, sie duften jedoch häufig nicht mehr und Schmetterlinge und andere Insekten suchen in ihnen vergeblich nach Nektar oder Blütenstaub. Sie stellen sogar eine Gefahr für manche Insekten dar, da sie zwar noch so aussehen wie Blüten, aber keine echten Blüten mehr sind. Im Sommer kann man häufig von langen Flügen geschwächte Wanderschmetterlinge wie den Admiral oder das wie ein Kolibri fliegende Taubenschwänzchen beobachten, die verzweifelt und erfolglos von Blüte zu Blüte hetzen auf der Suche nach Nektar, diesen aber in den sterilen, hochgezüchteten Blumen nicht mehr finden können.

Leben im Wassertropfen

Vielfältige Entdeckungen kann man mit dem Mikroskop in Wasser und im Boden machen. Einige Zeit lang haben wir uns Wasserpfützen im Handschuhsheimer Feld näher angeschaut und jeweils etwas Wasser mit nach Hause genommen, um es unter dem Mikroskop zu untersuchen. Häufig leben in Wasserpfützen Algen und kleine Einzeller, die von den Algen leben. Eine besonders schöne Art fanden wir in einer Wasserpfütze auf dem Acker des 2. Vorsitzenden des Stadtteilvereins, Jürgen Grieser. Es ist das Juwelentierchen (*Nassula ornata*), das in Bild 6 in 200-facher Vergrößerung inmitten von länglichen Blaualgen schwimmt. Mit seinem reusenartigen Mund knabbert es an den Blaualgen und frisst sie.



Bild 6 Juwelentierchen (Nassula ornata) und Blaualgen (Oscillatoria tenuis), 200x

Bild 7 zeigt ein anderes Juwelentierchen in 600-facher Vergrößerung. Man sieht, dass es viele abgebissene Stücke von länglichen Blaualgen aufgenommen hat, die es langsam verdaut. Der große Kreis auf der linken Seite ist die pulsierende Vakuole, mit der das Tierchen regelmäßig durch Osmose eingedrungenes Wasser nach außen befördert, damit es nicht platzt. Oben links befindet sich der dunklere Mund.



Bild 7 Juwelentierchen, 600x Ein besonders gut genährtes Exemplar zeigt Bild 8, ebenfalls in 600-facher Vergrößerung.



Bild 8 Juwelentierchen, 600x

Bild 9 zeigt, woher der schöne Name Juwelentierchen kommt, Wenn die Blaualgen in der Pfütze alle aufgefressen und verdaut sind, bleibt nur mehr der schwer verdauliche blaue Farbstoff Phycocyan aus den Blaualgen übrig, den das Juwelentierchen noch eine Zeit lang in schönen, blau leuchtenden Nahrungsvakuolen speichert.



Bild 9 Juwelentierchen im Hungerzustand, 600x

Blaualgen sind Botschafter aus einer ganz frühen Periode der Evolution. Sie waren die ersten grünen Pflanzen, die vor etwa 3,5 Milliarden Jahren auf der Erde die Photosynthese erfanden und aus Kohlendioxid und Wasser organische Substanzen aufbauten. Dadurch wurde in großen Mengen Sauerstoff gebildet, der vorher nicht in der Erdatmosphäre frei vorkam. Dies war eine der Voraussetzungen für die Evolution höheren Lebens.

Anfangs gab es nur einzelliges Leben, eine einzige Zelle hatte schon alle Funktionen des Lebens inne. Wenn ein einzelliges Lebewesen genug gewachsen ist, beginnt es, sich einfach zu teilen, wie Bild 10 an einem einzelligen Wimpertierchen zeigt und nach ungefähr einer halben Stunde beginnen zwei einzellige Tierchen ihren neuen Lebensweg.



Bild 10 Zellteilung eines Wimpertierchens, 400x

Manchmal kann man zwei Einzeller beobachten, die sich seltsam verhalten. Sie schwimmen längere Zeit nebeneinander her, nehmen Notiz voneinander, berühren sich oft und bleiben dann eine zeitlang zusammen (Bild 11). Dies ist der Beginn der Sexualität in der Evolution. In beiden Individuen kommt es zu Teilungen des Zellkerns und ein Teil des Erbmaterials wandert über ausgebildete Plasmabrücken in das jeweils andere Individuum und vereinigt sich mit dem dortigen Zellkern. Dadurch kommt es zum Austausch von Erbmaterial, es entstehen genetisch neue Kombinationen, die sich im Überlebenskampf vielleicht besser bewähren als die bisherigen.

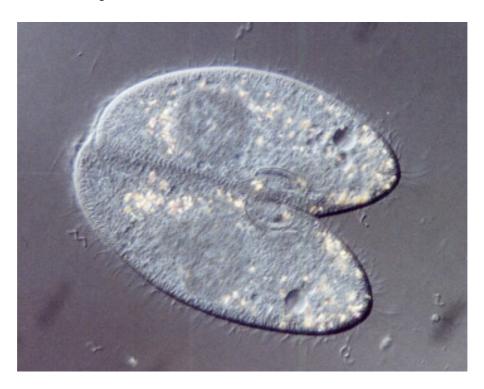


Bild 11 Sexuelle Vereinigung zweier Wimpertierchen, 400x

Aber nicht nur diese frühen Anfänge des Lebens lassen sich im Handschuhsheimer Feld finden.

Die elegante Eudorina aus der Vorzeit

In einer der nächsten Phasen der biologischen Evolution vor etwa 1 Milliarde Jahren entstanden aus Einzellern Mehrzeller, sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren. Ein besonders schönes Beispiel dieser Evolutionsphase lässt sich ebenfalls im Handschuhsheimer Feld in manchen Wasserpfützen betrachten. Es ist die aus 32 Zellen bestehende Geißelkugel-Grünalge (*Eudorina elegans*), bei der nach mehrmaliger Zellteilung die einzelnen einzelligen Grünalgen zusammen geblieben sind, eine gemeinsame Gallertkugel bilden und zusammen durch das Wasser rudern. (Bild 12-13 in 200-400-facher Vergrößerung).

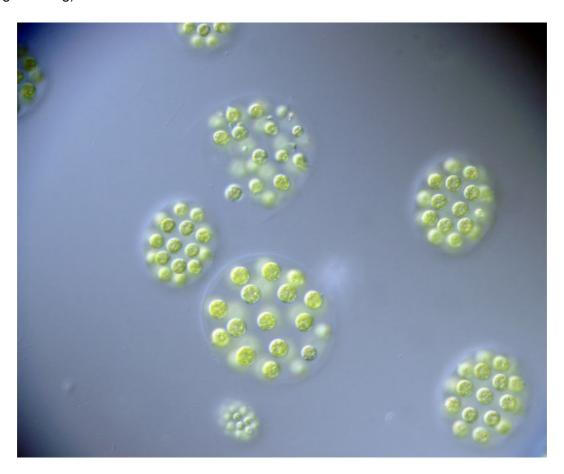


Bild 12 Geißelkugel-Grünalge (Eudorina elegans), 200x

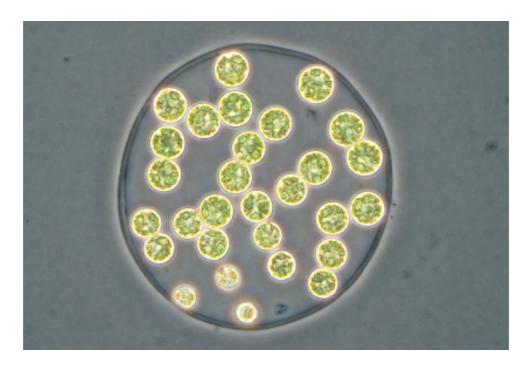


Bild 13 Geißelkugel-Grünalge, 400x

Bei stärkerer Vergrößerung in Bild 14 sieht man, dass die einzelnen Zellen jeweils einen roten Fleck haben. Dies ist ein Augenfleck, mit dessen Hilfe die einzelnen pflanzlichen Zellen der Geißelkugel-Grünalge sowohl Licht als auch dessen Richtung wahrnehmen können. Da sie, wie alle grünen Pflanzen, Blattgrün besitzen und von Photosynthese leben und sich mit Hilfe kleiner Geißeln im Wasser fortbewegen können, schwimmen sie als Kugel jeweils zum Licht, um es optimal einfangen zu können.

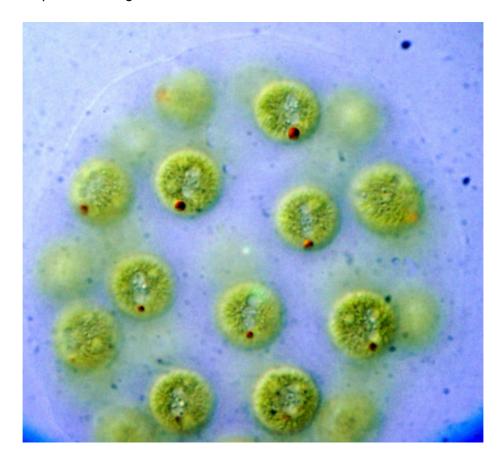


Bild 14 Geißelkugel-Grünalge mit roten Augenflecken, 1000x

Solche aus wenigen Zellen bestehenden Grünalgen waren die Urmütter aller höheren grünen Pflanzen, die heute zwar nicht mehr beweglich sind, aber nach wie vor Licht zum Leben brauchen und es auch wahrnehmen können.

Solarkraftwerke in Feld und Wald

Die Chloroplasten, mit deren Hilfe alle grünen Pflanzen Sonnenlicht einfangen, liegen in den höheren Pflanzen dicht gepackt in den Zellen. Bild 15 zeigt in 1000facher Vergrößerung die Chloroplasten in Zellen des Sauerklees. Bild 16 zeigt die Chloroplasten in einem Blattmoos.

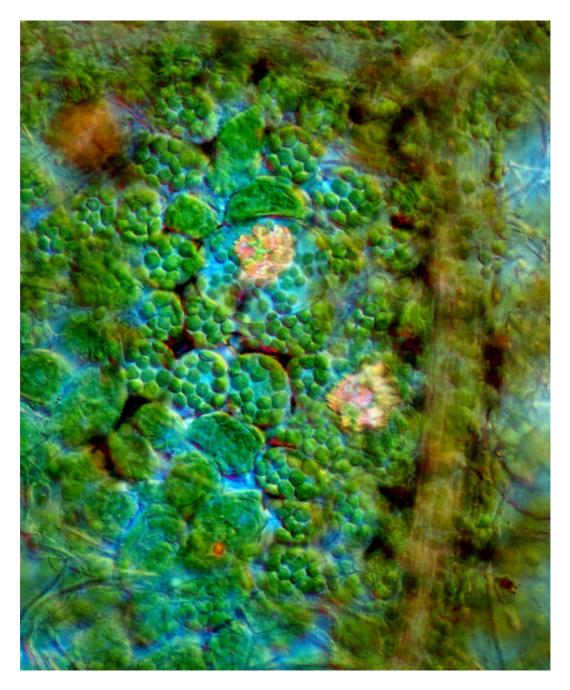


Bild 15 Blick ins Innere eines Sauerkleeblattes mit Chloroplasten und zwei leuchtenden Kristallen aus Calcium-Oxalat, 1000x



Bild 16 Zellen eines Blattmooses mit Chloroplasten, 1000x

Diese Solarkraftwerke in allen grünen Pflanzen sind die Grundlage für die Produktion der Stoffe, die Pflanzen herstellen: Die Stärke im Getreide und in Kartoffeln, den Zucker in Zuckerrüben, in Kirschen und Äpfeln, in Tomaten, Bohnen, Salat, Gemüse usw. Sie bilden damit die Grundlage auch unserer Ernährung. In einem einzigen Schofmainzelblatt (der Hendsemer Name für Feldsalat oder Rapunzel) arbeiten z.B. rund 10 Millionen dieser kleinen Solarzellen. Ein mittlerer Obstbaum bezieht seine Energie aus etwa 5 000 Milliarden (das sind rund tausendmal so viele wie Menschen auf der Erde leben) Chloroplasten und wandelt einen Teil der Energie in köstliche Kirschen, Äpfel, Aprikosen oder andere Früchte um.

Der Geschmack und ein Evolutionstrick

Die Sonnenenergie, das Kohlendioxid der Luft und das Wasser im Boden sind die Grundlage für die pflanzliche Produktion. Um die vielen zehntausenden von Substanzen aufzubauen, benötigt die Pflanze jedoch einige weitere Elemente wie Magnesium, Kalium, Stickstoff, Phosphor u.a., die sie über die Wurzeln aus dem Boden aufnimmt. Dabei war in der Evolution der Stickstoff, den die Pflanze u.a. für die Herstellung von Eiweiß benötigt, fast immer im Mangel. Stickstoff kommt zwar gasförmig in der Atmosphäre vor (80% der Luft sind Stickstoff), in dieser Form ist er jedoch für die Pflanze nicht nutzbar. Nur einige Bakterien und Algenarten können den Luftstickstoff binden und in den Boden einbringen.

Manche Pflanzen wie Schmetterlingsblütler haben sogar irgendwann eine Symbiose mit solchen stickstoffbindenden Bakterien begonnen, indem sie diese in Wurzelknöllchen wachsen lassen und sie mit Energie aus der Photosynthese versorgen. Im Gegenzug dazu profitiert die Pflanze vom gebundenen Stickstoff der Knöllchenbakterien.

Der Gärtner kann sich dies zunutze machen, indem er Schmetterlingsblütler wie z.B. Klee oder Lupinen sät und als Gründüngung verwendet. Ansonsten wurden für die Pflanzen verfügbare Stickstoffverbindungen immer nur dann im Boden frei, wenn ein Lebewesen starb und verweste oder z.B. tierische Abfälle in Form von Kot auf den Boden gelangten. Dann gab es genügend Ammonium- und Nitrat-Verbindungen, allerdings nur für kurze Zeit. Für die Pflanzen war es deshalb in einem solchen Fall überlebensnotwendig, diese kurze Phase einer ausreichenden Stickstoffversorgung optimal auszunützen. Dies machen die Pflanzen, indem sie bei genügend Stickstoffangebot vor allem ihren Primärstoffwechsel (*Wachstum*) hochfahren und den energieaufwändigen Sekundärstoffwechsel (*Produktion von Substanzen, die nicht direkt für das Pflanzenwachstum benötigt werden*) herunterfahren. Dies ermöglicht der Pflanze, das Stickstoffangebot optimal auszunutzen. Da diese Phase meist nicht lange andauerte, war es kein Problem, wenn der Sekundärstoffwechsel dabei auf "nachher" verschoben wurde.

Heute wird der Stickstoff den Kulturpflanzen meist als leicht löslicher, künstlicher Stickstoffdünger gegeben. Dadurch wird jedoch dieser in der Pflanze genetisch verankerte Mechanismus eingeschaltet, der bei ausreichender Stickstoffversorgung die Energie vor allem in den Primärstoffwechsel zum Wachstum leitet: Die Kulturpflanze wächst, legt schnell an Gewicht zu und lässt sich so gut verkaufen. Dies wäre kein Problem, wenn die Pflanze nicht gleichzeitig ihren Sekundärstoffwechsel herunterfahren würde. Die im Sekundärstoffwechsel erzeugten sekundären Pflanzenstoffe wie Vitamine, Phytohormone, Polyphenole, Carotinoide, Antioxidantien, Aroma- und Duftstoffe sind es jedoch, die vor allem den Wert einer Nahrungspflanze ausmachen. Dies ist auch der Grund dafür, dass Pflanzen, die zu stark mit Stickstoff gedüngt wurden, kaum noch schmecken. Obst und Gemüse aus dem eigenen Garten ohne starke Stickstoffdüngung schmeckt in der Regel wesentlich besser als das schön und groß aussehende Sortiment aus dem Supermarkt. Auch Produkte aus biologischem Anbau, in dem leichtlösliche künstliche Stickstoffdünger nicht angewandt werden dürfen, schmecken meist besser. Allerdings kann auch hier des Guten zu viel getan werden: Auch mit zuviel natürlichem Stickstoffdünger (Gülle, Mist usw.)

lässt sich die Pflanze in den Zustand der Stickstoffüberversorgung und der Vernachlässigung des Sekundärstoffwechsels bringen.

Leicht löslicher Stickstoffdünger verursacht übrigens noch weitere negative Effekte im Boden: Er kann ins Grundwasser ausgeschwemmt werden und dieses belasten. Und er verursacht bei den in einem gesunden Boden natürlich vorkommenden stickstoffbindenden Bakterien eine Stoffwechsel-Endprodukt-Hemmung. Verschiedene Arten von Bodenbakterien verstoffwechseln Luftstickstoff und scheiden diesen z.B. als Nitrit oder Nitrat als ihr Abfallprodukt aus. Bild 17 zeigt verschiedene Arten von Bodenbakterien aus biologisch intaktem Boden in 1200-facher Vergrößerung. Die kurzen dicken sind stickstofffixierende Bakterien (*Azotobacter*).

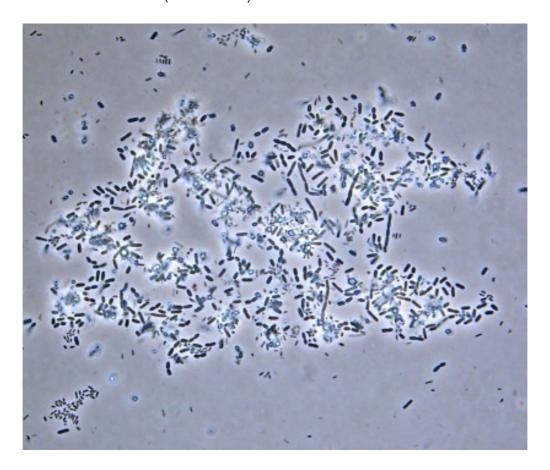


Bild 17 Bodenbakterien, 1200x

Werden Nitrate in hoher Konzentration (z.B. in leicht löslicher Form als Kunstdünger) in den Boden eingebracht, werden diese stickstoffbindenden Bakterien durch eine Stoffwechsel-Endprodukt-Hemmung geschädigt und stellen ihre Arbeit ein. Mit anderen Worten: Die natürliche Stickstofffixierung des Bodens durch Bakterien, die den Pflanzen in einem gesunden Boden kontinuierlich Stickstoff bereitstellt und dadurch bei den Pflanzen nicht zum Abschalten des Sekundärstoffwechsels führt, wird durch Nitratschübe aus Kunstdünger ersetzt. Sind die stickstoffbindenden Bakterien erst einmal verschwunden, lässt sich in einem solchen Boden übrigens auch leicht "beweisen", dass es "ohne Gabe von Kunstdünger nicht geht" und die Pflanzen ohne diesen nur noch wenig wachsen.

Blutregen?

In manchen Chroniken lässt sich nachlesen, dass Menschen im Mittelalter manchmal einen großen Schreck bekamen, weil sie glaubten, es habe "Blut" geregnet. Ursachen waren Wasserpfützen, die rotes Wasser enthielten. Geht man solchen Berichten auf den Grund, findet man, dass dieses Phänomen wahrscheinlich durch eine besondere Algenart verursacht wurde, die wir auch in Handschuhsheim fanden: die Blutregenalge (*Haematococcus pluvalis*) Bild 18 zeigt solche Blutregenalgen in ca. 300-facher Vergrößerung.



Bild 18 Blutregenalge (Haematococcus pluvalis), 300x

Bild 19 zeigt, dass die leuchtendroten Algen in einer Gallertkugel eingebettet sind. Die rote Farbe der Blutregenalge entsteht durch Carotinoide, die die Alge vor der UV-Strahlung der Sonne schützen. Die Blutregenalge nimmt diese Form besonders dann an, wenn die Sonnenstrahlung sehr stark ist. In diesem Stadium kann sie auch trocken längere Zeit überdauern, sie bildet dann eine dunkelrote Kruste am Boden der Pfütze, die wie geronnenes Blut aussieht.

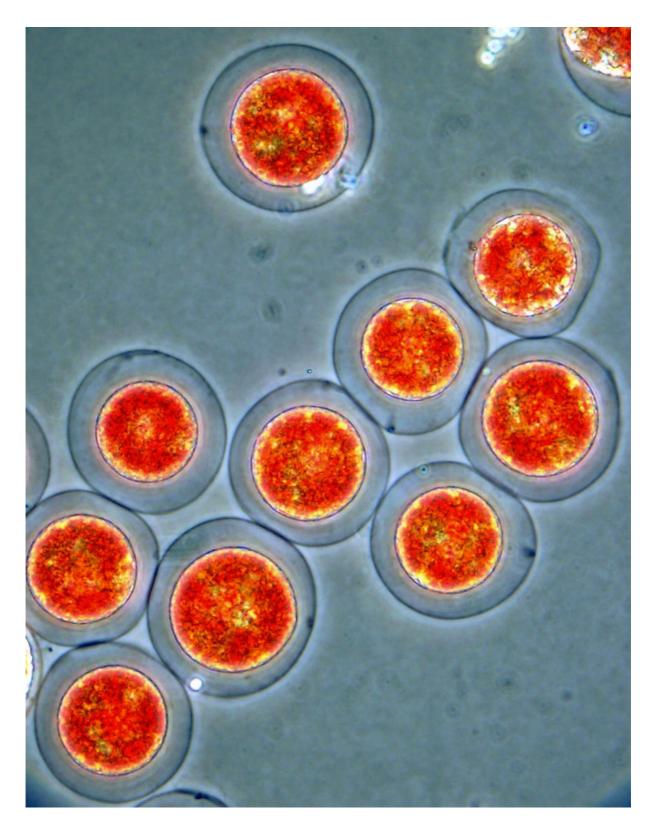


Bild 19 Blutregenalgen mit sichtbarer Gallerkugel, 600x

Die Blutregenalge kann sich aber auch in ein grünes Stadium umwandeln (Bild 20) In diesem bildet sie zwei Geißeln aus, mit denen sie im Wasser schwimmen kann.



Bild 20 Blutregenalge beim Übergang zur grünen Form, 300x

Wir fanden die verschiedenen Stadien der Blutregenalge in mehreren Wasserpfützen in Handschuhsheim. Nicht überliefert ist allerdings, dass Handschuhsheimer in früheren Zeiten durch Blutregen erschreckt worden wären. Die Handschuhsheimer waren anscheinend auch in früheren Zeiten schon schlauer als andere Leut'...

Bärtierchen in der Tiefburg

Gar nicht selten in Handschuhsheim sind interessante Bärtierchen. Sie leben vor allem in Moospolstern, z.B. auf der Buntsandsteinbrüstung der Tiefburg (Bild 21 in 200facher, Bild 22 der vordere Teil mit dem Kopf in 600facher Vergrößerung) und des Michaelsklosters auf dem Heiligenberg.



Bild 21 Bärtierchen, 200x



Bild 22 Bärtierchen, 600x

Bärtierchen sind Vielzeller, mit einfachem Gehirn, Augen, Mund und 8 Beinen. Wenn ihr Lebensraum austrocknet, kapseln sie sich ein und können in diesem Dauerstadium Jahre überleben. Wenn wieder Wasser auf das Moos fällt, erwachen sie einfach wieder zum Leben. Es ist drollig, lebende Bärtierchen im Mikroskop zu beobachten. Sie erinnern an Teddybären, die sich mit 8 Beinen fortbewegen.

So könnte man noch vieles erzählen. Der Mikrokosmos ist eine eigene Welt um uns herum, von der wir normalerweise nichts sehen und wissen, die aber mit unserem Leben in vielfältigen Wechselwirkungen steht.