

11.10.2023 / Claudia Schirp

---

# Biobasierte Flammenschutzbeschichtungen für Möbel und den Innenausbau mit Holz und Holzwerkstoffen „InnFla“

# Biobasierte Flammenschutzbeschichtungen für Möbel und den Innenausbau mit Holz und Holzwerkstoffen „InnFla“



01

Gesamtziel und Konsortium

# Gesamtziel des Vorhabens

---

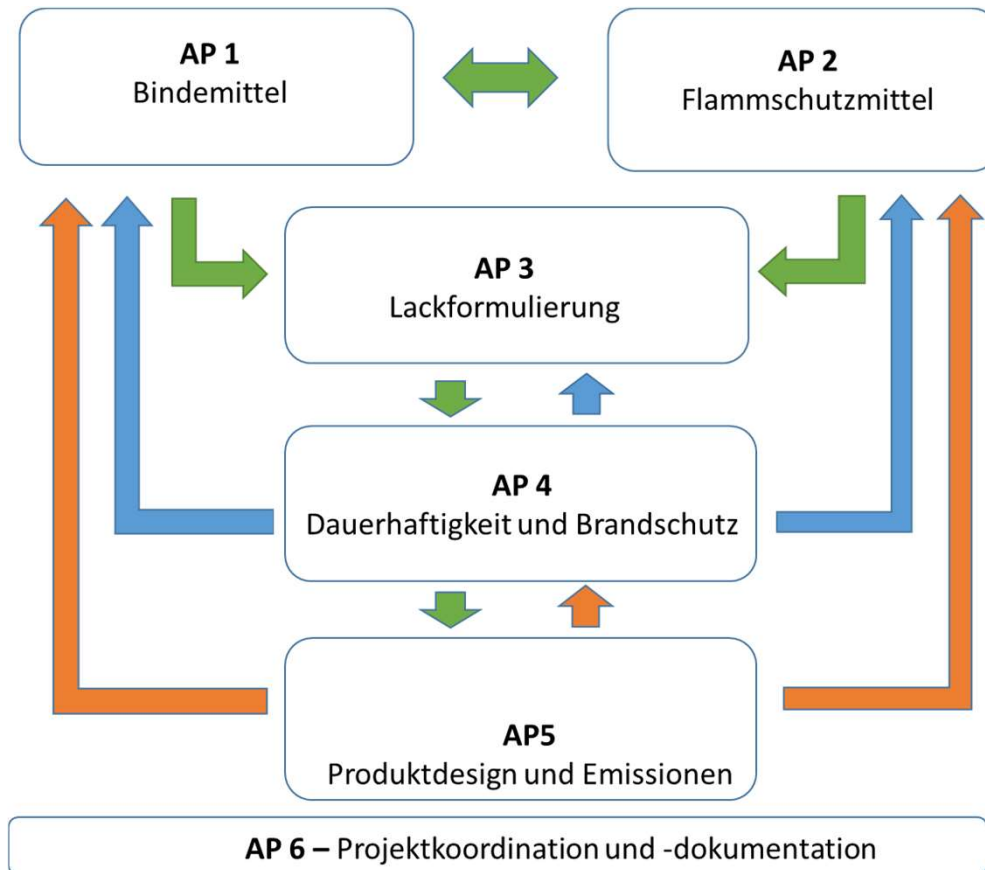
## Brandschutzbeschichtung für Holz auf Basis von biobasierten Bindemitteln

- Entwicklung biobasierter Acrylate und Polyurethane
- Entwicklung von Flammenschutzmitteln auf Basis von Radikalgeneratoren
- Dauerhafte Flammenschutzwirkung
- Erfüllung der Anforderungen an Möbellacke und Innenausbau mit Holz
- Keine Formaldehydquellen, keine negative Auswirkungen auf Innenraumluftqualität

Gefördert durch:



# Projektzusammenarbeit



## Projektpartner

Verbundpartner:

- Fraunhofer WKI, Fraunhofer LBF
- AURO Pflanzenchemie AG

Assoziierte Partner:

- Orgentis Chemicals GmbH
- PNZ – Produkte GmbH
- Atlas Material Testing Technology GmbH
- andOFFICE, Blatter Ertel Probst, Freie Architekten PartGmbH
- Clariant Plastics & Coatings (Deutschland) GmbH

# Biobasierte Flammenschutzbeschichtungen für Möbel und den Innenausbau mit Holz und Holzwerkstoffen „InnFla“



02

Synthesen / Formulierung

# AP 1 Bindemittelsynthese (Polyacrylate)

Monomer	Glastemperatur (Homopolymer)
hart, petrochemisch	$\geq 100^{\circ}\text{C}$
weich, petrochemisch	$< -40^{\circ}\text{C}$
hart, biobasiert	$> 80^{\circ}\text{C}$
weich, biobasiert	$< -10^{\circ}\text{C}$
Zuckeracrylat	$160^{\circ}\text{C}$

## Neue Monomere:

- Zuckeracrylat
- Glycerin Acrylat
- Zuckeralkohol Acrylat

## Zwei Lösungsansätze:

- Zuckeracrylat wird in ein bestehendes System integriert. Anteil wird schrittweise erhöht.
- Methylmethacrylat wird in einem konventionellem System substituiert. Maximale Menge an Zuckeracrylat wird eingesetzt.
- Masterarbeit „Ermittlung der Copolymerisationsparameter Zuckeracrylat / iso-Butylacrylat“

## Herausforderung:

- Zuckeracrylat ist ein Feststoff und löst sich nur bedingt in den anderen Monomeren.
- Lösung: Zuckeracrylat vordispersieren, dann mit weiteren Monomeren mischen.
  - 80% Zuckeracrylat zu hoch, Film spröde
  - 50% Zuckeracrylat, maximale Einsatzmenge



# AP 1 Bindemittelsynthese (Polyurethane)

## Bioanteil erhöhen im Polyesterpolyol :

- Biobasierte Diole
- Biobasierte Disäuren

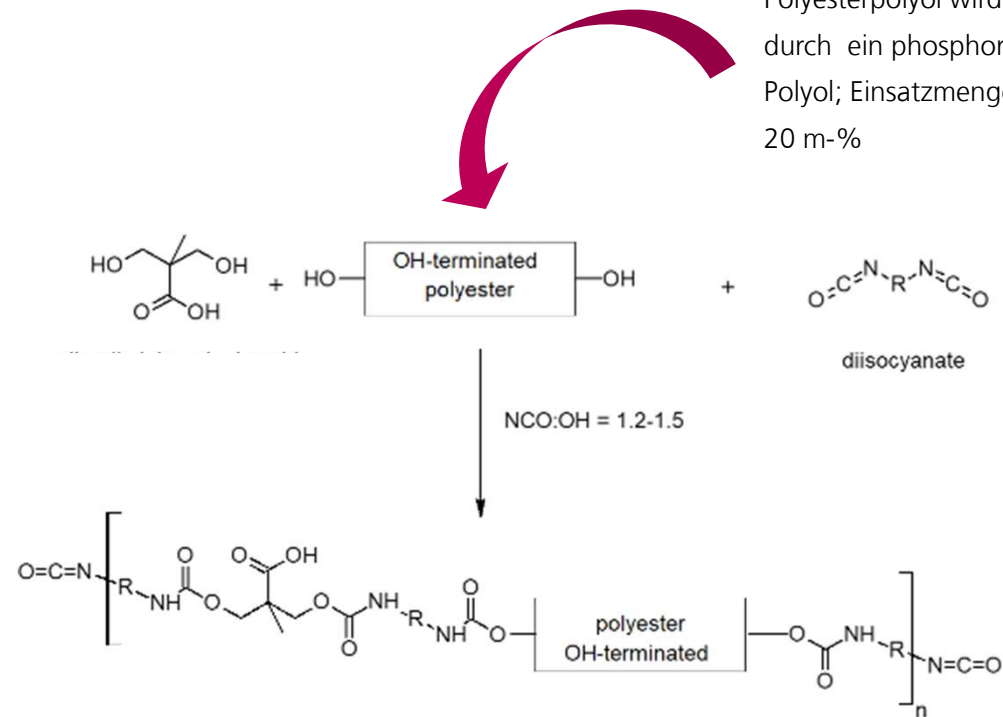
## Herausforderung:

- Hoher Anteil an Zuckeralkohol verschlechtert die Wasserbeständigkeit der Lackfilme

## Chance:

- OH-terminierte Flammschutzmittel lassen sich chemisch anbinden

Polyesterpolyol wird partiell ersetzt durch ein phosphormodifiziertes Polyol; Einsatzmenge: 5 m-% bis 20 m-%



# AP 3 Formulierung (Basislacke)

---

## Optimierte Bindemittel:

- Variante 1 (50% bio gesamt, 10% Zuckeracrylat)
- Variante 2 (50% bio gesamt, 50% Zuckeracrylat)
- Polyurethandispersion

## Testreihe:

- Festkörper
- Viskosität DIN4 (Auslaufbecher)
- Visuelle Beurteilung der Flüssigmuster
- Beurteilung Anstrich auf Eiche
- Beständigkeit Wasser nach 2 Wochen

## Ergebnisse:

- Festkörper um 40%
- Viskosität DIN4 (Auslaufbecher) bei 50s, Variante 1 etwas schneller
- Streichwiderstand ok
- Anstrich auf Eiche: Bedarf an weiteren Additiven
- Beständigkeit Wasser nach 2 Wochen: deutliche Unterschiede, PUD auffallend schlechter als erwartet

## Fazit:

- Polyurethandispersion weiter optimieren bzgl. Wasserfestigkeit
- Variante 1 und 2 ausformulieren und im Projekt einsetzen



# AP 2 Flammenschutzmittel

## Referenzsystem:

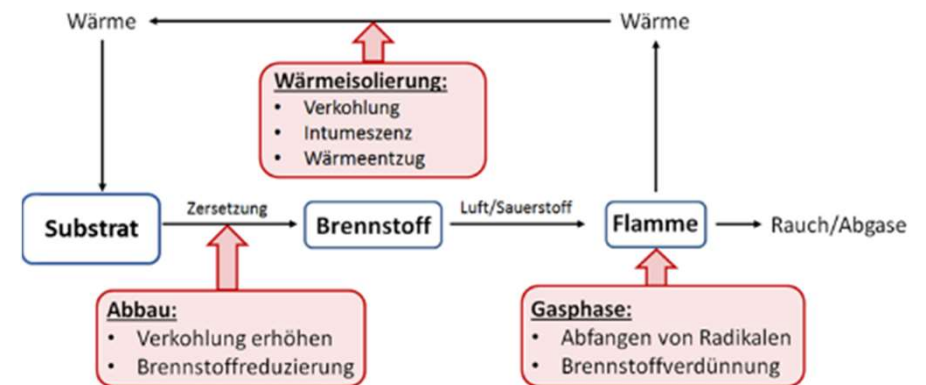
- Intumeszenzsysteme (APP / PER / MEL) dienen als Referenz im Projekt InnFla, bzw. wird für die neuen biobasierten Bindemittel angepasst und optimiert

## Radikalgeneratoren im Flammenschutz:

- Bekannte Wirkungsweise in PE
- Erfolgsversprechende Ansätze auch für TPU
- Übertragung auf Holzbeschichtungen und Synthese neuer biobasierter Flammenschutzmittel

## Ergänzende Idee während der Projektlaufzeit:

- Radikalgeneratoren mit (teil)biobasierten Synergisten einsetzen



Quelle: Fraunhofer LBF

# AP 3 Formulierung (FSM Lacke)

## Intumeszenzsysteme mit APP/PER/MEL

- Die Flammschutzmittelkomponenten sind Feststoffe. Zur Stabilisierung wird ein Dispergieradditiv zusätzlich eingesetzt.
- Hohe Füllmengen begünstigen ein Absetzen.

## Radikalgeneratoren und phosphorhaltige Synergisten:

- Die Verwendung von Radikalgeneratoren bewirken eine Erniedrigung der Viskosität. Sie sind nicht lange lagerstabil.
- Radikalgeneratoren in Kombination mit phosphorhaltigen Synergisten erzeugen Partikel. Hier sind weitere Versuche notwendig, um eine homogene Verteilung zu erzielen. Zunächst wird jedoch die Flammschutzwirkung untersucht.

## PUD mit chemisch gebundenem FSM:

- Die Systeme lassen sich ohne Probleme formulieren und bilden transparente Filme.



© WKI | Manuela Lingnau

# Biobasierte Flammenschutzbeschichtungen für Möbel und den Innenausbau mit Holz und Holzwerkstoffen „InnFla“



03

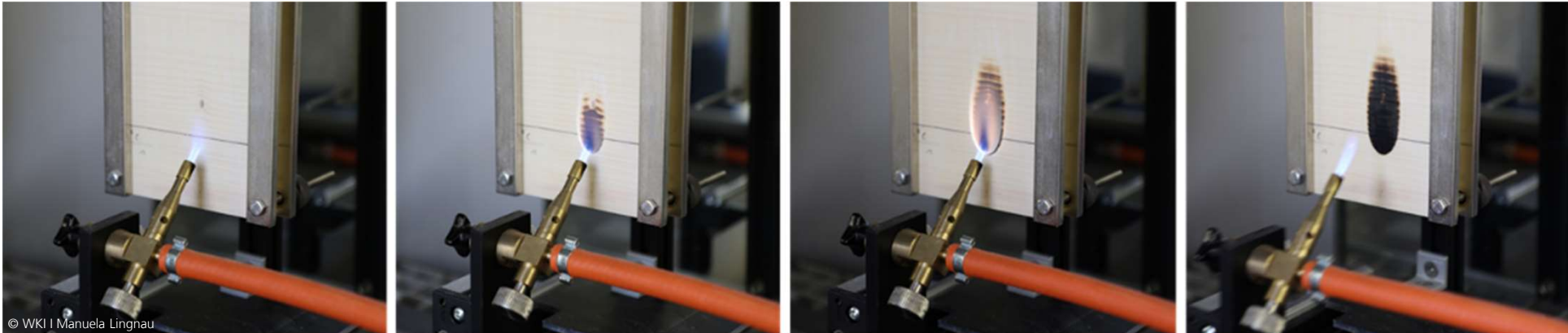
Flammschutz / Alterung / Demonstrator

# AP 4 Brandschutz

## Einzelflammentest (ehemals B2-Prüfung; EN ISO 11925-2, Klassifizierung nach 13501-1):

Flamme wird im Winkel von 45° auf die lackierte Fläche gebracht. Beflammung erfolgt für 15 s bzw. 30 s.

- Wenn die Flamme entfernt wird, soll es innerhalb von 30 s selbstständig erlöschen.
- Die beanspruchte Höhe darf max. 15 cm betragen, dann ist der Test bestanden.

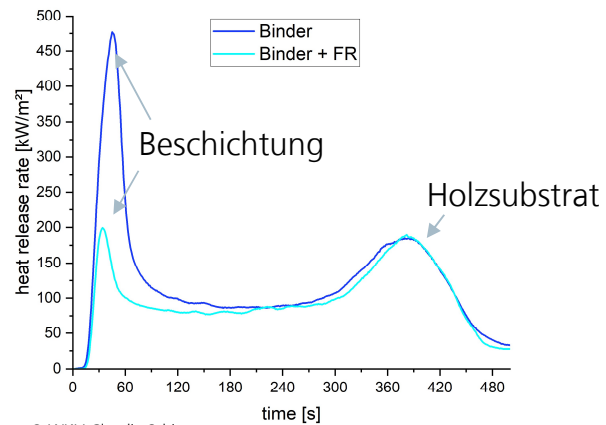
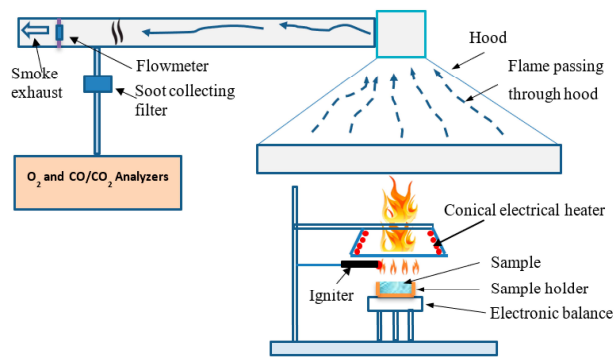


© WKI | Manuela Lingnau

# AP 4 Brandschutz

## Cone Calorimeter:

- Heizstrahler mit 50 kW über dem Probekörper.
- Gemessen wird u.a. die Entzündungszeit, die Wärmefreisetzungsrate und die Rauchgasentwicklung



Quelle: K.Hassan et al in Fire 2023, 6(3), 84

© WKI | Claudia Schirp

# AP 4 Brandschutz

## Brandschacht Test (ehemals B1-Prüfung nach DIN 4102-15):

10 min Beflammen, Restlänge ermitteln (Holz unbeschädigt), Temperaturmessung an der Rückseite



Brandschacht dient im Projekt InnFla als Vorauswahl für den SBI (Single Burning Item) Test.

# AP 4 Brandschutz

## APP/PER/MEL:

- Einzelflammentest wird bei allen drei Bindemitteln ab 10% Einsatzmenge bestanden. Test reicht nicht zum differenzieren.

## Radikalgeneratoren und phosphorhaltige Synergisten:

- Radikalgeneratoren allein erfüllen nicht die Anforderungen an den Einzelflammentest. Sie werden daher mit einem Phosphorsynergisten eingesetzt.
- Der phosphorhaltige Synergist wird im zweiten Schritt durch ein teilbiobasiertes FSM ersetzt.

## PUD mit chemisch gebundenem FSM:

- 10% phosphorbasiertes Flammenschutzmittel im Polyurethan eingebunden erfüllen den Einzelflammentest. Die Lackfilme sind transparent.



Abbildung 8: Fotos nach der Brandprüfung PAC, PU, PVAC (links -> rechts: 0%, 10%, 25% FSM)



© WKI | Sandra Hofmeister

# AP 4 Alterung

## Xenon Serie 01

- 3 Systeme ohne FSM
- 4 Systeme mit FSM

## Bedingungen

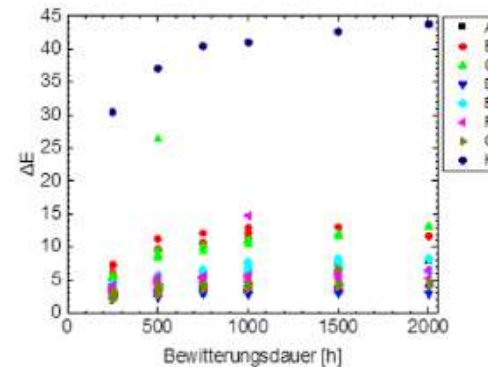
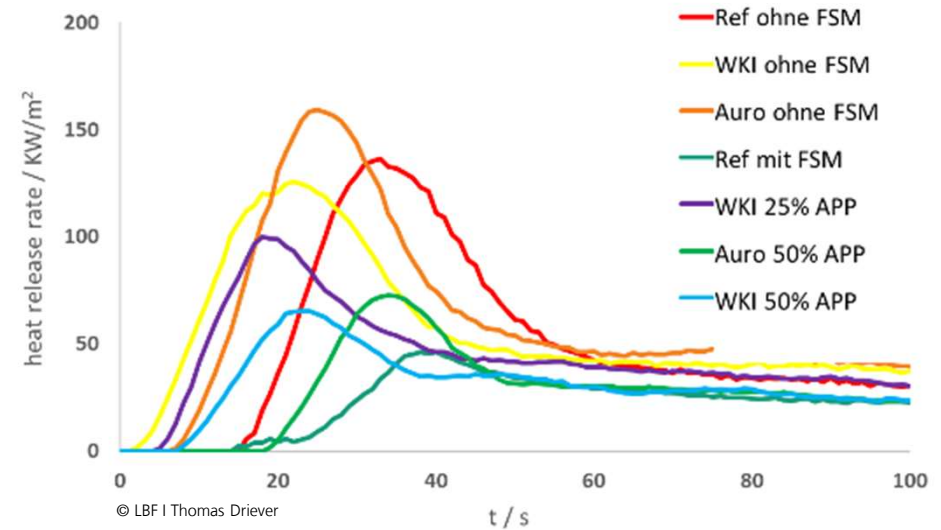
- 3 Monate Xenon Alterung mit „Feuchtraum“ Simulation
- 6 Probenentnahmen über die Zeit

## Prüfungen über den Zeitraum von drei Monaten

- Farbe/Glanz -> moderate Änderungen, wie erwartet
- Cone Calorimeter -> keine Änderung in HRR

## Fazit

- Testbedingungen verschärfen
- Flammenschutzleistung erhöhen



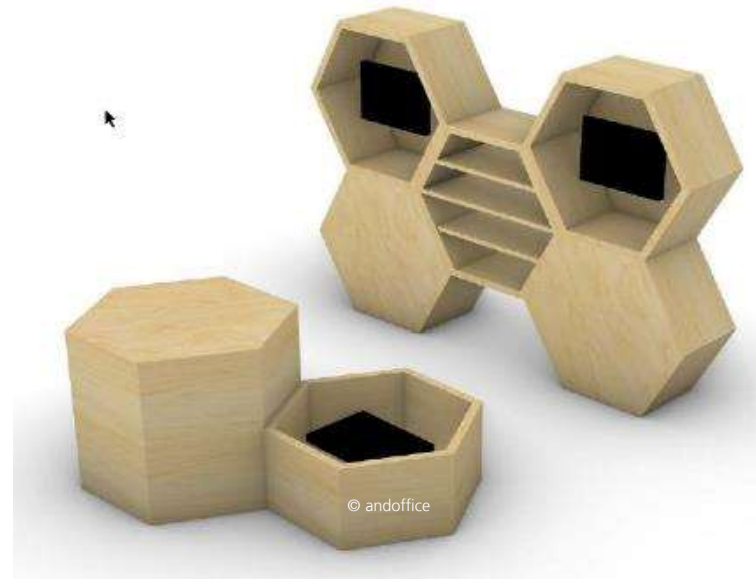
- A Ref ohne FSM
- B WKI ohne FSM
- C Auro ohne FSM
- D Ref mit FSM
- E WKI 25% FSM
- F AURO 50% FSM
- G WKI 50% FSM
- H Holz



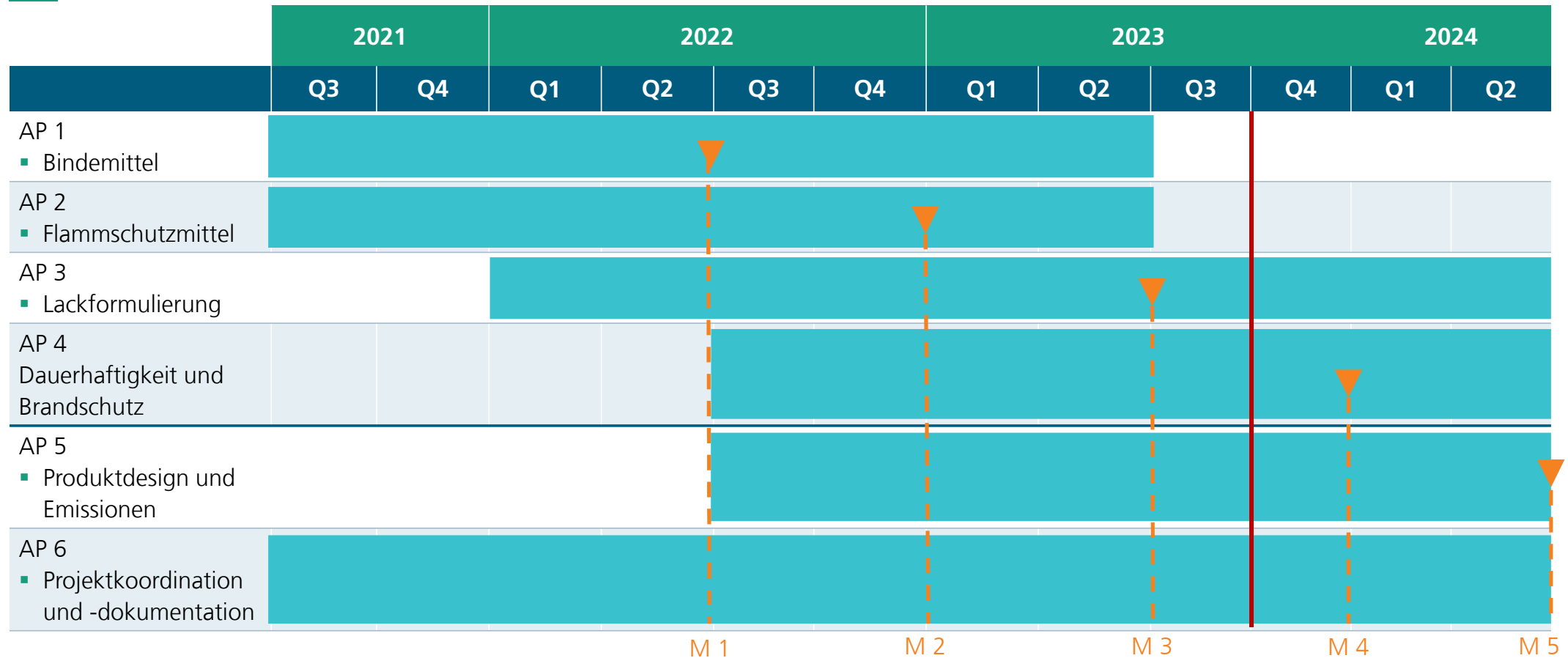
# AP 5 Demonstrator

## Stand der Planung

- Das Thema cyclische Molekülstrukturen wird aufgenommen
- Die Oberflächen werden mit dem „Projekt-Lack“ beschichtet.
- Die Monitore zeigen die Brandprüfungen aus dem Projekt.
- Das System ist modular aufgebaut und kann in verschiedenen Formen wiederverwendet werden.



# Projektablauf und Meilensteine



# Meilensteine



© WKI | Manuela Lingnau

Meilenstein 1  
(12 Monate)

- Bindemittel mit mind. 50% Bioanteil



© WKI | Manuela Lingnau

Meilenstein 2  
(18 Monate)

- Radikalgenerator lässt sich in Acrylat einarbeiten
- FSM lässt sich chemisch an PU anbinden



© WKI | Manuela Lingnau

Meilenstein 3  
(24 Monate)

- Formulierung basierend auf Acrylat und Polyurethan, die für Möbelanwendung geeignet ist.



© WKI | Manuela Lingnau

Meilenstein 4  
(30 Monate)

- Formulierung mit dauerhafter Brandschutzwirkung



© andOFFICE

Meilenstein 5  
(36 Monate)

- Demonstrator

Laufzeit: 01.06.2021 – 31.05.2024

# Ausblick

---

## Synthese:

- Weitere neue biobasierte Monomere im Labormaßstab testen.

## Alterung:

- 2. Serie **Acrylat**: neues Bindemittel, neues FSM
- 3. Serie **PUD**: neues Bindemittel inkl. chemisch gebundenes FSM
- Freiland Alterung Florida hinter Fensterglas

## Emissionen:

- Anforderungen für Innenräume

## Demonstrator:

- Herstellung und Lackierung mit Projektmaterial

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

Gefördert durch:

