OOPNET

Object-Oriented Pipe Network Analyzer

KWB

TU Graz

Die digitale Revolution macht auch vor dem *W*assersektor nicht halt. Sie bietet neue Möglichkeiten, um offene Probleme in der *W*asser*w*irtschaft zu lösen (z.B. Klima*w*andel, Urbanisierung, demographischer *W*andel oder der Rückgang von Investitionen).

Durch neue Technologien (z.B. das Internet der Dinge oder Algorithmen der künstlichen Intelligenz) und immer größerer Datenmengen ändert sich auch das Anforderungsprofil moderner Bauingenieur:innen und *W*asser*w*irt:innen, in deren Ausbildung die Digitalisierung noch nicht vollends Einzug gefunden hat.

Einfach zu bedienende Tools sind deshalb nötig, um auch Personen ohne große Programmiererfahrung die An*w*endung von Algorithmen und die Ent*w*icklung neuer Methoden zu ermöglichen.

Genau das ist die Motivation hinter dem internationalen Open-Source Projekt OOPNET.

*W*as ist OOPNET?

OOPNET ist eine Python-Bibliothek zur hydraulischen Modellierung von Trink*w*assernetzen. Es ermöglicht deren Erstellung, Bearbeitung, Simulation und Analyse auf Basis von EPANET in Python. EPANET *w*urde 1993 von der US Environmental Protection Agency ent*w*ickelt und ist der Industriestandard in der Trink*w*assermodellierung.

Durch die Nutzung von Python, der meistgenutzten Programmiersprache der *W*elt, stehen mächtige Programmpakete zur Verfügung. Von Datenanalyse-Tools und Optimierungsalgorithmen über Monte-Carlo-Simulationen bis hin zu Googles AI-Bibliothek Tensorflo*w*. Damit ergeben sich schier unendliche Möglichkeiten, OOPNET für die Digitalisierung in der *W*asser*w*irtschaft einzusetzen.

Die Designphilosophie von OOPNET fokussiert sich auf Benutzerfreundlichkeit, Er*w*eiterbarkeit, Skalierbarkeit und Kollaboration.

Benutzerfreundlichkeit - Eine intuitive Syntax und eine detaillierte Dokumentation samt praxisnahen Beispielen vereinfachen den Einstieg in OOPNET auch für Programmieranfänger:innen.

Er*w*eiterbarkeit - Der modulare Aufbau erlaubt vielfältige Er*w*eiterungsmöglichkeiten, *w*ie zum Beispiel graphenbasierte Algorithmen, Optimierungs*w*erkzeuge oder Analysetools.

Skalierbarkeit - OOPNET läuft so*w*ohl auf Heim-PCs von Studierenden als auch auf Hochleistungscomputern von Universitäten oder in der Cloud (z.B. Amazon A*W*S, Google Cloud Platform).

Kollaboration - Die Nutzung der Code-Plattform GitHub ermöglicht die gemeinsame *W*eiterent*w*icklung neuer Funktionalitäten von OOPNET, damit es immer up-to-date bleibt.

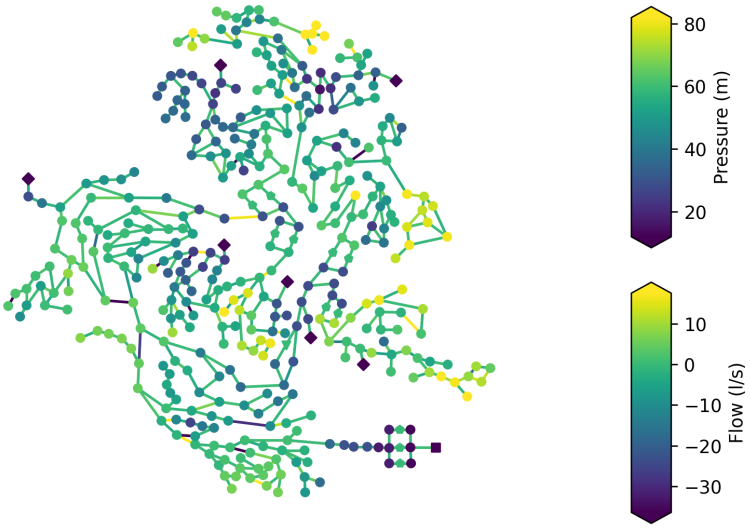
Die Vorteile von OOPNET

Arbeiten mit OOPNET ist einfach. Die Kernaufgaben können durch simple Funktionen aufgerufen werden: „`read`“ liest ein Netzwerk ein, das dann bearbeitet werden kann, „`run`“ führt Simulationen aus, deren Ergebnisse durch „`plot`“ graphisch dargestellt werden. Die benutzerfreundliche Syntax ist immer dieselbe, egal ob am Heim-PC oder am Supercomputer.

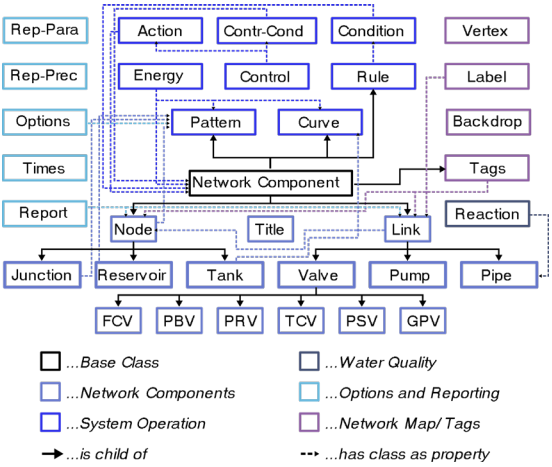
```
import oopnet as on

network = on.Network.read(“model.inp“)
results = network.run()
network.plot(nodes=results.pressure,
             links=results.flow)
```

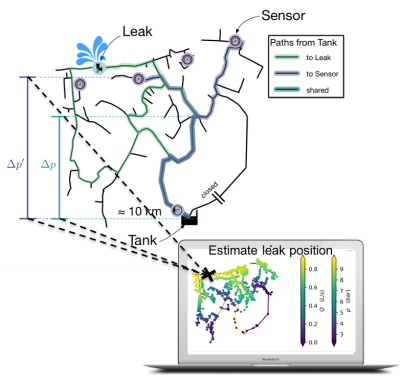
OOPNET erstellt „publication-ready“ Grafiken und Animationen. Jeder Plot mit OOPNET wirkt modern und könnte direkt in eine wissenschaftliche Publikation übernommen werden. Möchte man noch ausgefallenere Plots erstellen, können die Grafiken nach eigenen Vorstellungen angepasst werden. Darüber hinaus können auch GIFs, Videos, Animationen und interaktive Widgets erstellt werden. Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt!



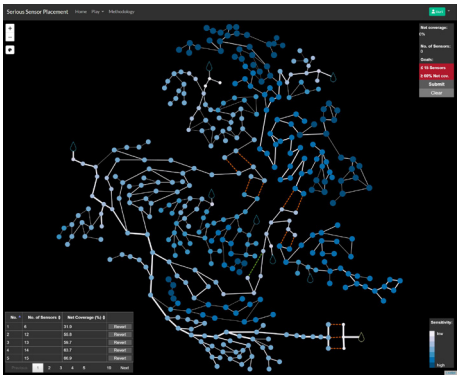
OOPNET ist modular. Es ist nach objekt-orientierten Paradigmen aufgebaut, und kann dadurch einfach um *w*eitere Funktionalitäten er*w*eitert *w*erden. Ganz nebenbei unterstützt es dadurch auch die Zusammenarbeit mehrerer über die *W*elt verstreuter Programmierer:innen.



OOPNET ist vielseitig. Bis jetzt *w*urde OOPNET bereits für verschiedenste An*w*endungs*z*wecke eingesetzt: Modell-basierte Leckagelokalisierung, optimale Sensorplatzierung, automatische Kalibrierung, Graphentheorie, genetische Algorithmen, Sektorisierung und in *w*eb-basierten Serious Games. *W*er *w*eiß, *w*as die Zukunft bringt. The sky is the limit!



Modell-basierte Lecklokalisierung



Sensor Placement als Serious Game

Die Geschichte hinter OOPNET

Ursprünglich entstand OOPNET im Rahmen von österreichischen *W*asserforschungsprojekten zur modellbasierten Lecklokalisierung und der optimalen Sensorplatizerung. Seither *w*urde es aber kontinuierlich unter der Mitarbeit von *W*issenschaftler:innen und Programmierer:innen aus elf verschiedenen Ländern *w*eiterent*w*ickelt und verbessert.

OOPNET *w*urde erstmals 2015 in Leicester (England) bei der internationalen Konferenz „Computing and Control in the *W*ater Industry" vorgestellt und publiziert[1]. Mittler*w*eile *w*urde diese Publikation mehr als 4.000-mal auf Research Gate heruntergeladen und 19-mal in *w*issenschaftlichen Publikationen zitiert. Im Sommer 2022 *w*urde OOPNET als Open Source Soft*w*are auf GitHub veröffentlicht, und erfreut sich seither regen Interesses.

OOPNET trägt zu ausgezeichneter Forschung bei

2016 *W*asserland Steiermark Preis der Steirischen Landesregierung für das Projekt „Aktives Zustandsmonitoring"

2018 *A*ward of Excellence des Bundesministeriums für Bildung, *W*issenschaft und Forschung für die Dissertation „Modellbasierte Leckagelokalisierung"

2019 Studienpreis der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und *W*asserfach für die Masterarbeit „Serious Sensor Placement"

2020 BattleDIM - erster Platz bei der *W*eltmeisterschaft zur Lecklokalisierung in Peking, China

[1] Steffelbauer, D., & Fuchs-Hanusch, D. (2015). OOPNET: An object-oriented EPANET in Python. Procedia Engineering, 119, 710–718. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.924

Über OOPNET

OOPNET ist ein einfach zu bedienendes Python-Tool zur Erstellung, Bearbeitung und Simulation von Trink*w*asserversorgungssystemen. Es unterstützt Bauingenieur:innen in allen Aspekten der Digitalisierung der *W*asser*w*irtschaft.

Dipl.-Ing. **Georg Arbesser-Rastburg**
ist Universitätsassistent am Institut für Siedlungs*w*asser*w*irtschaft und Landschafts*w*asserbau der Technischen Universität Graz und beschäftigt sich mit der zukunftssicheren Planung von Trink*w*asserversorgungssystemen.

Dr. **David B. Steffelbauer**
ist Leiter der Hydroinformatics-Gruppe am Kompetenzzentrum *W*asser Berlin und arbeitet an künstlichen-Intelligenz-Algorithmen und der Digitalisierung der *W*asser*w*irtschaft.

https://oopnet.readthedocs.io

KWB

TU Graz

David Steffelbauer
Kompetenzzentrum *W*asser Berlin gGmbH
david.steffelbauer@kompetenz-*w*asser.de
www.kompetenz-*w*asser.de

Georg Arbesser-Rastburg
Technische Universität Graz
arbesser.georg@gmail.com
www.sww.tugraz.at