Für Mensch & Umwelt

Wasserkurs 2020

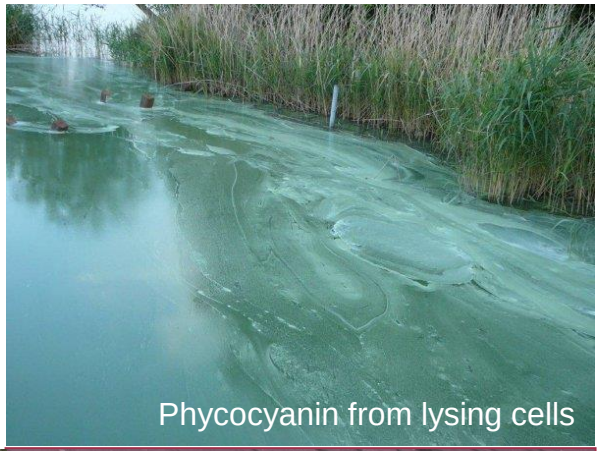
Toxische benthische Cyanobakterien

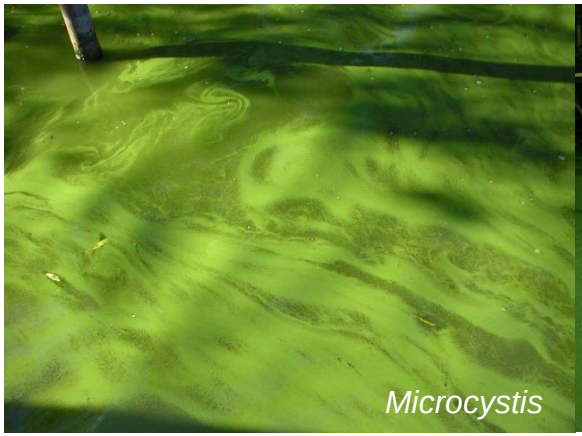
Jutta Fastner

FG II 3.1 Trinkwasserressourcen und Grundsatzfragen der Trinkwasserhygiene

Cyanobakterien („Blaualgen“)

- Gram-negative Bakterien
- Oxygene Photosynthese, akzessorische Pigmente (bläulich, rötlich)
- Freischwebend (planktisch) und festsitzend (benthisch)
- Blütenbildung in eutrophen Gewässern (planktisch)
- **Toxine**: Hepatotoxine (Microcystin, Cylindrospermopsin)
  Neurotoxine (Anatoxin, Saxitoxin)


Phycocyanin from lysing cells


Microcystis

Microcystis

Planktothrix rubescens

Benthische Cyanobakterien

- Flüsse, Uferbereiche von Seen, Feuchtgebiete, Abwasserteiche, u.a.
- Wachstum auf sandigem und steinigem Sediment, Wasserpflanzen

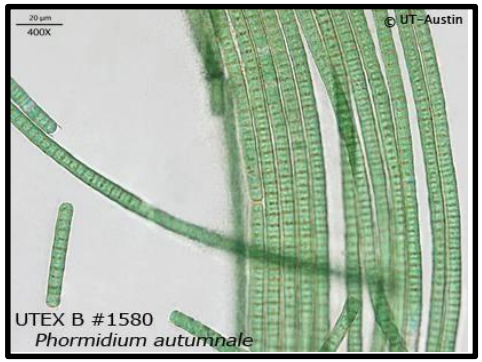
- Vorkommen oft auch in Gewässern mit wenig Nährstoffen (mesotroph, oligotroph)

→ Mobilisierung von Nährstoffen aus dem Sediment durch Vergesellschaftung mit Bakterien, Pilzen und Algen

- Zunahme durch Verbesserung der Wasserqualität!?
- Wachstum vor allem beeinflusst durch Abfluss und Wasserstand, Licht, Temperatur, Nährstoffe
- Matten können sich ablösen und flottieren

Toxische benthische Cyanobakterien

Phormidium/Microcoleus



Anatoxin-a, DhAnatoxin-a
Homoanatoxin-a, Microcystin

Oscillatoria

Anatoxin-a, Microcystin

Anabaena

Anatoxin-a, Cylindro-spermopsin, Saxitoxine

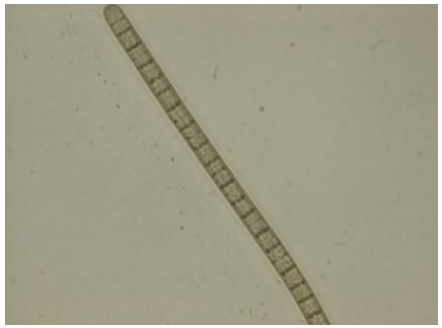
- Toxinbildung vgl. planktische Cyanobakterien (Hepatotoxine, Neurotoxine)
- Versch. Arten/Stämme können unterschiedliche Toxine produzieren → mehrere Toxine in Matten möglich
- Keine umfassenden Daten zum Vorkommen von toxischen benthische Cyanobakterien in Deutschland

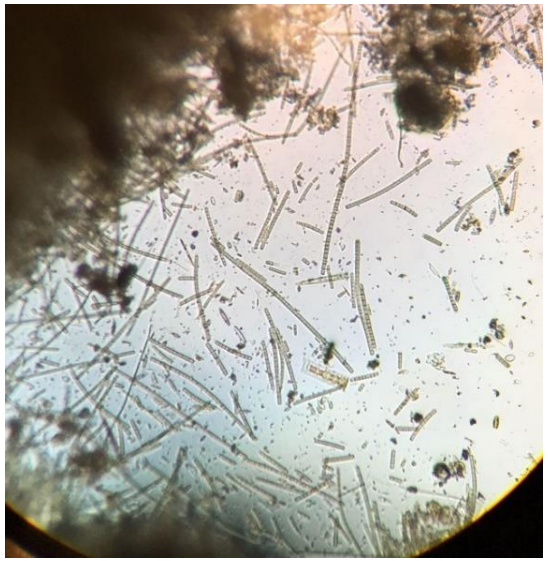
Tychonema

Anatoxin-a, DhAnatoxin-a

Tychonema im Tegeler See (Berlin)

- Hundesterben im Mai 2017
- Sanierung seit 1984 → keine Cyanobakterienblüten mehr
- Große Bereiche mit schwimmendem Quellmoos
- *Tychonema* im Quellmoos (tychoplanktisch)





Anatoxin-a im Tegeler See (Berlin)

- Höchste ATX-Konzentrationen in 2017
- Seit 2018 Konzentrationen meist <10 µg/l (Wasserpflanzen assoz.)
- Selten Spuren von ATX im Freiwasser
- Hohe Variabilität des Auftretens und der Konzentrationen (Besiedlung)
- Hundesterben in 2019 bei geringen ATX-Konzentrationen (?)

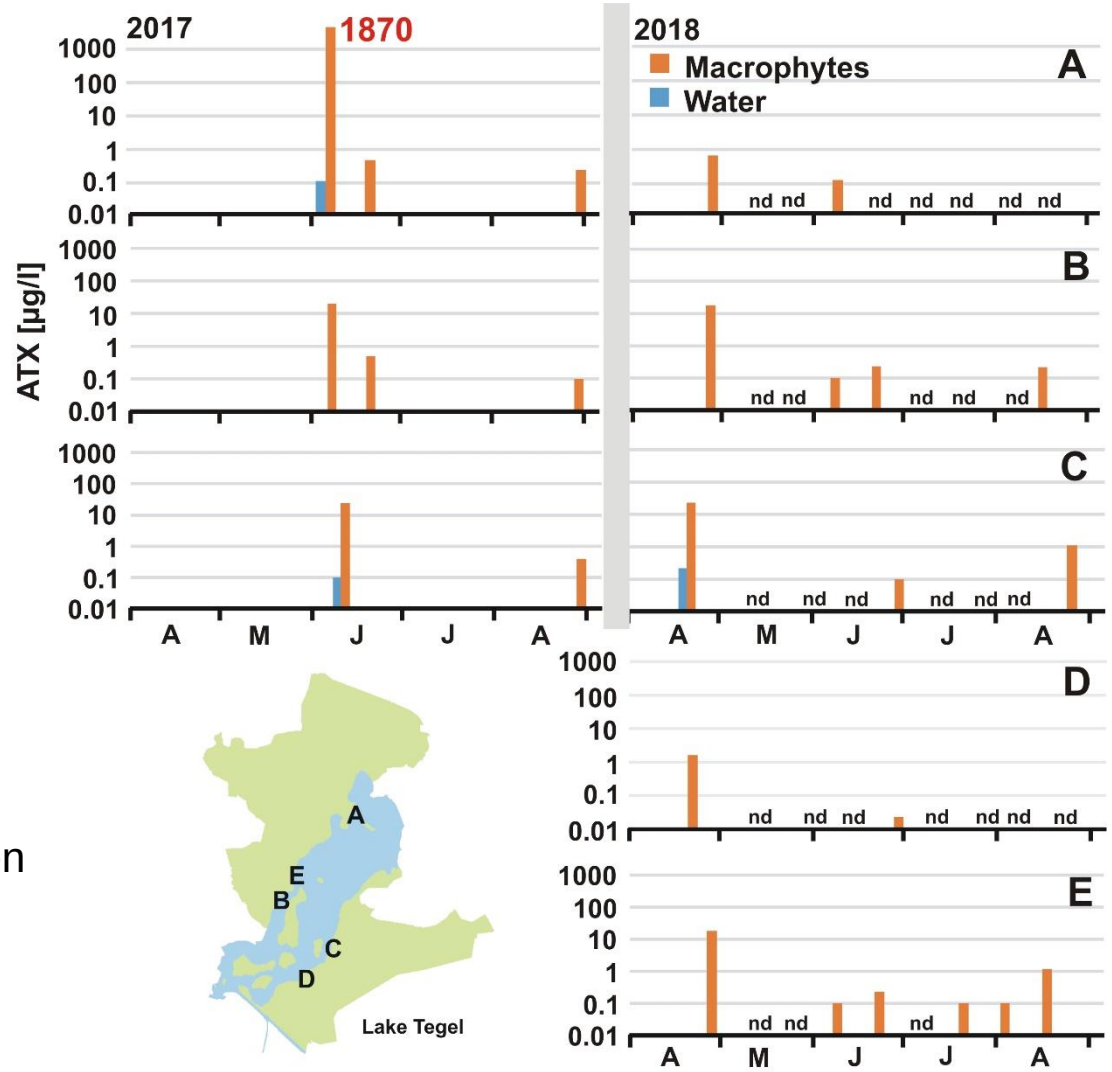
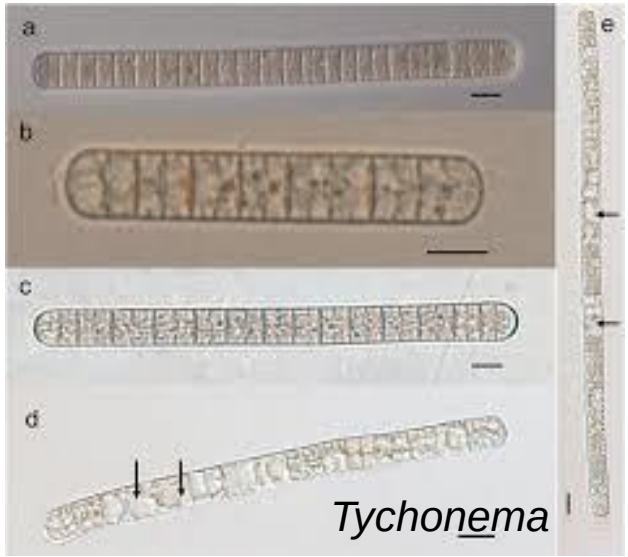


Fig 3: ATX in Lake Tegel 2017-2018

(Fastner *et al.*, 2018)

Toxinproduzenten im Tegeler See

- *Tychonema* im Mai 2017
- Anderen pot. Toxinproduzenten in den Makrophyten: *Phormidium*/*Microcoleus*, *Geitlerinema*
- Mikroskop. Identifikation oft nicht eindeutig → Genetik
- Probe vom Mai 2019 zeigt hohe Übereinstimmung mit *Microcoleus anatoxicus*



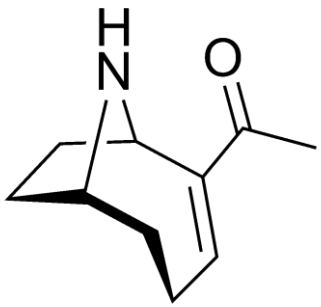
Zhang *et al*. (2016)

M. anatoxicus

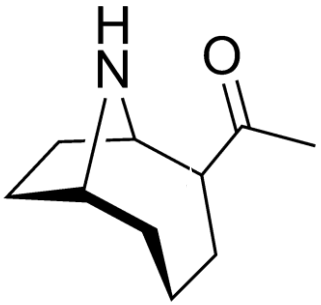
(Conklin *et al*. 2020)

Dihydroanatoxin-a

- *Microcoleus anatoxicus* produziert v.a. Dihydroanatoxin-a
- DhATX kein Abbauprodukt von ATX, stammspezifisch
- Orale LD_{50} von Dihydroanatoxin-a ist 4x niedriger als von Anatoxin-a (2,5 mg/kg, Puddick et al. 2020)
- Isolierte Stämme aus dem Tegeler See (*Phormidium/Microcoleus*) produzieren überwiegend Dihydroanatoxin-a
- Dihydroanatoxin-a im Tegeler See, vermutlich in deutlich höheren Konzentrationen als Anatoxin-a (Hundesterben 2019)



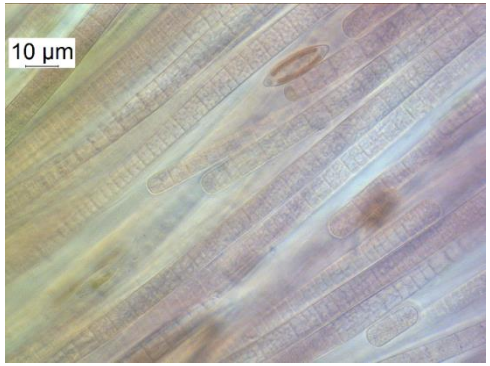
Anatoxin-a

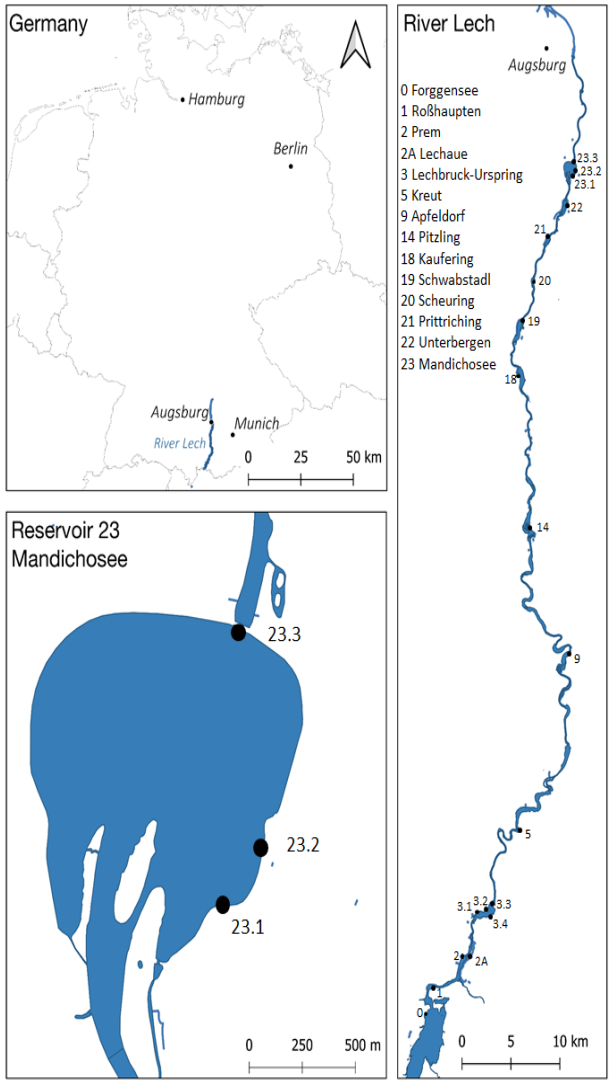


Dihydroanatoxin-a

ATX-produzierende *Tychonema* im Lech und Stauseen (2019)

- Hundesterben im Mandichosee im August 2019
- Benthische *Tychonema*
- Vorkommen bereits in den letzten Jahren?

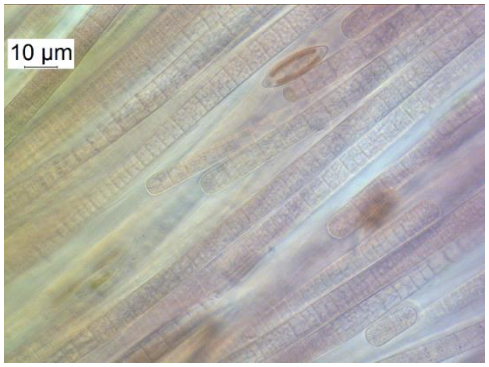


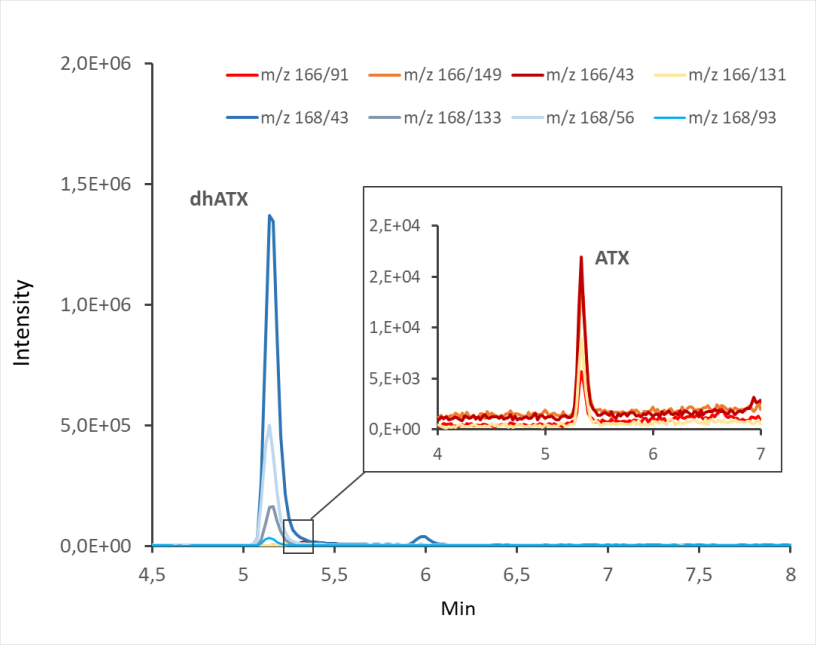


(Bauer et al., submitted)

Anatoxine produzierende *Tychonema* im Lech und Stauseen (2019)

- Hundesterben im Mandichosee im August 2019
- Benthische *Tychonema* (genetisch bestätigt)
- Konzentration an Anatoxinen (ATX und DhATX) bis 68.000 µg/l in Proben mit hoher Biomasse
- Nur Spuren an gelösten Anatoxinen (< 1 µg/l) im Freiwasser
- Anatoxine im Mageninhalt der verendeten Hunde nachgewiesen





(Bauer *et al.*, eingereicht)

Risiko durch toxische benthische Cyanobakterien

- Vorkommen von kritischen Anatoxin-Konzentration (ATX und DhATX) bis 68.000 µg/l in Proben mit hoher Biomasse >>> 30 µg/l (UBA-Empfehlung, WHO)

- LD_{50} Kind (10 kg): 25 mg DhATX (0,35 Liter)
  LD_{50} Erwachsener (60 kg): 150 mg DhATX (2 Liter)

- Exposition des Menschen?
  - Keine Toxine im Freiwasser
  - Tychoplanktische Cyanobakterien:
    Risiko für spielende Kinder, unbeabsichtigte Aufnahme bei Badeunfällen (?)
  - Benthische Cyanobakterien:
    höhere Exposition bei flottierenden Matten
    Risiko für Kinder und bei Badeunfällen (?)

https://www.suedostschweiz.ch/ereignisse/2017-09-28/entwarnung-gift-war-in-den-blaualgen

Überwachung (UBA-Empfehlung 2015)

- Derzeitige Überwachung bezieht sich auf planktische Cyanobakterien: Sichttiefe, Mikroskopie (ggf. Chl.-a, Biovolumen, Toxine)
- Nicht geeignete für die „unsichtbaren“ tychoplanktischen oder benthischen Cyanobakterien
- Derzeitige Lösungsansätze:
  - Räumung von Badestellen (Wasserpflanzen)
  - Aufklärung und Warnhinweise (kein Wasser schlucken, Kinder, Hunde, Ansammlung von Wasserpflanzen und Matten meiden)
  - Badeverbot
- Routinemäßige Überwachung von benthischen Cyanobakterien derzeit nur in Neuseeland

Zusammenfassung

- Benthische und tychoplanktische toxische Cyanobakterien werden oft in Zusammenhang mit Intoxikation von Hunden entdeckt (Tegeler See, Mandichosee, Neuenburger See)
- Keine umfassenden Daten zum Vorkommen von (toxischen) benthische Cyanobakterien in Deutschland
- Kritische Konzentrationen an Anatoxinen, v.a. an DhAnatoxin-a, nicht selten
- Dihydroanatoxin-a deutlich toxischer als Anatoxin-a
- Auftreten benthischer Cyanobakterien meist lokal begrenzt und keine Toxine im Freiwasser → Risiko vor allem für Kinder und bei Badeunfällen (?)
- Überwachung von Badegewässern: Räumung von Wasserpflanzen, Aufklärung, Warnhinweise, Badeverbot…..
- Aufnahme in UBA-Empfehlung?

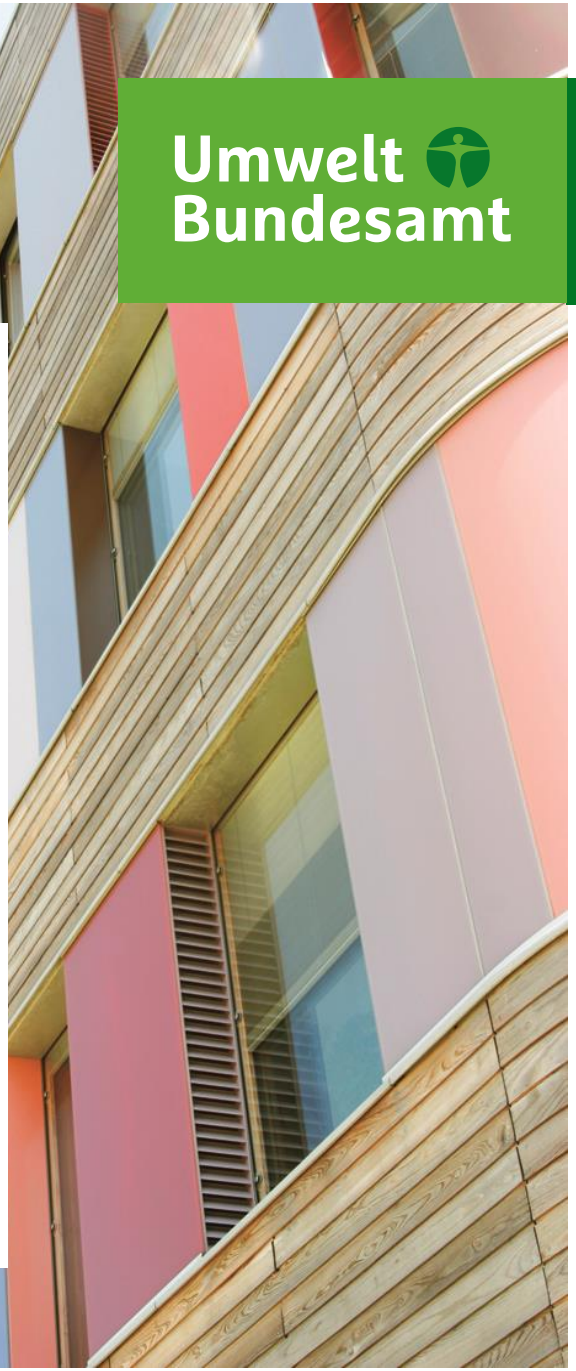
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Umweltbundesamt
David Konkol

Landeslabor Berlin Brandenburg
Anja Hoffmann

Landesamt für Gesundheit und Soziales, Berlin
Roswitha Kröger, Claudia Levin

Bay. Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Bernadett Bartha-Dima, Christine Höller

TU München
Franziska Bauer, Uta Raeder

Universität Potsdam
Jonna Teikari, Elke Dittmann