

# ***MÖGLICHKEITEN DER WASSERHAUSHALTSMODELLIERUNG VON STADTBÄUMEN ZUR RESILIENZSTEIGERUNG***

M. Eng. Martin Schreiner, Dr. Barbara Jäckel, MBA Falk Böttcher,  
Dr. habil. Jürgen Müller, B. Eng. Alexander Block, M. Sc. Alice Künzel  
11. Fachsymposium Stadtgrün des BMEL, 10.11.2021

Senatsverwaltung  
für Umwelt, Verkehr  
und Klimaschutz

**BERLIN**



## Einleitung

### Projekt „Wasserhaushaltsmodellierung zur Erhöhung der Resilienz von Straßenbäumen in Berlin“

#### Partner

- Pflanzenschutzamt Berlin
- SenUVK Abt. III Klimaschutz/Klimaanpassung
- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Naturwissenschaftlicher Verein Eberswalde e.V.

#### Finanzierung

- Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030

#### Dauer

- 10/2018 – 12/2021

### Zentrale Fragen:

Ist es möglich anhand von Modellberechnungen standort- und (Baumarten)spezifische Bewässerungsempfehlungen für Stadtbäume zu entwickeln, die auch **praxistauglich** sind?

Wie verhalten sich Stadtbäume in unterschiedlichen Substraten/Böden bei Trockenstress im Wachstum?

\*Gibt es messbare Unterschiede in der Reaktion auf Trockenstress bei unterschiedlichen Baumarten – Klimatolerante Baumarten?

\* <https://raumberg-gumpenstein.at/forschung/forschung-aktuelles/tagungsnachlese/nachlese-der-19-gumpensteiner-lysimetertagung-2021.html>

## Material und Methode

- Ermittlung Bodenart -> Feldkapazität, WP
- Messung Saugspannung in 3 Tiefen, wöchentl.
- Auflösung
- Messung Bodenfeuchte mittels FDR-Sonde, stündl. Auflösung
- Saftflussmessungen HRM an Einzelbäumen
- Erfassung phänologische Parameter
- Erfassung Wachstumsparameter, Triebhöhen und Dickenwachstum (Mikrodendrometer)



Glienicker Weg, Berlin-Adlershof, seit 2012 bepflanzte mit *Ulmus Resista* 'New Horizon'



Lysimeterstation Drachenkopf/Eberswalde, seit Fj. 2019 bepflanzte mit *Tilia cordata* und *Quercus frainetto*

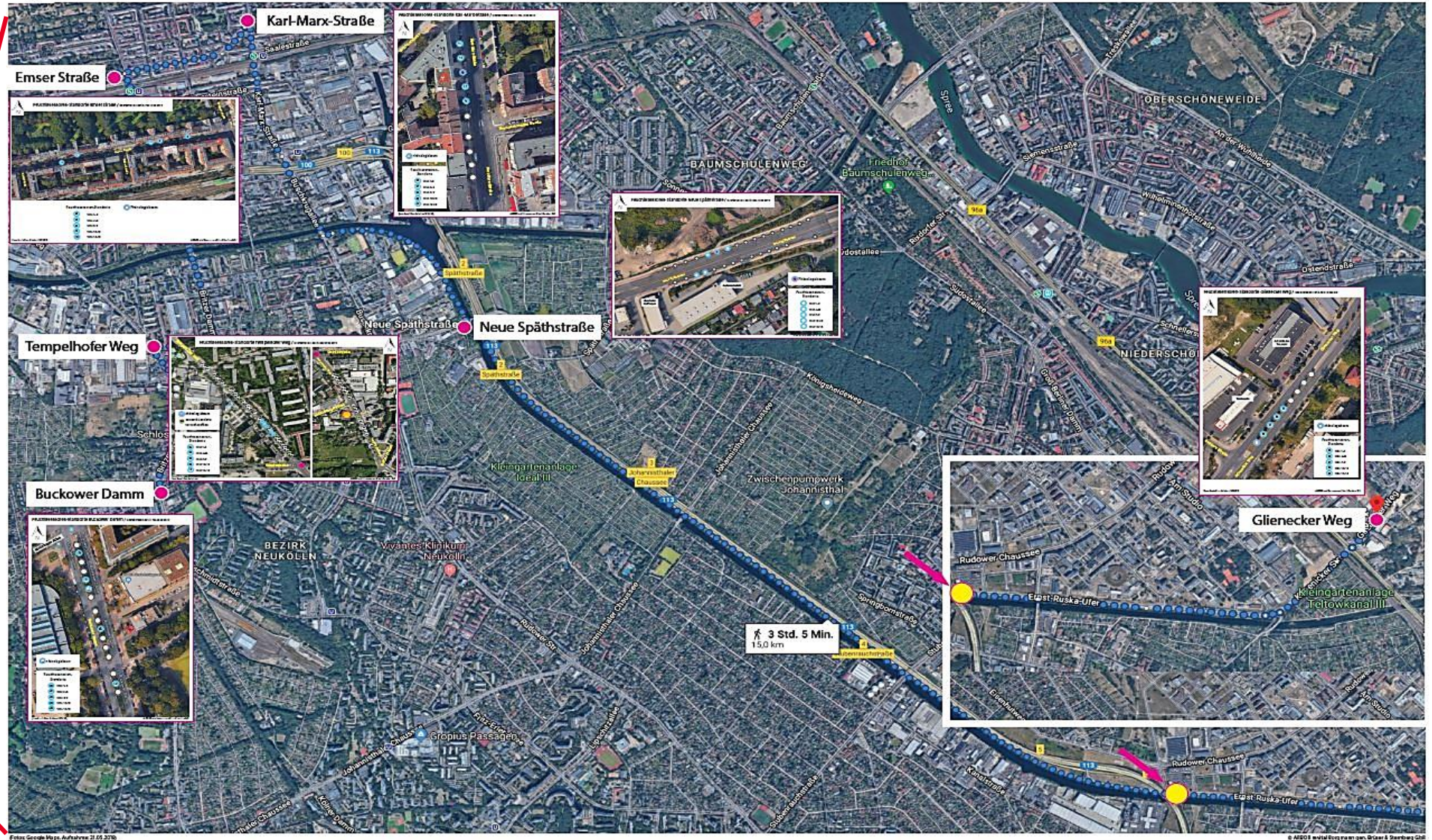


Material und Methode

Folgende Baumarten wurden untersucht und modelliert:

- *Quercus frainetto*
- *Quercus robur*
- *Styphnolobium (Sophora) japonica*
- *Tilia cordata*
- *Ulmus Resista*

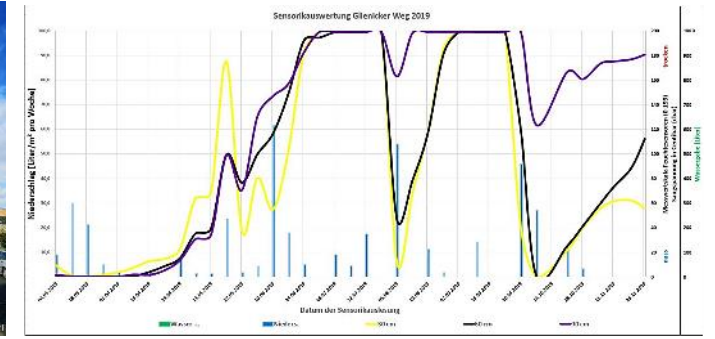
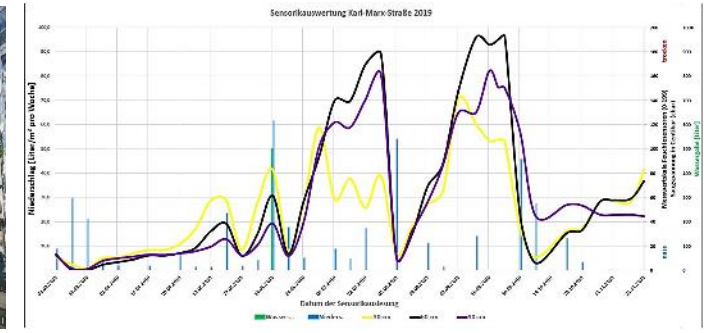
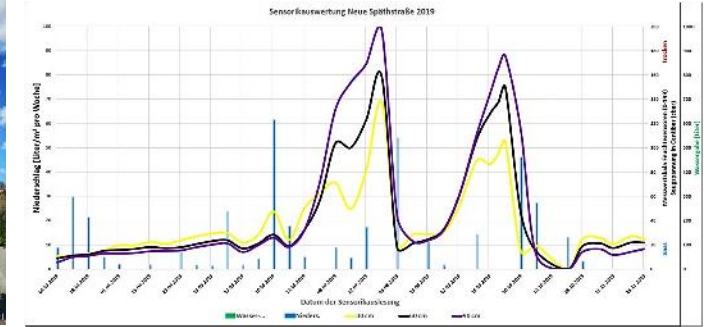
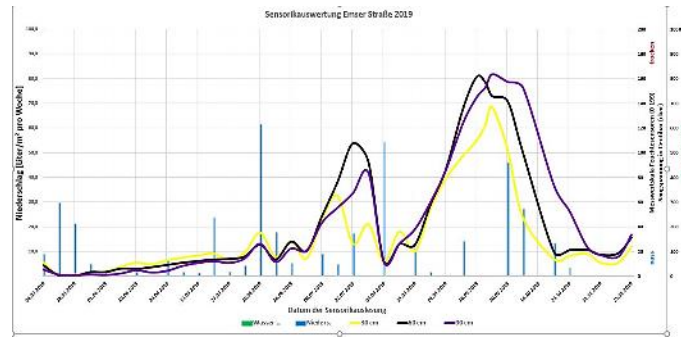
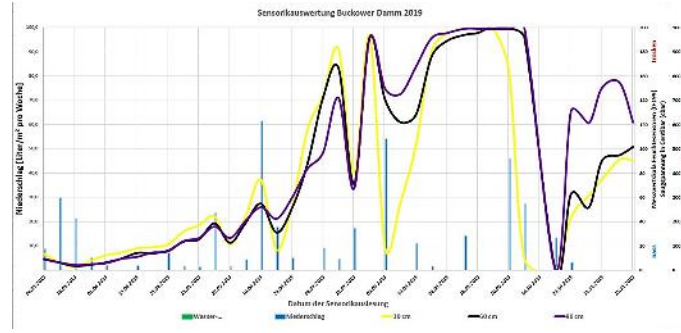
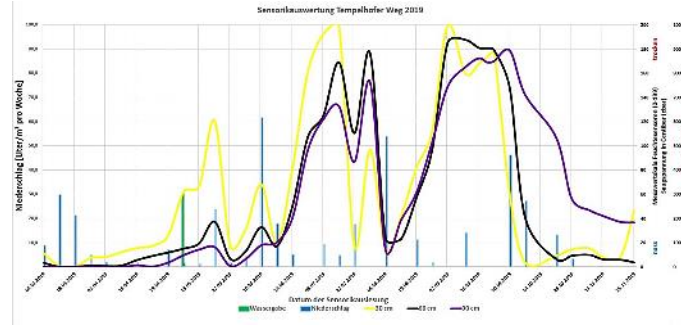
Übersichtsplan Berlin-PSA, Feuchtesensorik / Sensorikstandorte 21.05.2019





Material und Methode

Beispiel der Datenerfassung an Berliner Untersuchungsstandorten mittels Tensiometer (Typ: Watermark) in 3 Tiefen





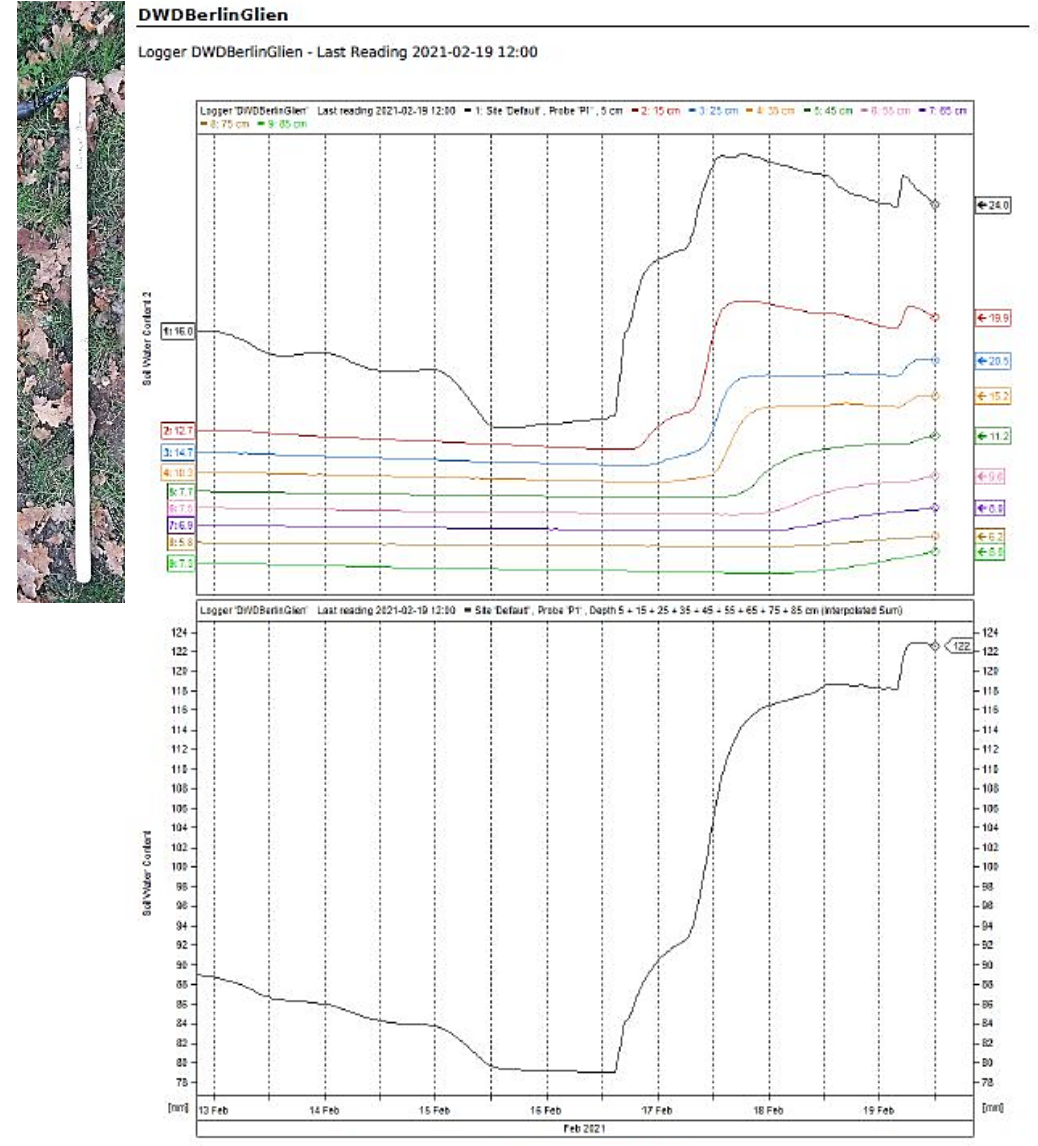
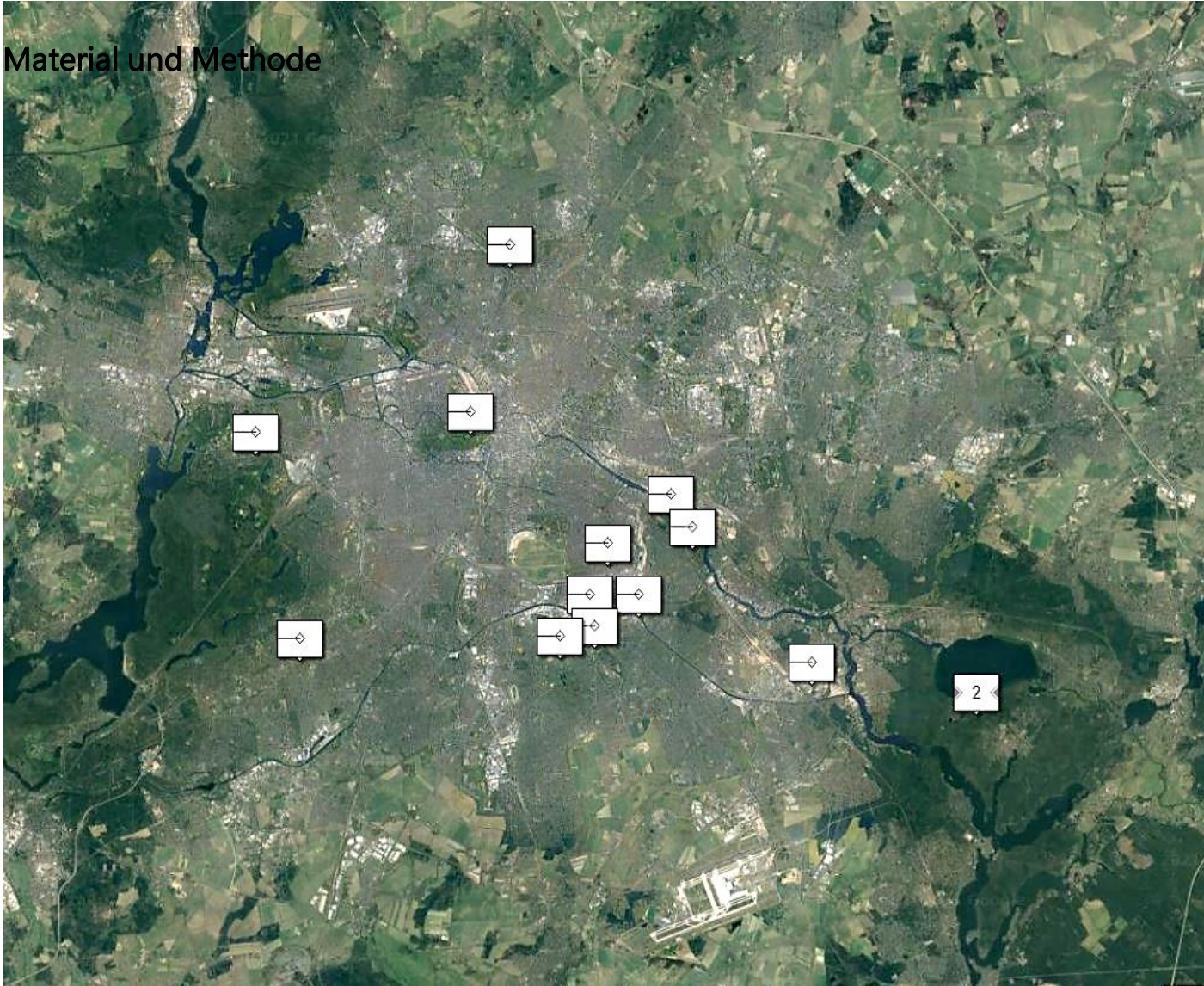
## Material und Methode

Beispiel der Datenerfassung an Berliner Untersuchungsstandorten mittels FDR-Rohrsonde (Typ: Sentek) bis in 90 cm Tiefe





Material und Methode



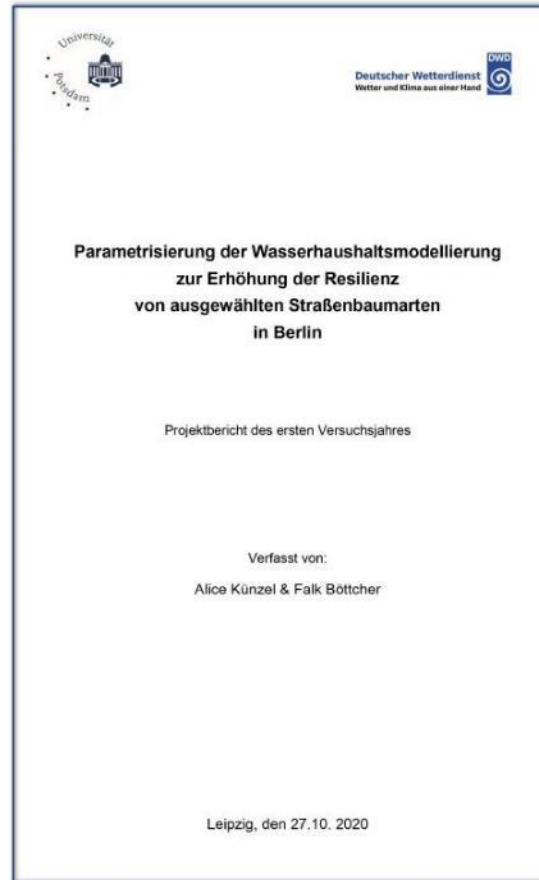
Quelle: www.irrimaxlive.com



## Material und Methode

### Inputparameter für die Modellierung AMBAV\* sind:

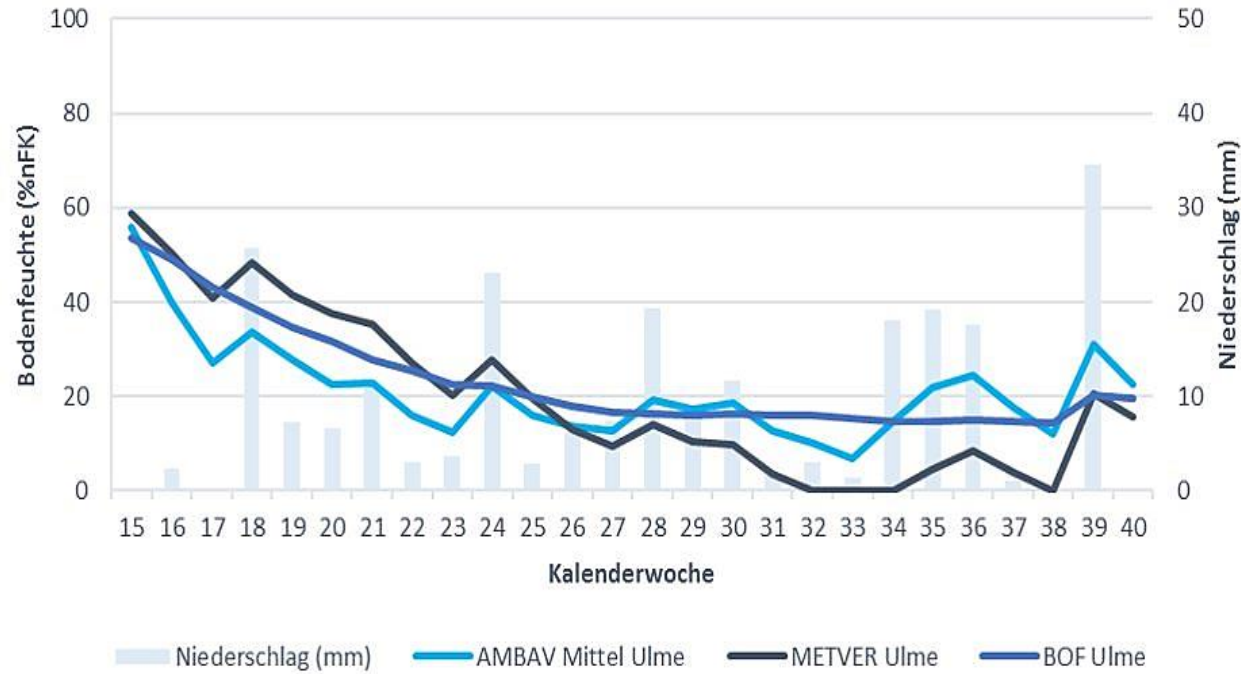
- Bodenart
- Baumart (LAI, Bedeckungsgrad)
- Baumgröße
- Phänologie (kc-Faktoren)
- Aktuelle Klimadaten (Niederschlag, Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung, Wind)
- **Prognostizierte Klimadaten**



\* [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/ku\\_beratung/landwirtschaft/agrar\\_modelle/ambav.pdf?\\_blob=publicationFile&y=2](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/ku_beratung/landwirtschaft/agrar_modelle/ambav.pdf?_blob=publicationFile&y=2)



Material und Methode  
Modellierung in 2020

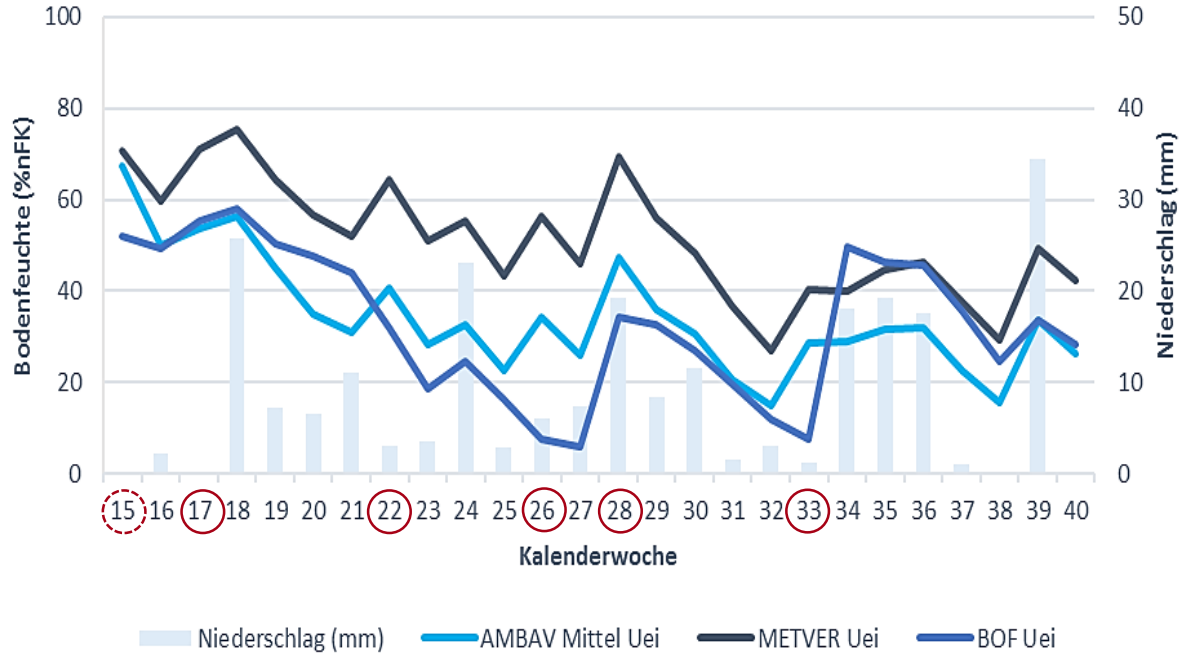


*Ulmus Resista 'New Horizon'*, Pflanzjahr 2012, Glienicker Weg, 0-90 cm Tiefe, Sandiger Lehm S13 (FK=27,0 Vol. %, WP=9,0 Vol. %)





Material und Methode  
Modellierung in 2020

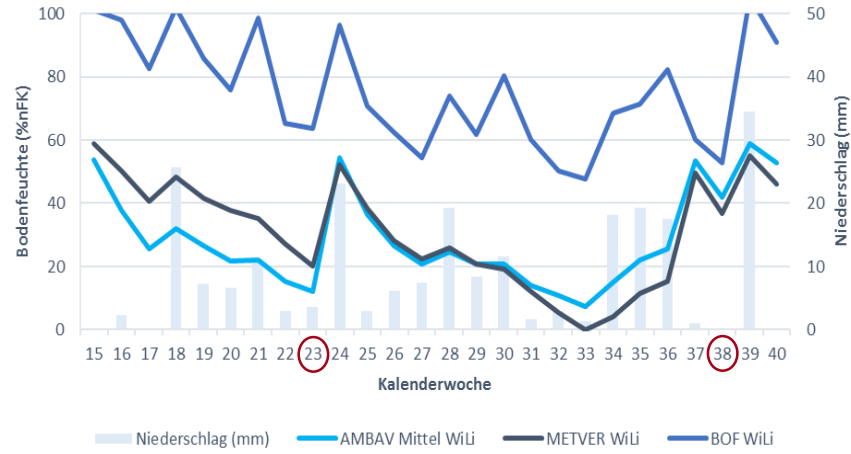


*Quercus frainetto*, Neue Späthstraße ,  
0-90 cm Tiefe,  
Rotgrand (FK=22,3 Vol.%, WP=4,1 Vol. %),  
bewässert in 2020





Material und Methode  
Modellierung in 2020

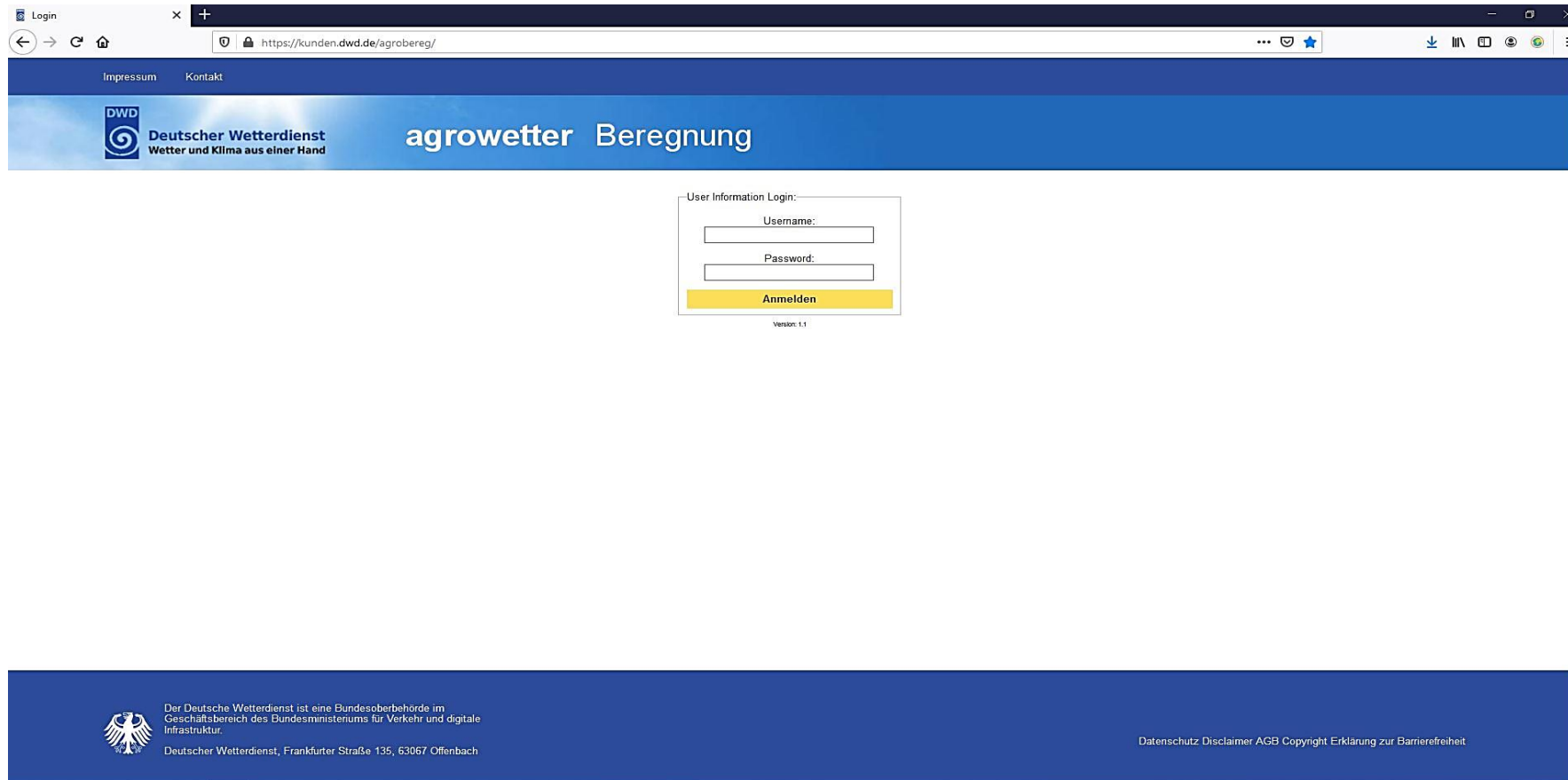


Gemessene und modellierte Bodenfeuchte 2020 für *Tilia cordata*

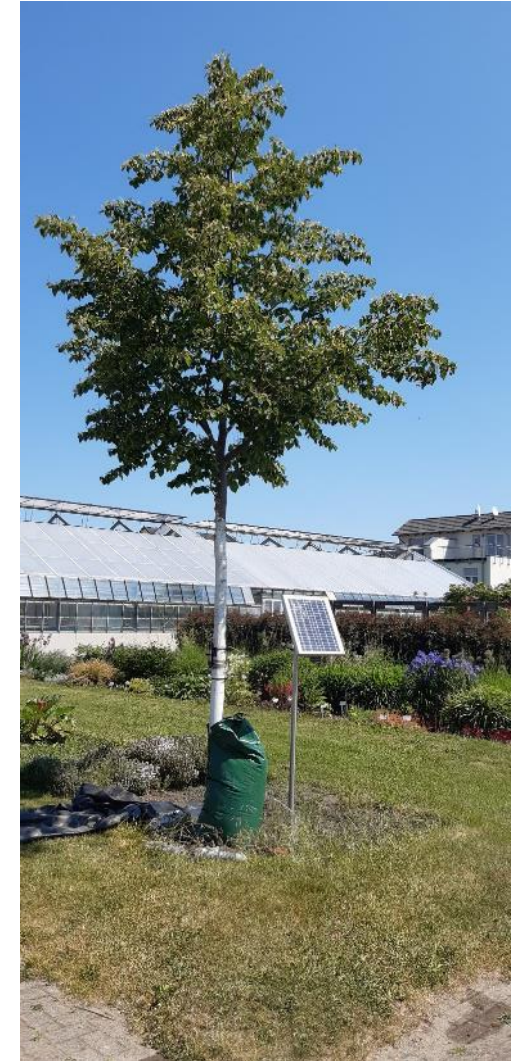




## Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*



- Passwort geschützte Seite





## Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*

Definitionen	Aufträge			Niederschlag einpflegen		
	Feld	Name	Kultur	Pflanzenentwicklung	Berechnungsmenge	Berechnung
neues Feld	Stadtbäume	Apfel Acker PSA	Apfel, nackter Boden (Test)	bearbeiten	eingeben	starten
neuer Niederschlagsort	Stadtbäume	Stadtbaum	Schnurbaum - sophora japonica	bearbeiten	eingeben	starten
neuer Auftrag	Stadtbäume	Eiche Mohriner	Stieleiche - quercus robus	bearbeiten	eingeben	starten
Änderungen	Stadtbäume	Ung. Eiche Neue Späthstraße	Ungarische Eiche - quercus frainetto	bearbeiten	eingeben	starten
	Stadtbäume	Zerreichen Lichtenberg 2	Ungarische Eiche - quercus frainetto	bearbeiten	eingeben	starten
Felder bearbeiten	Stadtbäume	Auftragsname	Winterlinde - tilia cordata	bearbeiten	eingeben	starten
Niederschlagsorte bearb.	Stadtbäume	Linde Acker PSA	Winterlinde - tilia cordata	bearbeiten	eingeben	starten
Aufträge bearbeiten						

**Bedienungsanleitung**

Die für das Feld anzugebende Feldkapazität sowie der Welkepunkt können über drei verschiedene Wege angegeben werden.

Bitte Wählen sie einen davon

über Bodenzahl	über grobe Klassifizierung	über Direkteingabe
----------------	----------------------------	--------------------

Auftragsname	Größe in ha (optional)
Linde Acker PSA	1.0
Kultur	Feld
Winterlinde - tilia cordata	Stadtbäume
Wetterstation	Niederschlagsort
10384 Berlin-Tempelhof	-> WETTERSTATION nutzen <-
max. Durchwurzelungstiefe in cm	Bewässerungsart
100	Tropfen
Startbodenfeuchte %nFK	
75	
speichern	



- Bei Anlegen eines Feldes/Auftrags sind im Vorfeld mehrere Parameter festzulegen (z.B. Bodenart, Startbodenfeuchte, Klimaparameter/Wetterstation, Bewässerungsart)



## Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*

Die Beratungssaison läuft vom 1. März bis 31. Oktober.

Gebiet oder Ort eingeben:  
Bitte mindestens 3 Zeichen eingeben

Station auswählen  
-- Bitte wählen --

Angaben zur Phasenentwicklung von Winterlinde - <i>tilia cordata</i>		
Phasen	Datum (TT.MM.JJJJ)	Berechnung ab (°nFK)
Knospenschwellen	<input type="text" value="25.03.2021"/>	<input type="text" value="40"/>
Beginn Blatentfaltung	<input type="text" value="09.05.2021"/>	<input type="text" value="40"/>
50% Blatentfaltung	<input type="text" value="12.05.2021"/>	<input type="text" value="30"/>
volle Blattausbildung	<input type="text" value="19.05.2021"/>	<input type="text" value="30"/>
Beginn Blattverfärbung	<input type="text" value="29.09.2021"/>	<input type="text" value="30"/>
Vegetationsende	<input type="text" value="01.11.2021"/>	<input type="text" value="20"/>
<b>speichern</b>		

www.dwd-shop.de

- Bei Auftragsanlage sind im Vorfeld mehrere Parameter festzulegen.





Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*

Vergleich der Niederschlagsmengen:

	Britz	Dahlem	Differenz: Britz - Dahlem
Januar	66,0	44,3	21,7
Februar	41,0	32,1	8,9
März	38,5	32,1	6,4
April	26,0	27,0	-1,0
Mai	58,0	53,3	4,7
Juni	49,0	58,0	-9,0
Juli	78,0	52,4	25,6
August	75,5	92,0	-16,5
September	39,5	35,0	4,5
Oktober	22,5	21,8	0,7
November			0,0
Dezember			0,0
Summe	494,0	448,0	46,0
LM	589,0		

Die Beratungssaison läuft vom 1. März bis 31. Oktober.

Gebiet oder Ort eingeben:  
Bitte mindestens 3 Zeichen eingeben

Station auswählen  
-- Bitte wählen --

www.dwd-shop.de



- Bei Auftragsanlage sind im Vorfeld mehrere Parameter festzulegen.
- Eigene Niederschlagserfassung und das Einpflegen in die Anwendung erhöht die Genauigkeit der Prognose.



Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*

	Aufträge			Niederschlag einpflegen		
	Feld	Name	Kultur	Pflanzenentwicklung	Berechnungsmenge	Berechnung
neues Feld	Stadtbäume	Apfel Acker PSA	Apfel, nackter Boden (Test)	bearbeiten	eingeben	starten
neuer Niederschlagsort	Stadtbäume	Stadtbaum	Schnurbaum - sophora japonica	bearbeiten	eingeben	starten
neuer Auftrag	Stadtbäume	Eiche Mohriner	Stieleiche - quercus robus	bearbeiten	eingeben	starten
Änderungen	Stadtbäume	Ung. Eiche Neue Späthstraße	Ungarische Eiche - quercus frainetto	bearbeiten	eingeben	starten
	Stadtbäume	Zerreichen Lichtenberg 2	Ungarische Eiche - quercus frainetto	bearbeiten	eingeben	starten
	Stadtbäume	Linde Acker PSA	Winterlinde - tilia cordata	bearbeiten	eingeben	starten



- Regelmäßige **zeitnahe** Eingaben zu Bewässerungszeitpunkt und verabreichter Bewässerungsmenge sind notwendig!



Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*

Berechnungsempfehlung für Stadtbäume (Linde Acker PSA) mit Winterlinde - *tilia cordata*

25.03.2021 - 07.06.2021		nutzbares Bodenwasser			Wasserverlusts		Wassergewinne			
		102.37			0.0		184.27		81.9	0.0
Datum	Bereg. Empfehlung in mm	realer Wurzelraum in %nFK		maximaler Wurzelraum in mm	Sickerwasser in mm	Verdunstung in mm	Niederschlag in mm	Beregnungsmenge in mm	aufs Feld ausgebrachtes Wasser in m³	
		oben	unten							
Fr 11.06.2021	8.0 + 8.0	16.28	18.7	33.06	0.0	1.55	0.0	0.0	0.0	
Do 10.06.2021	8.0 + 8.0	17.29	19.33	34.61	0.0	1.58	0.0	0.0	0.0	
Mi 09.06.2021	8.0 + 8.0	18.35	19.96	36.2	0.0	1.52	0.0	0.0	0.0	
Di 08.06.2021	8.0 + 8.0	19.36	20.54	37.72	0.0	1.66	0.0	0.0	0.0	
Mo 07.06.2021	8.0 + 8.0	20.53	21.15	39.38	0.0	2.15	0.0	0.0	0.0	
So 06.06.2021	8.0 + 8.0	22.05	21.9	41.53	0.0	2.12	0.0	0.0	0.0	
Sa 05.06.2021	8.0 + 8.0	23.56	22.6	43.66	0.0	2.57	0.0	0.0	0.0	
Fr 04.06.2021	8.0 + 8.0	25.5	23.41	46.22	0.0	2.04	0.0	0.0	0.0	
Do 03.06.2021	8.0 + 8.0	27.04	24.02	48.26	0.0	2.96	0.8	0.0	0.0	
Mi 02.06.2021	8.0 + 8.0	28.5	24.65	50.41	0.0	2.54	0.0	0.0	0.0	
Di 01.06.2021	0.0	30.49	25.54	52.96	0.0	2.63	0.0	0.0	0.0	

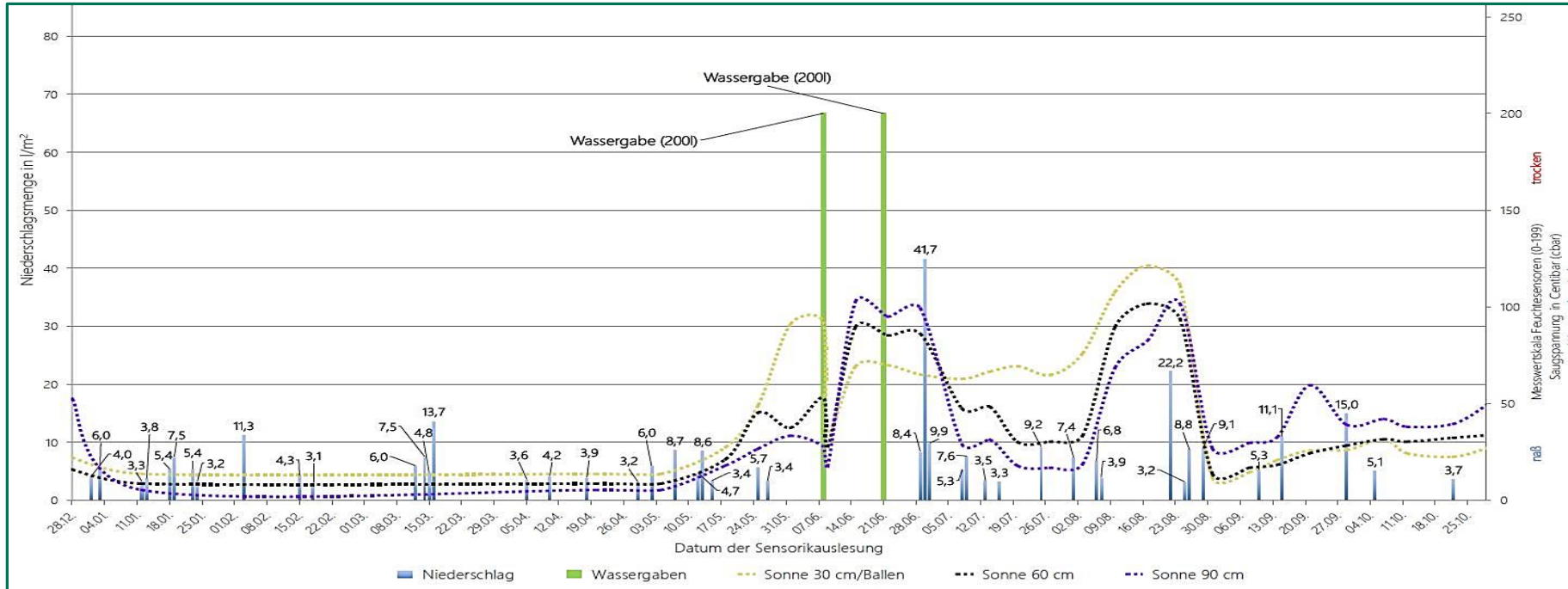
Prognostiziertes Wasserdefizit bei eingestelltem Grenzwert von 30% nFK bis 11.06.2021 gesamt 160l

- *Tilia cordata* 'Merkur', StU 20-25, Pflanzjahr Herbst 2019
- Gepflanzt in 1,5 m³ Rotgrud compact Baums substrat
- 1. Bewässerungsgang 2021 am 07.06. mit 200 l bewässert in 2 Schritten
- 2. Bewässerungsgang 2021 am 21.06. mit 200 l in 2 Schritten
- Bewässerungssack TreeGator 100l drittes Jahr im Einsatz!
- Nach der Bewässerung wurde Sack entfernt und weitere Bewässerungsgänge in die Fläche verabreicht





Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Tilia cordata*



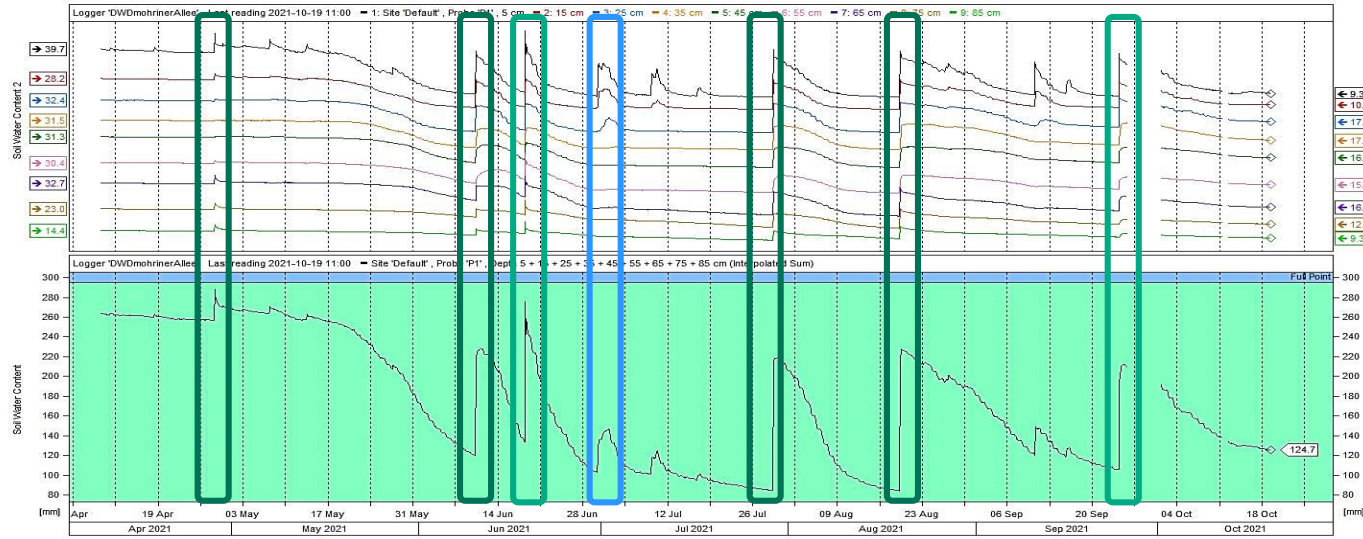
- *Tilia cordata* 'Merkur', StU 20-25, Pflanzjahr Herbst 2019
- Gepflanzt in 1,5 m³ Rotgrud compact Baums substrat
- 1. Bewässerungsgang 2021 am 07.06. mit 200 l bewässert in 2 Schritten
- 2. Bewässerungsgang 2021 am 21.06. mit 200 l in 2 Schritten
- Bewässerungssack TreeGator 100l drittes Jahr im Einsatz!
- Nach der Bewässerung wurde Sack entfernt und weitere Bewässerungsgänge in die Fläche verabreicht



Agroberegnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Quercus* sp.

Mohriner Allee

Logger DWDmohrinerAllee - Last Reading 2021-10-19 11:00



- = Bewässerung nach Agroberegnung
- = Bewässerung außerhalb Agroberegnung
- = Natürlicher Niederschlag von 55 mm in 24h

Rechnerisches Fassungsvermögen Gießrand  
 ~ 110 Liter  
*Quercus bicolor*, 3xv, 18-20 cm StU,  
 Pflanzung in 4,0 m<sup>3</sup> SaGeMa  
 Baums substrat, April 2020 gepflanzt,  
 Agroberegnung nach *Q. robur*

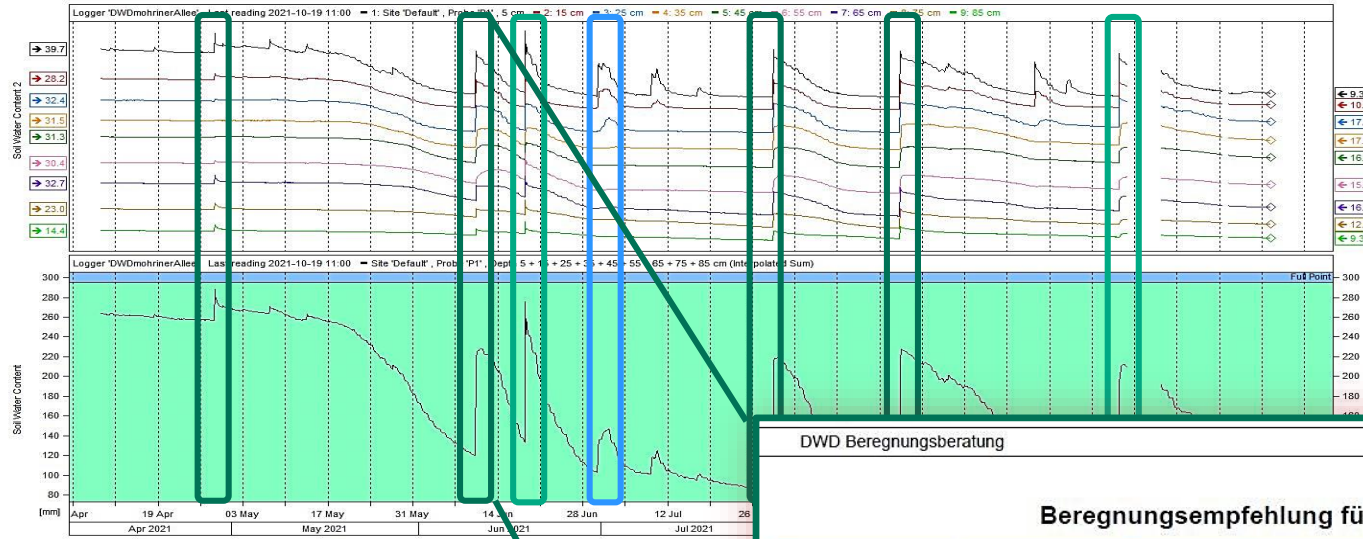




## Agroberegnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Quercus sp.*

Mohriner Allee

Logger DWDmohrinerAllee - Last Reading 2021-10-19 11:00



DWD Beregnungsberatung

### Beregnungsempfehlung für Stadtbäume (Eiche Mohriner) mit Stieleiche - quercus robur

		nutzbares Bodenwasser			Wasserverluste		Wassergewinne		
25.03.2021 - 11.06.2021		27.65			0.0	252.15	81.8	198.0	
Datum	Bereg. Empfehlung in mm	realer Wurzelraum in %nFK		maximaler Wurzelraum in mm	Sickerwasser in mm	Verdunstung in mm	Niederschlag in mm	Beregnungsmenge in mm	aufs Feld ausgebrachtes Wasser in m³
		oben	unten						
Di 15.06.2021	0.0	90.39	69.42	151.02	0.0	6.63	0.0	0.0	0.0
Mo 14.06.2021	0.0	95.89	70.93	157.65	0.0	6.11	0.0	0.0	0.0
So 13.06.2021	0.0	101.53	71.76	163.76	0.0	4.81	0.0	0.0	0.0
Sa 12.06.2021	0.0	108.27	70.11	168.57	0.0	4.03	3.2	0.0	0.0
Fr 11.06.2021	0.0	113.93	65.33	169.4	0.0	6.63	3.7	0.0	0.0
Do 10.06.2021	0.0	125.42	56.94	172.33	0.0	7.87	0.0	108.0	1200.0
Mi 09.06.2021	0.0	33.82	42.37	72.0	0.0	3.77	0.0	0.0	0.0
Di 08.06.2021	0.0	36.11	44.07	75.77	0.0	4.13	0.0	0.0	0.0
Mo 07.06.2021	0.0	38.08	45.88	79.9	0.0	4.77	0.0	0.0	0.0
So 06.06.2021	0.0	41.72	47.88	84.68	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0
Sa 05.06.2021	0.0	44.66	49.7	89.17	0.0	5.26	0.0	0.0	0.0

- = Bewässerung nach Agroberegnung
- = Bewässerung außerhalb Agroberegnung
- = Natürlicher Niederschlag von 55 mm in 24h

Rechnerisches Fassungsvermögen Gießrand  
~ 110 Liter

*Quercus bicolor*, 3xv, 18-20 cm StU,  
Pflanzung in 4,0 m³ SaGeMa  
Baumsubstrat, April 2020 gepflanzt,  
Agroberegnung nach *Q. robur*



Agroberechnung für Stadtbäume in der Anwendung am Beispiel *Quercus* sp.

<i>Quercus bicolor</i> nach Agroberechnung		<i>Quercus bicolor</i> u. <i>Quercus</i> sp. nach Standardbewässerung	
Bewässerungstermin	Bewässerungsmenge in l	Bewässerungstermin	Bewässerungsmenge in l
28.04.2021	100	17.05.2021	150
10.06.2021	120	01.06.2021	150
18.06.2021	120	10.06.2021	200
29.07.2021	120	14.06.2021	200
19.08.2021	120	23.06.2021	200
24.09.2021	100	14.07.2021	300
		02.08.2021	300
		28.08.2021	200
		24.09.2021	200
$\Sigma = 6$ Termine	$\Sigma = 680$ Liter	$\Sigma = 9$ Termine	$\Sigma = 1900$ Liter

Vergleich Anzahl Bewässerungsgänge *Quercus bicolor* nach Agroberechnung während der Testphase 2021 zur regulären Bewässerungsgängen im gleichen Straßenzug.



Agroberegnung für Stadtbäume in der Anwendung



Gute Einsatzmöglichkeit für Clusterpflanzungen ....



Schwieriger für Einzelbaumpflege im Innenstadtbereich



## Fazit

- Die Wasserhaushaltsmodellierung für Stadtbäume mittels AMBAV ist anhand der Beispielbaumarten und –standorte plausibel.
- Besonders für jüngere Bäume im Straßenland zwischen Neupflanzung und ca. 10 Standjahr dürfte eine hohe Aussagekraft zwischen modellierter nutzbarer Feldkapazität und Vitalitätszustand des Baumes (Trockenstresssymptome) möglich sein. Möglichkeit zur Resilienzsteigerung hinsichtlich Anpassung an Trockenphasen.
- Bei Bäumen mit längeren Standzeiten, insbesondere im Straßenland, dürfte die praktische Aussagekraft der Modellierung mit zunehmender Standzeit abnehmen.
- Ressourcenschonender Einsatz von Wasser zur Stadtbaumbewässerung möglich. Geeignet für (Straßen-) Baumpflanzungen mit **homogenen Bedingungen hinsichtlich Substrat und Klimaparametern.**
- Die Anwendung Agroberechnung ist unter folgender Webadresse über den DWD zu beziehen:

<https://www.dwd-shop.de/index.php/default/aktuelles-wetter-vorhersagen/agrarwetter/berechnung.html>



# Vielen Dank.

Online-Tagung des Pflanzenschutzamts Berlin am 25.11.2021 als Projektabschluss.

Weitere Informationen und Anmeldung unter:  
<https://www.berlin.de/pflanzenschutzamt/fortbildung>

Senatsverwaltung  
für Umwelt, Verkehr  
und Klimaschutz

**BERLIN**

