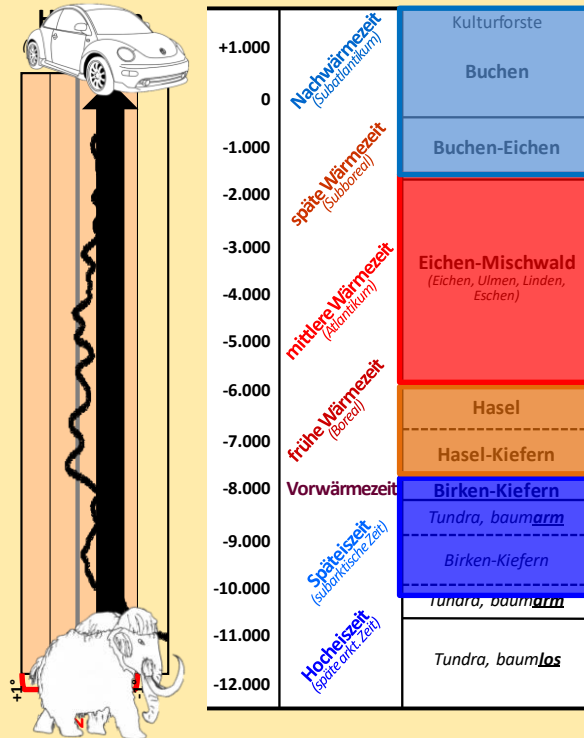


# Wie auf den Klimawandel reagieren

*Baumarten & Bewirtschaftung*

## Wald im nacheiszeitl. Klimawandel



Buchen

änderte sich das Klima

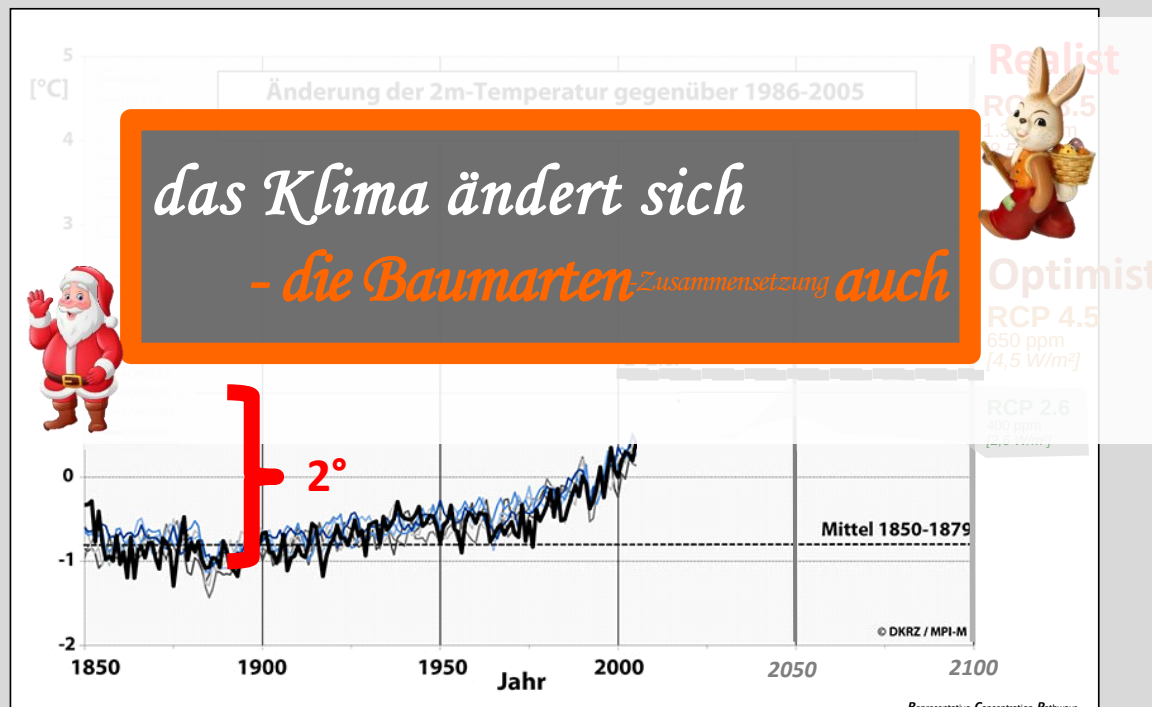
Eichen-Mischwald

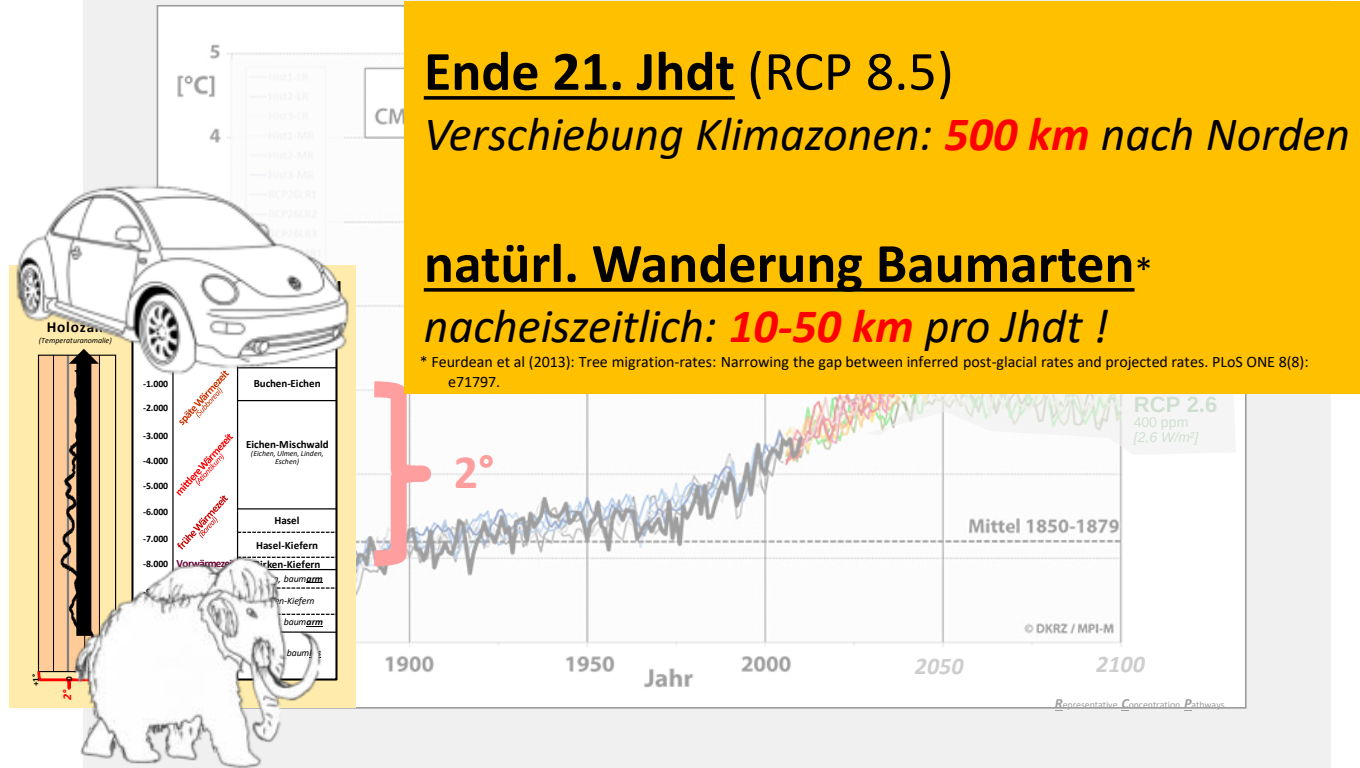
! hat sich auch der Wald verändert !

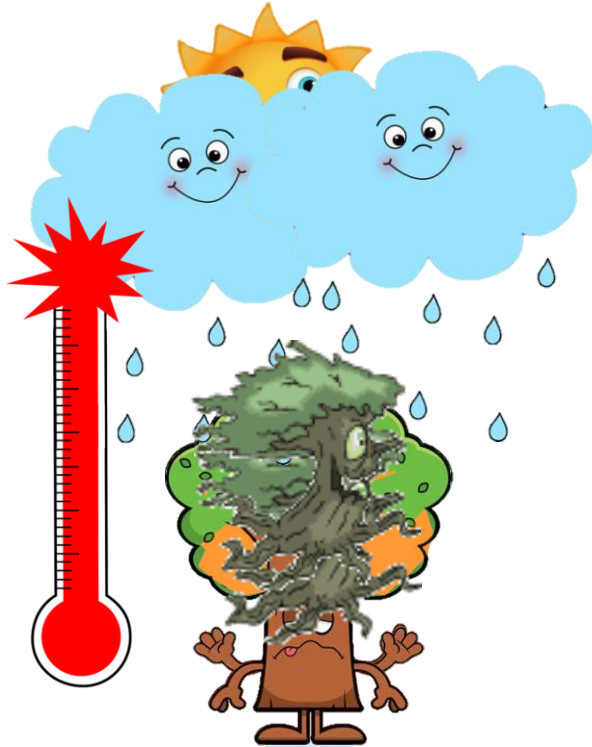
Hasel

Birken, Kiefern

# Klimawandel: Temperatur (global)

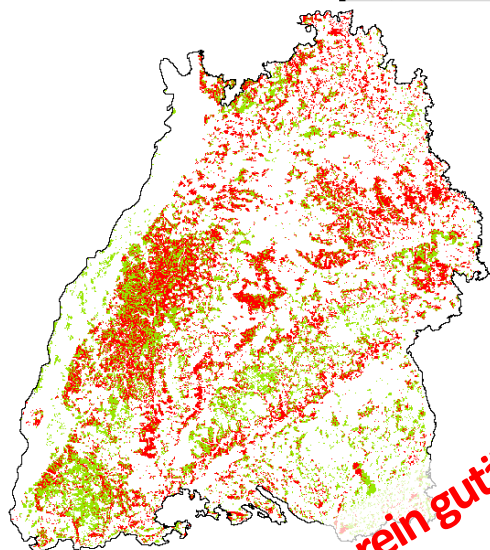






## Aussichten zum Jhd. Ende:

(Hauptbaumarten: Fichte, Tanne, Buche, Eiche)



mindestens eine der vier Arten ist noch als dominierende Baumart geeignet

keine der vier Arten eignet sich mehr als dominierende Baumart

Gebiet derzeit ohne standorts kartierten Wald

RCPS.5; 2071-2100

| wichtige standörtliche Ausschlussgründe ("X") |                 | Eignung nach Höhenstufen in der ferneren Zukunft               |                               |                                |                              |          |
|-----------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------|
| Baumart                                       | Baumartensymbol | Beurteilung für mittlere Verhältnisse 2095 (RCP8.5; 2071-2100) |                               |                                |                              |          |
|                                               |                 | <200 m                                                         | 200-500 m                     | 500-800 m                      | 800-1.100 m                  | >1.100 m |
|                                               |                 | >11.5°C<br>zukünftig warm und planar                           | 10-11.5°C<br>zukünftig planar | 8.5-10°C<br>zukünftig subalpin | 7-8.5°C<br>zukünftig subalp. |          |
| Buche                                         |                 |                                                                |                               |                                |                              |          |
| Fichte                                        |                 |                                                                |                               |                                |                              |          |
| Tanne                                         |                 |                                                                |                               |                                |                              |          |
| Eiche                                         |                 |                                                                |                               |                                |                              |          |
| ... (and others)                              |                 |                                                                |                               |                                |                              |          |

# Baumhasel

als führende BA möglich

als wesentl. Beimischung  
möglich  
(>20%)

Laub

Nadelbäume

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| Kirsche   | - | - |
| Elsbeere  | - | - |
| Bergahorn | - | - |

|                        |                   |   |
|------------------------|-------------------|---|
| Schwarzkiefer          | nur kurz,<br>50er | - |
| Douglasie              | -                 | - |
| Waldkiefer             | -                 | - |
| Japan. & Hybrid-Lärche | -                 | - |
| Europ. Lärche          | -                 | - |

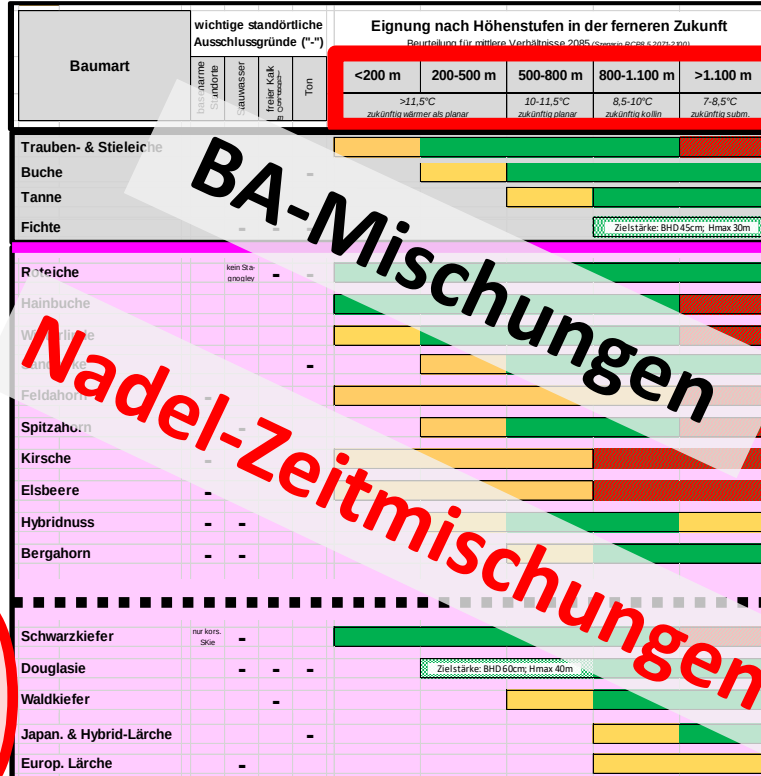




**Fi, Ta, Bu, Ei:**

**berechnet/modelliert**

**weitere Baumarten: gutächlich beurteilt (vorläufig)**



- als führende BA möglich
- bei geringer Zielstärke als führende BA möglich
- als wesentl. Beimischung möglich
- (>20%) voraussichtlich ab 2050 möglich
- ohne Signatur: Mischungsanteile allenfalls bis max. 20% möglich

**Laubbäume**

**Nadelbäume**

**BA-Mischungen**

**Nadel-Zeitmischungen**



## Nb-Beimischung bleibt zeitlich befristen

*(Ziele: Nadelholz mittlerer Qualität; später obligate Überführung in Lb-Bestand)*

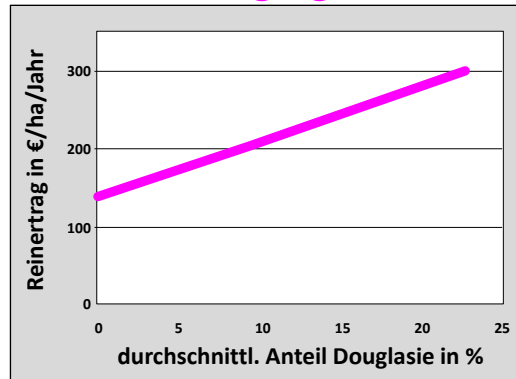
✓ Alt-Bestand aus risikoarmen Lb

= Risikoreduktion & Ökosystem-Dienstleistung

✓ Zeitmischung Nb

= Rohstoff-Versorgung, Ertragsleistung

*Zeitmischung Dgl in Buche*

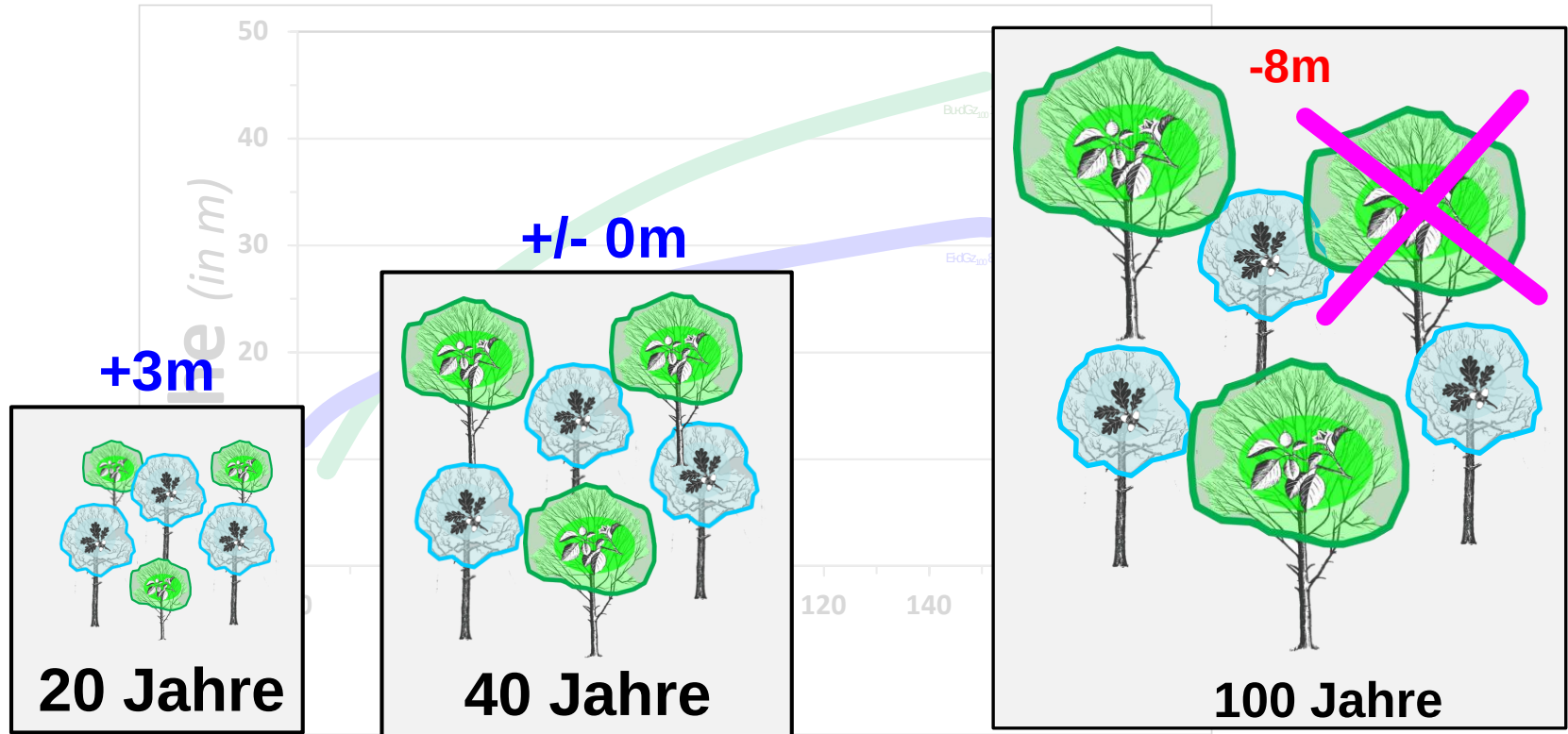


*Durchforstung:*

*Stabilisierung oder Risiko ?*

- **Mischung**
- **Wasserversorgung**
- *(Sturmrisiko)*

- Erhalt (*konkurrenzunterlegener*) Misch-Baumarten

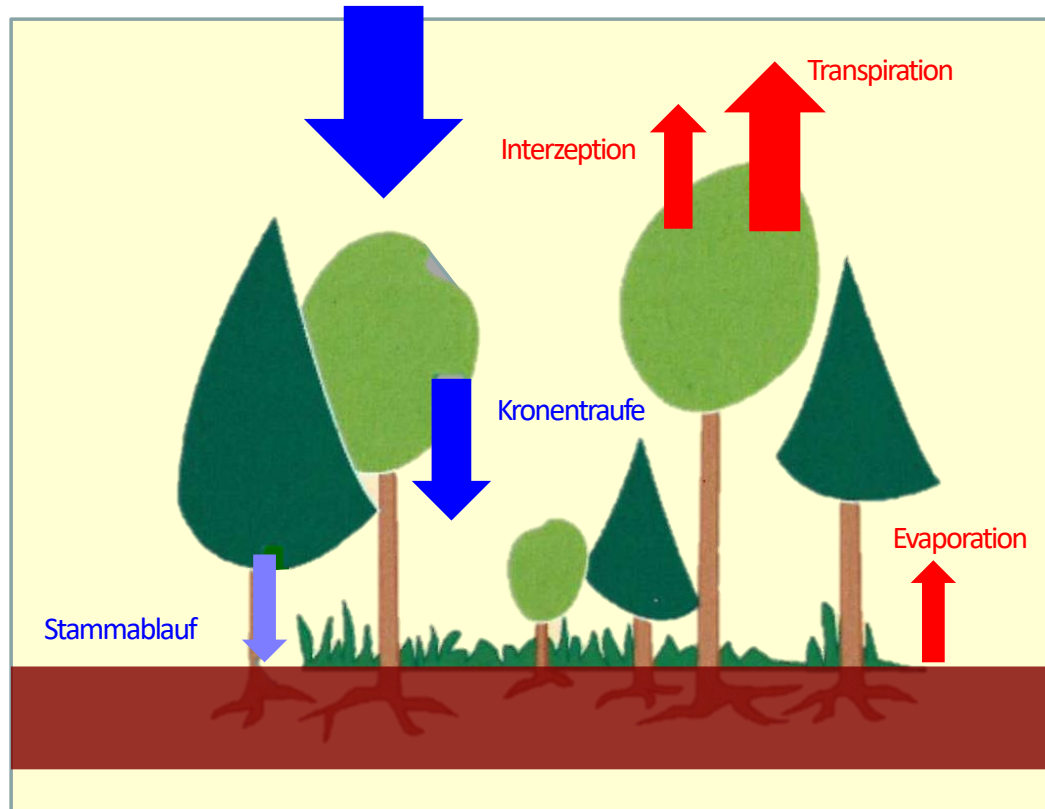


- Aldea, J., Bravo, F., Bravo-Oviedo, A., Ruiz-Peinado, R., Rodríguez, F., del Río, M., 2017. Thinning enhances the species-specific radial increment response to drought in Mediterranean pine-oak stands. *Agric.For. Meteo.* 237, 371-383.
- Aussenac, G., 2000. Interactions between forest stands and microclimate: ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Ann.Sci.For.* 57, 287-301.
- Aussenac, G., Granier, A., 1988. Effects of thinning on water stress and growth in Douglas-fir. *Can.J.For.Res.* 18, 100-105.
- Bréda, N., Granier, A., Aussenac, G., 1995. Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in an oak forest (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Tree physiology* 15, 295-306.
- Calev, A., Zoref, C., Tzukerman, M., Moshe, Y., Zangy, E., Osem, Y., 2016. High-intensity thinning treatments in mature *Pinus halepensis* plantations experiencing prolonged drought. *European Journal of Forest Research* 135, 551-563.
- Cescatti, A., Piutti, E., 1998. Silvicultural alternatives, competition regime and sensitivity to climate in a European beech forest. *For.Ecol.Manage.* 102, 213-223.
- D'Amato, A.W., Bradford, J.B., Fraver, S., Palik, B.J., 2013. Effects of thinning on drought vulnerability and climate response in north temperate forest ecosystems. *Ecol.Appl.* 23, 1735-1742.
- Elkin, C., Giuggiola, A., Rigling, A., Bugmann, H., 2015. Short-and long-term efficacy of forest thinning to mitigate drought impacts in mountain forests in the European Alps. *Ecol.Appl.* 25, 1083-1098.
- Feeney, S.R., Kolb, T.E., Covington, W.W., Wagner, M.R., 1998. Influence of thinning and burning restoration treatments on presettlement ponderosa pines at the Gus Pearson Natural Area. *Can.J.For.Res.* 28, 1295-1306.
- Forrester, D.I., Collopy, J.J., Beadle, C.L., Warren, C.R., Baker, T.G., 2012. Effect of thinning, pruning and nitrogen fertiliser application on transpiration, photosynthesis and water-use efficiency in a young *Eucalyptus nitens* plantation. *For.Ecol.Manage.* 266, 286-300.
- Gebhardt, T., Häberle, K.-H., Matyssek, R., Schulz, C., Ammer, C., 2014. The more, the better? Water relations of Norway spruce stands after progressive thinning. *Agric.For. Meteo.* 197, 235-243.
- Giuggiola, A., Bugmann, H., Zingg, A., Dobbervin, M., Rigling, A., 2013. Reduction of stand density increases drought resistance in xeric Scots pine forests. *Forest Ecology and Management* 310, 827-835.
- Giuggiola, A., Zweifel, R., Feichtinger, L.M., Vollenweider, P., Bugmann, H., Haeni, M., Rigling, A., 2018. Competition for water in a xeric forest ecosystem – Effects of understory removal on soil micro-climate, growth and physiology of dominant Scots pine trees. *For.Ecol.Manage.* 409, 241-249.
- Karlsson, K., Norell, L., 2005. Modelling survival probability of individual trees in Norway spruce stands under different thinning regimes. *Can.J.For.Res.* 35, 113-121.
- Klos, R.J., Wang, G.G., Bauerle, W.L., Rieck, J.R., 2009. Drought impact on forest growth and mortality in the southeast USA: an analysis using Forest Health and Monitoring data. *Ecological Applications* 19, 699-708.
- Kohler, M., Sohn, J., Nägele, G., Bauhus, J., 2010. Can drought tolerance of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) be increased through thinning? *Eur.J.For.Res.* 129, 1109-1118.
- Kühne, C., Weiskittel, A.R., Fraver, S., Puettmann, K.J., 2015. Effects of thinning-induced changes in structural heterogeneity on growth, ingrowth, and mortality in secondary coastal Douglas-fir forests. *Can.J.For.Res.* 45, 1448-1461.
- Lagergren, F., Lankreijer, H., Kučera, J., Cienciala, E., Mölder, M., Lindroth, A., 2008. Thinning effects on pine-spruce forest transpiration in central Sweden. *For.Ecol.Manage.* 255, 2312-2323.
- Le Goff, N., Ottorini, J.-M., 1993. Thinning and climate effects on growth of beech (*Fagus sylvatica* L.) in experimental stands. *For.Ecol.Manage.* 62, 1-14.
- McDowell, N.G., Adams, H.D., Bailey, J.D., Hess, M., Kolb, T.E., 2006. Homeostatic maintenance of ponderosa pine gas exchange in response to stand density changes. *Ecol.Appl.* 16, 1164-1182.
- Medhurst, J.L., Battaglia, M., Beadle, C.L., 2002. Measured and predicted changes in tree and stand water use following high-intensity thinning of an 8-year-old *Eucalyptus nitens* plantation. *Tree physiology* 22, 775-784.
- Misson, L., Nicault, A., Guiot, J., 2003. Effects of different thinning intensities on drought response in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *For.Ecol.Manage.* 183, 47-60.
- Misson, L., Vincke, C., Devillez, F., 2003. Frequency responses of radial growth series after different thinning intensities in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands. *For.Ecol.Manage.* 177, 51-63.
- Morikawa, Y., Hattori, S., Kiyono, Y., 1986. Transpiration of a 31-year-old *Chamaecyparis obtusa* Endl. stand before and after thinning. *Tree physiology* 2, 105-114.
- Piutti, E., Cescatti, A., 1997. A quantitative analysis of the interactions between climatic response and intraspecific competition in European beech. *Can.J.For.Res.* 27, 277-284.
- Rigling, A., Moser, B., Feichtinger, L., Gärtner, H., Giuggiola, A., Hug, C., Wohlgemuth, T., 2018. 20 Jahre Waldföhrensterben im Wallis: Rückblick und aktuelle Resultate. *Schweiz.Z.Forstwes.* 169, 242-250.
- Sohn, J.A., Gebhardt, T., Ammer, C., Bauhus, J., Häberle, K.-H., Matyssek, R., Grams, T.E.E., 2013. Mitigation of drought by thinning: Short-term and long-term effects on growth and physiological performance of Norway spruce (*Picea abies*). *For.Ecol.Manage.* 308, 188-197.
- Sohn, J.A., Hartig, F., Kohler, M., Huss, J., Bauhus, J., 2016. Heavy and frequent thinning promotes drought adaptation in *Pinus sylvestris* forests. *Ecol.Appl.* 26, 2190-2205.
- Sohn, J.A., Kohler, M., Gessler, A., Bauhus, J., 2012. Interactions of thinning and stem height on the drought response of radial stem growth and isotopic composition of Norway spruce (*Picea abies*). *Tree Physiology* 32, 1199-1213.
- Sohn, J.A., Saha, S., Bauhus, J., 2016. Potential of forest thinning to mitigate drought stress: A meta-analysis. *For.Ecol.Manage.* 380, 261-273.
- Stogsdill, W.R., Wittwer, R.F., Hennessey, T.C., Dougherty, P.M., 1992. Water use in thinned loblolly pine plantations. *For.Ecol.Manage.* 50, 233-245.
- Thomas, Z., Waring, K.M., 2015. Enhancing resiliency and restoring ecological attributes in second-growth ponderosa pine stands in northern New Mexico, USA. *For.Sci.* 61, 93-104.

- Dürrejahre:  
**durchforstete Bestände** *(zuwachs-)* **stabiler**

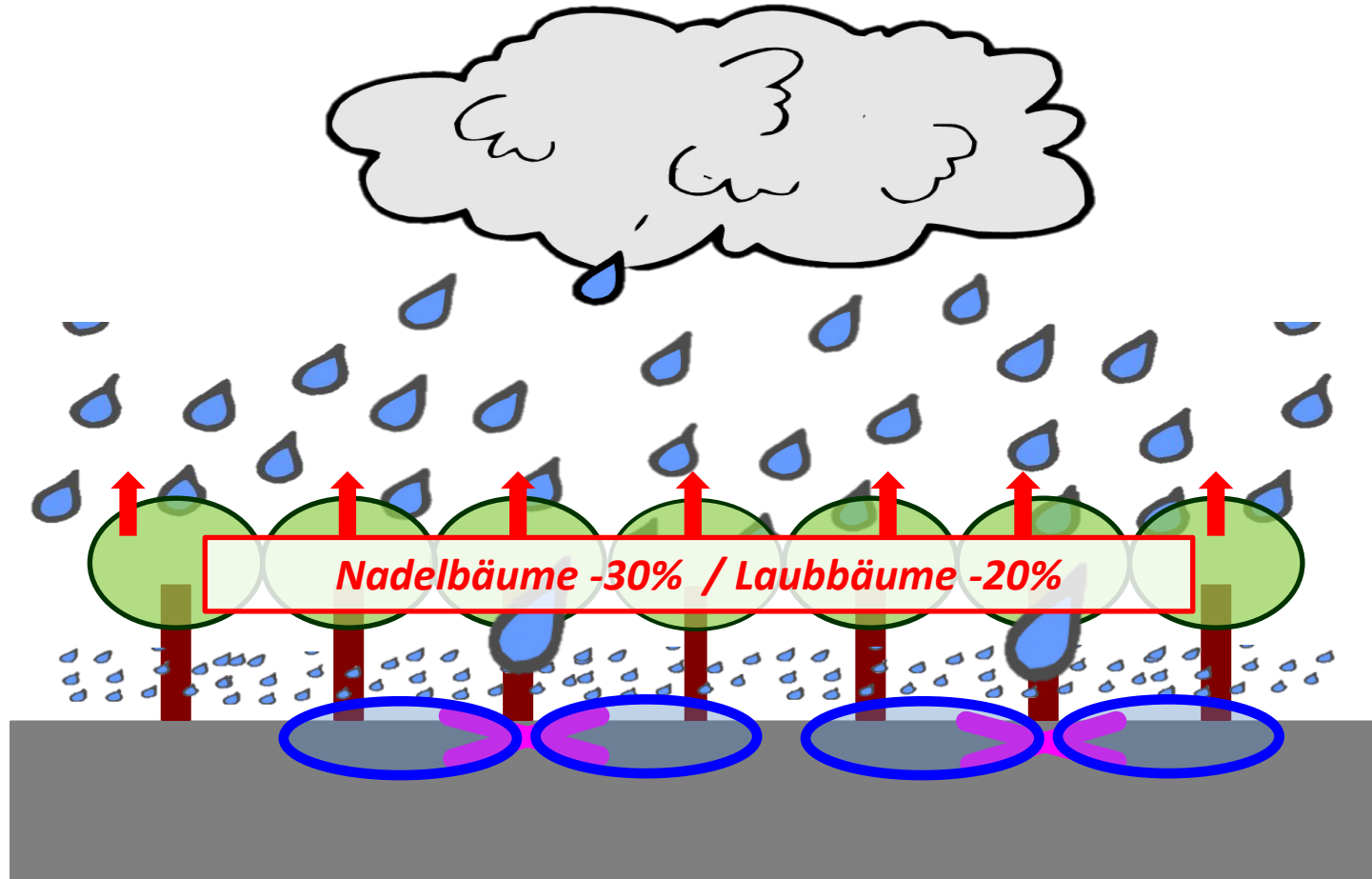


## Niederschlag



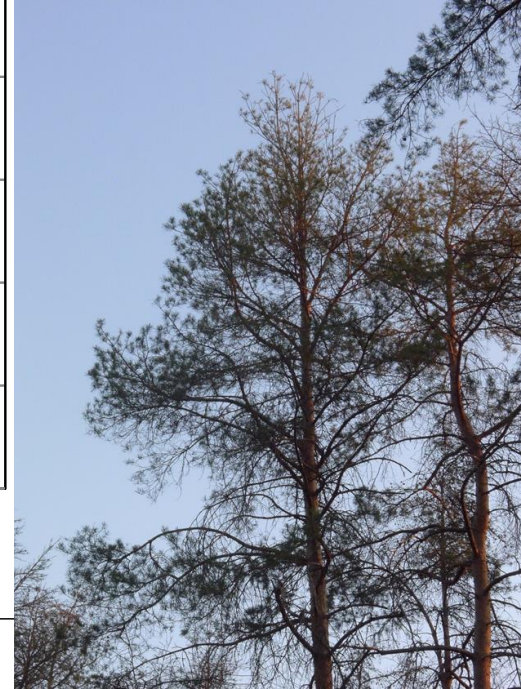
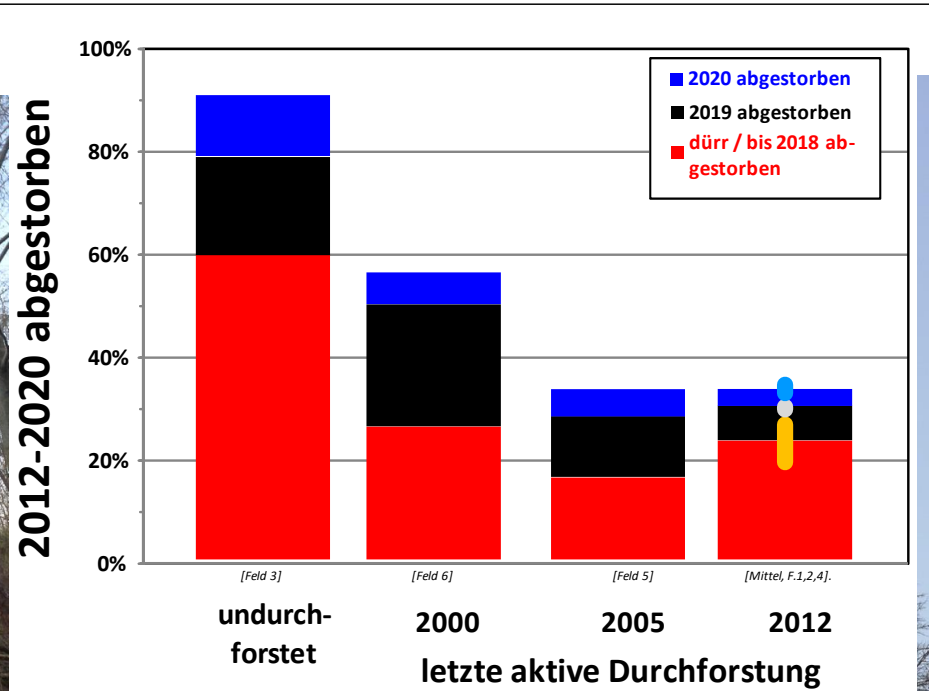


# Durchforstung: Wasserversorgung (Resilienz)



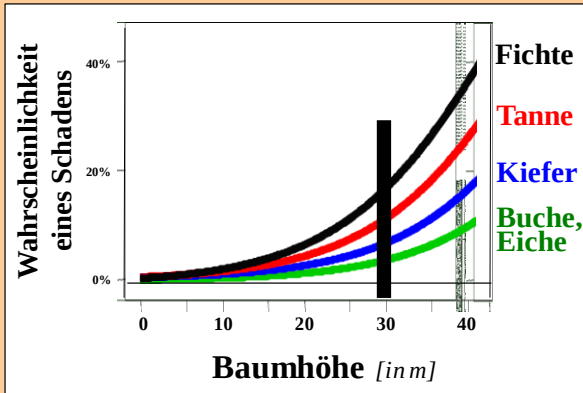
# Durchforstung: Durchforstungsversuch Kie 120

- sehr warm & niederschlagsarm; extrem niedriger Speicherkapazität



- **Dürrejahre:**  
durchforstete Bestände (zuwachs-)stabiler
- **Anpassungsfähigkeit verbessert**  
*[Risiken verringert]*
  - ✓ rascheres Dicken-Wachstum
  - ✓ starke Bäume sind jünger
  - ✓ jüngere Bäume/Bestände sind anpassungsfähiger
  - ✓ und niedriger (**reduziertes Sturmschadens-Risiko**)
- **Erhalt zukunftsfähiger Mischbestände**
  - ✓ Förderung (noch?) wuchsunterlegener Bäume

**entscheidend für Stabilität  
bestehender Wälder**



**Klimawandel:** fand & findet statt - und hält (bestimmt) weiter an

- Risiken nehmen zu
- Fokus: zukunftsfähige Baumarten & Mischungen
- Verjüngung: zukunftsfähige BA vorhanden ?
  - **ja** konsequent fördern
  - **nein** aktiv einbringen (*Eichen, Ahorne, Douglasie ....*)
- Durchforstung: früh & intensiv beginnen
  - ✓ Erhalt wuchsunterlegener Misch-BA
  - ✓ Förderung Resilienz & Stabilität (*Trockenheit & Sturm*)
- akut gefährdete Bestände
  - ✓ rechtzeitig mit Umbau beginnen



Brand findet statt - und hält (bestimmt) weiter an

# Dringende Maßnahmen gilt nicht !!!

- akut gefährdete Bestände
  - ✓ rechtzeitig mit Umbau beginnen

